

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université IBN KHALDOUN, Tiaret

Faculté de Science de la Nature et de la Vie



Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention de diplôme de Magister en

« Biodiversité végétale méditerranéenne de l'Algérie occidentale »

Option : inventaire, valorisation et écologie de la restauration.

Thème

*Contribution à l'étude phytoécologique de la Tetracénaie dans
la région de Beni Affene, Mechraa Sfa, Tiaret.*

Présenté par :

AZZAOUI Mohamed Essalah

Soutenu le : 2013 , devant le jury composé de :

Président :	M. DELLAL Abdelkader	Professeur	Université IBN KHALDOUNE
Encadreur :	M. MAATOUG M'hamed	Professeur	Université IBN KHALDOUNE
Examineur :	M. HELLAL Benchaabane	Professeur	Université DJILALI LYABES
Examineur :	M. REZZOUG Wafaa	MC A	Université IBN KHALDOUNE

Année universitaire : 2012 – 2013

REMERCIEMENTS

A l'issue de ce travail, je remercie avant tout **ALLAH**, Tout Puissant, de m'avoir donné volonté, courage et patience pour terminer ce travail.

Je tiens à exprimer mes sincères remerciements à **Pr. MAATOUG M'hamed**, mon encadreur, pour avoir accepté de diriger avec beaucoup d'attention et de soin mon mémoire. Je lui suis très reconnaissant pour sa bienveillance, ses précieux conseils, sa patience et sa disponibilité. J'espère qu'il trouve ici l'expression de ma profonde gratitude.

J'adresse mes sincères remerciements à monsieur **DELLAL A.**, professeur à l'université Ibn Khaldoun, qui ma fait l'honneur de présider mon jury, et c'est un honneur pour moi qu'il juge ce travail.

Mes vifs remerciements vont aussi à monsieur, **HELLAL B.**, professeur à l'université de Djilali Lyabes, Sidi Bel Abbes, pour avoir accepté de juger ce travail.

Je tiens également à remercier Mlle, **REZZOUG W.**, maître de conférences A à l'université Ibn Khaldoun, Tiaret, d'avoir accepté de juger ce travail.

Je ne saurais oublier de remercier monsieur **BERRAYEH M.** maître assistant A à l'université Ibn Khaldoun, Tiaret, pour ses précieuses aides et ses -conseils.

Je tiens à remercier tout particulièrement :

Mr. AIT HAMOU M., Mr. DAHMANI W., Mr. BOUACHA I. et Mr. SAFA M. pour leurs aides précieuses lors de la réalisation des sorties.

Je tiens à remercier monsieur **MIARA M.D.** (université de Msila), pour son aide dans l'identification des espèces végétales.

Mes remerciements vont également à mon cher ami **NEGADI M.** ; les multiples souvenirs partagés lors des années de la réalisation de ce travail resteront toujours gravés dans ma mémoire.

Un grand merci à tout le personnel du laboratoire de l'université de Tiaret (**A.E.K S, HADJER M, KARIMA B, SAMIRA A**), ainsi que tout le personnel du laboratoire de l'INSID de Relizane. Qu'ils trouvent ici toute ma gratitude et mes remerciements.

Aucun mot ne saurait exprimer ce que je dois à ma famille ; chers **parents, sœurs** pour leur dévouement et leurs soutiens durant toutes ces années.

Mes remerciements vont à mes chers collègues.

Enfin, je remercie tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Dédicace

Je dédie ce modeste travail à mes parents, ma famille et mon défunt frère LOKMEN.

À mes chers collègues et Amis, spécialement Mohamed, Zakaria et Abderrahmane.

À tous ce qui m'ont apporté l'aide de près ou de loin.

Résumé :

La zone sur laquelle porte notre contribution est localisée en Algérie occidentale, elle fait partie intégrante des monts des Beni Affane (Mechraa Sfa, Tiaret).

Le présent travail, vise la quantification de la diversité floristique de la *Tetraclinia* en se basant sur la méthode phytoécologique et l'analyse numérique (AFC). L'étude bioclimatique a révélé un décalage de certaines stations météorologiques, vers des ambiances plus sèches sur le climagramme pluviothermique d'Emberger, témoignant ainsi une tendance générale à l'aridité.

Dans toute étude écologique, le sol reste la clé déterminante des différents phénomènes (croissance, maintenance et adaptation) par ses éléments nutritifs minéraux, ainsi que sa teneur en eau et en matière organique, dont la majorité des placettes étudiées est marquée par un taux très élevé de calcium, un pH alcalin et l'humidité est relativement faible. Ces résultats restent significatifs pour une telle étude sur les groupements à *Tetraclinis articulata*.

En effet, la zone d'étude renferme 13 familles, 21 genres, 21 espèces, sous-espèces et variétés. Son spectre biologique est dominé par les chamaephytes (52%).

Nous avons pu décrire cinq espèces fréquentes : *Tetraclinis articulata* 33%, *Pistacia lentiscus* 11 %, *Globularia alypum* 8%, *Phylleria angustifolia* 9%, *Rosmarinus tournefortii* 15%.

L'analyse factorielle des correspondances nous a permis une étude globale très synthétique des données, et de traiter conjointement les variables floristiques et écologiques. Ce traitement global, nous a permis d'avoir une vue d'ensemble sur certains aspects et formations dans la zone d'étude, et de vérifier qu'il existe bien un cortège floristique original qui participe à la série de *Tetraclinis articulata*.

Mots clés : *Tetraclinis articulata* – Phytoécologie – analyse factorielle des correspondances - Tiaret – Beni Affane.

Summary:

The area to which our contribution is located in western Algeria, it is part of the mountains of Beni Affane (Mechraa Sfa, Tiaret).

This work aims to quantify the floristic diversity of *Tetraclinaie* based on phytoecological method and numerical analysis (AFC). The bioclimatic study revealed a shift of some meteorological stations to drier environments on pluviothermic Emberger climagramme, reflecting a general trend towards aridity.

In any ecological study, the soil remains the key determinant of different phenomena (growth maintenance and adaptation) by its mineral nutrients, and moisture content and organic matter. The majority of the plots studied is characterized by a very high rate of calcaire, an alkaline pH and humidity is relatively low. These results are significant for such study groups *Tetraclinis articulata*.

Indeed, the study area contains 13 families, 21 genera, 21 species, subspecies and varieties. His biological spectrum is dominated by chamaephytes (52%).

We have described five common species *Tetraclinis articulata* 33%, *Pistacia lentiscus* 11%, *Globularia alypum* 8%, *Phylleria angustifolia* 9%, *Rosmarinus tournefortii* 15%.

The factorial analysis of correspondence allowed us a very comprehensive study of synthetic data, and to jointly address the floristic and ecological variables. This overall process has allowed us to have an overview on some aspects and training in the study area, and verify that there is indeed a unique floristic involved in the series of *Tetraclinis articulata*.

Keywords: *Tetraclinis articulata* - Phytoecology - factorial analysis of correspondence - Tiaret - Beni Affane.

ملخص:

تقع منطقة دراستنا في الجهة الغربية من شمال غرب الجزائر، وهي جزء من جبال بني عفان (مشرع الصفا، تيارت).

ويهدف هذا العمل إلى تقدير التنوع النباتي لمجموعات نبات (العرعار) *Tetraclinaie*، يعتمد على طريقة تحليل البيئة النباتية والتحليل العددي (AFC). حيث كشفت الدراسة المناخية البيولوجية تحول بعض محطات الأرصاد الجوية إلى بيئات أكثر جفافا، مما ينتج وجود اتجاه عام نحو الجفاف.

في أي دراسة بيئية، تبقى التربة محددًا رئيسيًا من الظواهر المختلفة (صيانة النمو والتكيف) من قبل العناصر المعدنية المغذية، ومحتوى الرطوبة والمواد العضوية. وتتميز غالبية المساحات المدروسة بنسبة عالية جدا من الكلس، بدرجة الحموضة القاعدية والرطوبة منخفضة نسبيا. هذه النتائج هي مهمة في دراسة مجموعات نبات (العرعار) *Tetraclinis articulata*.

وواقع أن منطقة الدراسة تحتوي على 13 عائلة، 21 جنسا و 21 نوعا، السلالات والأصناف. ويهيمن الطيف البيولوجي له من قبل chamaephytes بنسبة 52%.

تمكنا من خلال النتائج المحصل عليها تمييز خمسة الأنواع الشائعة: *Tetraclinis articulata* 33%, *Pistacia lentiscus* 11 %, *Globularia alypum* 8%, *Phylleria angustifolia* 9%, *Rosmarinus tournefortii* 15%.

كما مكنا التحليل العددي (AFC) بدراسة شاملة للمعطبات، وفتح لنا فرصة التعرف على المتغيرات النباتية والإيكولوجية. وقد سمحت هذه العملية لأن يكون لدينا نظرة عامة على بعض الجوانب للتركيبية النباتية في منطقة الدراسة، والتحقق من أن هناك بالفعل مجموعات نباتية مميزة ووفية لنبات العرعار *Tetraclinis articulata*.

كلمات المفتاحية: العرعار (*Tetraclinis articulata*) – علم البيئة النباتية - التحليل العددي (AFC) - تيارت - بني عفان.

TABLE DES MATIERES

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

Introduction..... 01

CHAPITRE 01 : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

I.1.Généralité sur le thuya	03
I.1.1. Aperçue sur la famille des cupressacées	04
I.1.1. 1. Morphologie.....	04
I.1.1.2. Caractères morphologiques.....	04
I.1.1.3 Classification de la famille des cupressacées.....	05
I.1.1.3.a. Sous- famille des cupressoidées.....	05
I.1.1.3.b. Sous familles des Callitroidées.....	07
I.1.2. Généralité sur le genre Tetraclinis.....	07
I.1.2.1. Synonyme.....	07
I.1.2.2. Nom vernaculaire.....	07
I.1.2.3. Origine de l'essence.....	07
I.1.3. Caractères botaniques et forestiers.....	08
I.1.4. Exigences écologiques.....	10
I.1.4.1. Altitude.....	10
I.1.4.2. Conditions climatiques.....	10
I.1.4.3. Conditions édaphiques.....	11
I.1.4.4. Aire de répartition.....	11
I.1.4.5. Association de thuya.....	16
I.1.5. Régénération du thuya.....	18
I.1.6. Reboisement de thuya.....	19

I.1.7. Utilisation du thuya.....	19
I.1.8. Influence des insectes sur le thuya.....	20

CHAPITRE 02 : MATERIELS ET METHODES

II.1. MILIEU PHYSIQUE

II.1.1. Description de la zone d'étude.....	21
II.1.1.1. Situaton régionale.....	21
II.1.1.2. Situation locale.....	22
I.1.1.3. Caractéristiques géographique.....	24
II.1.2. Le couvert végétal.....	24
II.1.3. Description du milieu physique.....	26
II.1.3.1- Le relief.....	26
II.1.3.2. Les pentes.....	26
II.1.4. Caractères édaphiques.....	27
II.1.4. 1. Sols calcaires.....	27
II.1.4. 2 Les sols peu évolués.....	28
II.1.4.3. Lithosols.....	28
II.1.5. Hydrologie.....	30
II.2. BIOCLIMAT	
II.2.1. Introduction.....	31
II.2.2. Facteurs climatique.....	32
II.2.2. 1. Précipitation.....	32
II.2.2. 1.a. Synthèse des données pluviométriques.....	34
II.2.2. 1.b. Evolution des précipitations de la station d'étude.....	35
II.2.2.2 La température.....	36
II.2.3. Les autres facteurs climatiques.....	37
II.2.3. 1. La gelée et la neige.....	37
II.2.3. 2. La grêle.....	37
II.2.3. 3. Humidité.....	38
II.2.3. 4. Le vent.....	38

II.2.3.5. Le siroco	39
II.2.4. Synthèse climatique.....	39
II.2.4.1 Courbe ombrothermique de BAGNOLS et GAUSSEN.....	40
II.2.5. Le quotient pluviométrique et le climagramme d'EMBERGER.....	41
II.2.6. L'indice d'aridité de DEMARTONNE.....	44
II.4. APPROCHE PEDOLOGIQUE	
II.4.1. Introduction.....	45
II.4.2. Choix des emplacements.....	46
II.4.3. Analyse des sols	46
II.4.3.1. Méthodes d'analyse.....	46
II.4.3.2. Analyse physique.....	48
II.4.3.1.a. L'Humidité.....	48
II.4.3.1.b. La Granulométrie.....	48
II.4.3.3. Analyse chimique.....	49
II.4.3.3.a. Le calcaire total.....	49
II.4.3.3.b. Le calcaire actif.....	50
II.4.3.3.c. Le pH.....	51
II.4.3.3.d. PH (Kcl).....	51
II.4.3.3.e. La matière organique.....	52
II.4.3.3.f. La Conductivité Electrique (CE).....	53
II.5. METHODOLOGIE DU TRAVAIL	
II.5.1. Introduction.....	54
II.5.2. Le zonage écologique.....	54
II.5.3. Echantillonnage et choix des stations.....	55
II.5.4. Type et forme de placettes.....	56
II.5.4. Les principales méthodes de récolte des données.....	58
II.5.5.1. Méthode phytosociologique.....	58
II.5.5.2. Méthode phytoécologique	58

II.5.5.3. Méthode de relevés.....	58
II.5.6. Les caractères analytiques.....	59
II.5.6.1. Coefficient <i>d'abondance Dominance</i>	59
II.5.6.2. Coefficient de sociabilité	60
II.5.6.3. Fréquence.....	60

CHAPITRE 03 : RESULTATS ET DISCUSSIONS

III.1. ETUDE DES GROUPEMENTS DE LA TETRACLINAIE

III.1.1. Introduction.....	61
III.1.2. La Définition de la phytosociologie.....	62
III.1.3. L'association végétale.....	62
III.1.4. Notion d'espèce caractéristique.....	63
III.1.5. Analyses et discussions	
III.1.5.1. Composition systématiques.....	64
III.1.5.2. Classification des différents types biologiques.....	65
III.1.5.3. Classification des différents types morphologiques.....	70
III.1.6. Conclusion	74

III.2. ANALYSE PEDOLOGIQUE

III.2.1. L'humidité.....	75
III.2.2. La texture.....	75
III.2.3. Le CaCO ₃	78
III.2.4. L'alcalinité.....	78
III.2.5. La matière organique.....	78
III.2.6. Conclusion.....	79

III.3.	ANALYSES PHYTOECOLOGIQUES DES GROUPEMENTS VEGETAUX	81
III.3.1.	Introduction.....	81
III.3.2.	Méthodologie.....	82
III.3.3	Résultats et discussions.....	83
	III.3.3.1. Cartes factorielles « espèces végétales ».....	88
	III. 3.3.1.a. AFC N°1 exposition, placettes- espèces	83
	III. 3.3.1.b. AFC N°2 exposition- taux de recouvrement.....	89
III.3.4.	Conclusion	101
	Conclusion générale	102
	Références bibliographiques	
	Annexes	

LISTE DES FIGURES

Figure 01 :	Habitus de <i>Tetraclinis articulata</i>	P 09
Figure 02 :	Aire de répartition de <i>Tetraclinis articulata</i> en Méditerranée sud-occidentale.....	P 12
Figure 03 :	Répartition de thuya en Tunisie.....	P 13
Figure 04 :	Répartition de thuya au Maroc.....	P 14
Figure 05 :	Répartition de thuya en Algérie.....	P 15
Figure 06 :	Répartition de la superficie de thuya du Maghreb en Afrique du nord.....	P 15
Figure 07 :	La carte de situation de la zone d'étude.....	P 22
Figure 08 :	Carte représentative de la zone d'étude.....	P 23
Figure 09 :	La carte représente le couvert végétal.....	P 25
Figure 10 :	Cartes des pentes.....	P 27
Figure 11 :	La carte de lithologie	P 29
Figure 12 :	Carte de distribution spatiale des précipitations dans la région de Tiaret.....	P33
Figure 13 :	Pluviométrie Moyenne mensuelle.....	P34
Figure 14 :	Régime pluviométrique saisonnier.....	P35
Figure 15 :	Evolution des précipitations annuelles de la situation de Tiaret entre la période 1986-2012.....	P35
Figure 16 :	Variation des moyennes mensuelles de température de la Station Tiaret entre période 1986-2012.....	P37
Figure 17 :	Moyennes mensuelles de l'humidité relative pour la période 1988-2012 (Station Ain Bouchakif, Tiaret).....	P38
Figure 18 :	Rose des vents de la période 1988-2012 (Station Ain Bouchakif, Tiaret).....	P39
Figure 19 :	Diagramme ombrothermique de la station de Tiaret 1986-2012.....	P41
Figure 20 :	Position de la wilaya de Tiaret sur le climagramme d'Emberger dans les périodes 1986-2012.....	P43

Figure 21 :	Prélèvement des échantillons du sol à l'aide de la tarière forestière pédologique.....	P46
Figure 22 :	Schéma du mode opératoire des analyses du sol.....	P47
Figure 23 :	Photo d'une unité d'échantillonnage.....	P57
Figure 24 :	Pourcentages des familles de la zone d'étude	P64
Figure 25 :	Classification des types biologiques de Raunkiaer.....	P66
Figure 26 :	Pourcentage des types biologiques de la zone d'étude.....	P69
Figure 27 :	Pourcentage des types morphologiques de la zone d'étude.....	P71
Figure 28 :	Pourcentages des espèces inventoriées dans la zone d'étude.....	P73
Figure 29 :	Représente des résultats l'humidité relative du sol (en %)......	P75
Figure 30 :	Diagramme de texture du sol de l'exposition Nord.....	P76
Figure 31 :	Diagramme de texture du sol de l'exposition Ouest.....	P76
Figure 32 :	Diagramme de texture du sol de l'exposition Sud.....	P77
Figure 33 :	Diagramme de texture du sol de l'exposition Est.....	P77
Figure 34 :	Comparaison entre le pH de l'eau et le pH de Kcl.....	P78
Figure 35 :	Taux de la matière organique (en %)......	P79
Figure 36 :	Plan factoriel des expositions et les placettes en fonction des espèces.....	P86
Figure 37 :	Le plan factoriel des expositions en fonction du taux de recouvrement des espèces.....	P92
Figure 38 :	Plan factoriel entre le type du sol et les espèces.....	P98

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 01 :	caractères morphologique des cupressacées.....	P04
Tableau 02 :	Division du foret de Beni Affane en contons	P23
Tableau 03 :	Occupation du sol	P25
Tableau 04 :	Les classes des pentes	P26
Tableau 05 :	Caractéristiques physico-chimiques des principaux types de sol.....	P29
Tableau 06 :	Régime pluviométrique saisonnier entre 1986-2012.....	P34
Tableau 07 :	Quotient pluviométrique et étage bioclimatique.....	P42
Tableau 08 :	Situation bioclimatique des stations d'étude.....	P43
Tableau 09 :	Valeurs de l'indice d'aridité de Demartonne et bioclimat correspondant.....	P44
Tableau 10 :	Dénominations des classes granulométriques.....	P49
Tableau 11 :	Echelle d'interprétation de la teneur en calcaire total.....	P50
Tableau 12 :	Appréciation et échelle du pH.....	P51
Tableau 13 :	Valeurs de références propres à l'utilisation de la mire de PARDE pour différentes superficies des placettes circulaires.....	P57
Tableau 14 :	Pourcentage des types biologiques.....	P66
Tableau 15 :	Pourcentage des types morphologiques.....	P70
Tableau 16 :	Inventaire floristique de la zone d'étude.....	P72

Liste des abréviations

BNEF : Bureau national des études forestières ;

BNEDER : Bureau national des études et d'expertise rural ;

CFT : Conservation des forêts Tiaret;

GTZ : Office allemand de coopération ;

INSID : Institut national des sols et de l'irrigation et du drainage ;

L : Limoneux ;

LS : Limono sableux ;

m : Température moyenne des minima du mois le plus froid ;

M : Température moyenne des maxima du mois le plus chaud. ;

M.O : Matière organique ;

P% : Précipitation annuelle en mm ;

Q₂ : Quotient d'EMBERGER.

INTRODUCTION

INTRODUCTION GENERALE

La couverture végétale constitue une des composantes principales des milieux naturels. La végétation joue un rôle fondamental dans la structure et le fonctionnement de l'écosystème dont elle constitue une expression du potentiel biologique.

La flore du bassin méditerranéen est unanimement considérée comme étant d'une exceptionnelle diversité, et mérite à ce titre, une attention particulière pour sa conservation.

L'étude de la flore méditerranéenne est relativement simple et présente des caractéristiques particulièrement didactiques pour comprendre les relations réciproques qui peuvent unir milieux biotiques et abiotiques.

La distinction des différents écosystèmes méditerranéens se base sur l'architecture d'ensemble ; la physionomie étant déterminée par les végétaux dominants. Ces derniers restent les meilleurs bio-indicateurs car ils présentent les espèces qui structurent activement le système.

Les principaux écosystèmes sont subdivisés selon la taille de ces végétaux, partant des forêts dites sclérophylles aux steppes en passant par les matorrals.

Les écosystèmes des monts de Bni Affene, ont subi continuellement une régression due le plus souvent à une action conjuguée des facteurs climatiques et anthropiques. L'aire Algérienne du thuya de berbérie (*Tetraclinis articulata*) évaluée à 161000 ha par BOUDY (1950) in (HADJADJ, 2009).

A la suite des incendies destructifs par leur intensité, l'aire de *Tetraclinis articulata* dans la zone d'étude a diminué et l'allure de la forêt se trouve constamment modifiée et transformée en matorrals plus ou moins denses.

Plusieurs travaux sur les peuplements à *Tetraclinis articulata* ont été réalisés en Afrique du nord en générale et sur l'Algérie en particulier: FENNANE (1987), HADJADJ (1988, 1991, 1995, 2009), MILOUDI (1996).

La forêt de thuya est certainement le groupement végétal le plus caractéristique de l'étage Semi-aride, notre attention est attirée par l'état général de cette Tetraclinaie et de ses composantes écologiques.

Ces groupements forestiers et/ou pré forestiers présentent une proportion élevée de peuplements dégradés, dotés d'une capacité d'adaptation de réponse aux diverses pressions

qu'elles subissent, mais ils constituent aussi un capital qu'il convient de protéger en le préservant.

L'objectif de cette étude est de comprendre, la diversité et la dynamique du couvert de la végétation qui constitue les groupements de *Tetraclinis articulata* sur les monts de Beni Affene. Afin d'arriver à notre objectif, nous avons articulé notre travail autour de trois parties :

- ❖ Dans la première partie ; nous avons développé une analyse bibliographique.
- ❖ La deuxième partie est consacrée à la caractéristique physique et bioclimatique de la zone d'étude.
- ❖ La troisième partie est axée sur la végétation avec une étude floristique des groupements à *Tetraclinis articulata*, suivi d'une analyse statistique et pédologique.

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre 1

I. SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

I.1. Généralités sur le thuya

Le milieu naturel est un système très complexe à maîtriser, car toute exploitation irraisonnée des ressources biologiques, hydriques et édaphiques, entraîne un déséquilibre de plus en plus important sur les plans écologique et socioéconomique.

A ce sujet, LOISEL (1978) souligne que la végétation est le résultat de l'intégration des facteurs floristiques, climatiques, géologiques, historiques, géographiques et édaphiques.

Ces connaissances sont actuellement suffisamment avancées au niveau mondial, pour qu'il soit possible de faire une idée relativement satisfaisante de la richesse floristique d'une région donnée, en particulier pour les végétaux supérieurs (QUEZEL et MEDAIL, 2003).

Près de la moitié des superficies occupées par la forêt méditerranéenne au Maghreb sont dominées par la forêt à conifères, dix espèces y sont dominantes :

- ❖ *Abies numidica* ;
- ❖ *Abies pinsapo subsp marocana* ;
- ❖ *Cedrus atlantica* ;
- ❖ *Cupressus atlantica* ;
- ❖ *Cupressus sempervirens* ;
- ❖ *Juniperus phoenicea* ;
- ❖ *Juniperus thurifera* ;
- ❖ *Pinus halepensis* ;
- ❖ *Pinus pinaster* ;
- ❖ *Tetraclinis articulata*.

Ces essences sont d'une grande importance du point de vue économique et écologique, notamment à travers leur rôle de protection contre le processus de désertification (F.WHITE, 1986).

I.1.1. Aperçue sur la famille des cupressacées

I.1.1.1. Morphologie

Les Cupressacées constituent une famille plus homogène que les Taxodiacees. On peut la définir par des caractères généraux concernant le cône femelle et les feuilles. Le cône femelle est petit et souvent globuleux (diamètre n'excédant pas 4 cm). Il est formé de 1 à 8 verticilles de pièces opposées ou alternes représentant la bractée et l'écaille soudées entre elles. Elles portent de 1 à 40 ovules suivant les genres (JUDD et al, 2002).

Les feuilles sont persistantes écailleuses souvent dimorphes, (caduques chez trois genres), simples, alternes et disposées tout autour du rameau, ou repliées à la base et apparaissant alors distiques, opposées ou verticillées

Etroitement opprimées sur le rameau et ne dépassant pas 1mm, ou linéaires et atteignant alors 3 cm de long. Les rameaux latéraux sont ornementés par des canaux résinifères. Les feuilles latérales carénées enveloppent le rameau (JUDD et al, 2002).

I.1.1.2. Caractères morphologiques

Pour les caractères morphologiques des cupressacées elles sont représentées dans le tableau ci-dessous.

Tableau n°1 : Caractères morphologique des cupressacées. (webmaster1)

Organes	Caractères morphologiques
Ecorce	Peu épaisse, peu crevassée, se divisant longitudinale
Rameaux	Auxiblastes et mésoblastes de types non nettement distincts
Bourgeons	Bourgeons sans écailles, non visibles, feuilles terminales protégeant l'axe végétatif
Feuilles	Petites feuilles squamifères opposées décussées aplaties, recouvrant entièrement l'axe végétatif (rameau) ou aciculaire et verticillées par 3
Fleurs	Famille à espèces monoïques. Fleurs mâles en petits strobiles terminaux ou auxiliaires, constitués d'étamines en forme d'écailles comprenant de nombreux sacs polliniques. Fleurs femelles constituées d'écailles en disposition opposée ou pseudo-verticillée Devenant ligneuses a maturité ou parfois charnues .Ecailles soudées à la bractée, portant chacune de 2 à 20 ovules
Fruits	Cônes à bractée et écailles concressentes formant une pièce unique Maturité du cône en 1 ou 2 ans. Forme cylindrique (tribu des cupessées) ou allongée (tribu des thujopsidées) cônes pouvant devenir charnus (tribu des junipérées)
Enracinement potentiel	Traçant

I.1.1.3- Classification de la famille des cupressacées

La famille des cupressacées comprend 2 sous familles : les cupressoidées et la callitroidées

I.1.1.3.a. Sous- famille des cupressoidées

Le cône est constitué d'écaillés imbriquées, ligneuses ou charnues, disposées par paires ou verticillées, sous famille constituée de trois tribus : cuprésées, thujopsidées et junipérées.

- **Tribu des cuprésées** : cônes globuleux à écaillés peltées comprenant un pédoncule central, constitué de 3 à 8 paires d'écaillés ligneuses .trois genres lui sont associés : cupressus ,chamaecyparis et fokia .
- Genre cupressus : feuilles squamifères, opposées-décussées, recouvrant le rameau cylindrique, pas de bourgeons d'hiver individualisés, le cône est avec écaillés et bractées soudées en une seule pièce.la maturation est bisannuelle. On la retrouve dans la zone tempérée chaude de l'hémisphère nord, région circumméditerranéenne. Amérique du nord et Asie, ne supportant pas les grands froids.les principales espèces sont :
- **Cupressus sempervirens** : arbre au port fastigié se rencontrant sur tout le pourtour de la méditerranée.
- **Cupressus arizonica** : espèce provenant des montagnes sèches de l'Arizona et du Texas souvent plantée en Europe pour son feuillage bleuté.
- **Cupressus Lusitanica** : cyprès originaire du Mexique ayant été introduit depuis très longtemps au Portugal.
- **Cupressus macrocarpa** : espèce provenant de la zone côtière de la Californie, plantée dans les dunes de la méditerranée et de l'océan pour résistance atlantique à climat doux remarquable aux embruns. Cime très étalée a feuillage vert jaunâtre.
- **Genre chamaecyparis** : feuilles squamifères, rameaux aplatis, réunies par quatre dans un même plan, deux latérales pliées en gouttière et deux faciales aplaties. Le cône est de petite taille ayant les mêmes caractéristiques que cupressus, mais à maturation annuelle. On le retrouve dans la zone tempérée froide de l'hémisphère nord, Amérique du nord et Asie.

Genre Fokiena : feuilles squamifères sur quatre rangs : paire dorso-ventrale très aplatie, paire latérale a apex pointu, écartée du rameau. Le cône est globuleux à maturation annuelle on le trouve en Chine et en Indochine.

Tribu des thujopsidées : cônes allongés et écailles aplaties à pédoncule terminal elle est subdivisée en quatre genres : thuja, calocedrus, thujopsis et Biota.

Genre thuja : rameaux aplatis, feuilles squamifères réunies par paires (2) dans un même plan, bourgeons recouverts par les feuilles ; cônes comprenant de 6 à 12 écailles aplaties, celles des paires moyennes portant deux ovules aux graines ailées avec des feuillages aromatiques à maturation annuelle. On peut le retrouver en Amérique du Nord et Asie.

Genre calocedrus : feuillage ressemblant à celui du Thuja, feuilles squamifères, plus longues que larges, insérées sur quatre rangs ; paires ventrales et latérales insérées au même niveau , avec cône à écailles aplaties, celles de la paire moyenne portant des graines inégalement ailées on la retrouve dans l'hémisphère Nord U.S.A et Asie.

Genre thujopsis : feuilles latérales pliées, face inférieure très blanche, ramule très aplatie à écaille squamifères sur quatre rangs avec cône subglobuleux constitué de 6 à 8 écailles à ombilic mucroné elle est liée au Japon.

Genre Biota : Feuilles squamifères sur quatre rangs ; feuilles latérales à bords intérieurs divergents depuis la base, à pointe faiblement écartée du rameau avec des cônes ovoïdes glauques, possédant 6 à 8 écailles épaisses à ombilic mucroné un peu recourbé avec des graines non ailées on la retrouve en Asie, depuis l'Iran jusqu'à la Corée.

Tribu des junipérées : cônes sphériques constitués par des écailles opposées ou verticillées par trois, devenant charnues .la tribu ne comprenant que le genre Juniperus.

Genre juniperus : feuilles soit aciculaires, soit squamifères et opposées elles sont souvent dioïques, plus rarement monoïques avec des cônes constitués par des écailles imbriquées, opposées ou verticillées par trois, devenant charnues et conrescentes vaste répartition dans l'hémisphère Nord.

I.1.1.3.b. Sous familles des Callitroidées

Les cônes sont constitués d'écailles disposées par paires ou par verticilles de trois, non imbriquées, s'ouvrant comme des valves. peu de travaux sont consacrés à cette sous-famille.

Elle comprend trois tribus : Actinostrobes, Libocédrées de tetraclinées de l'hémisphère nord (Afrique du nord) (LARABI, 2011).

I.1.2. Généralité sur le genre *Tetraclinis*

Le thuya de Maghreb (*Tetraclinis articulata Vahl Master*), a été décrit par Vahl (1971) sous le nom de *Thuja articulata* ; par la suite il a été reporté au genre *Tetraclinis* par Benth (1883) et Maire (1952). Il fait partie de l'Embranchement des Spermaphytes, Sous-embanchement des Gymnospermes, Ordre des conifères, Famille des Cupressacées, Genre des *Tetraclinis*. QUEZEL et SANTA (1962-1963).

Le thuya de berberie est appelé encore le thuya de l'Afrique du nord ou thuya du Maghreb.

I.1.2.1. Synonyme

- Thuja de Berbérie, thuya à sandaraque
- *Callitris vulgaris* Schrader.
- *Callitris articulata* (Vahl) Link.

I.1.2.2. Nom vernaculaire :

Arabe : Ar'ar, Shajrat el-Hayat.

Anglais: Thuja, Sandarac tree, juniper gum tree.

I.1.2.3. Origine de l'essence:

Tetraclinis articulata est un arbre isolé dans l'hémisphère septentrional, alors qu'il a une trentaine de parents dans l'hémisphère austral, il est le dernier survivant de formes qui s'étendaient jusqu'au Groenland à l'époque du jurassique, et qui peuplaient encore l'Europe occidentale au tertiaire (MAIRE, 1952).

I.1.3. Caractères botaniques et forestiers

Le thuya est un arbre de troisième grandeur ; dont la taille dépasse rarement 10 à 12 mètres (en moyenne 6 à 7) avec 0,40m à 0,50m de diamètre dans des circonstances exceptionnellement favorables. Il peut atteindre 20 mètres et 1 mètre de diamètre (arbre marabout) (Figure n°1). Le fût, généralement rectiligne, ne dépasse pas 5 à 7 mètres et la partie utilisable 3 mètres, du fait des mutilations dans sa jeunesse. Le port est svelte et pyramidale; à un âge plus avancé, la ramure est légère, trouée et s'étale en parasol chez les sujets âgés (BOUDY, 1952).

Les feuilles sont réduites à des écailles opposées et imbriquées par deux, donnant des rameaux articulés. Les jeunes plants ont au contraire des feuilles en aiguilles de 1 cm faisant ensuite place aux types de rameaux articulés. L'écorce, très crevassée, forme un quadrillage serré; elle est moins épaisse que celle des pins (BOUDY, 1952).

D'après GRECO (1966), Il fleurit en automne, ses cônes mûrissent en un an. Chaque cône se compose de 4 écailles abritant 6 graines.

L'enracinement traçant donne un réseau de racines assez serrées pour fixer solidement l'arbre dans les sols rocheux et déclives. Il fructifie assez abondamment à partir de 15 ans ; toutefois, la dissémination de ses graines est bien plus limitée que pour le pin d'Alep, par exemple. Le fruit est un petit cône d'aspect cubique, s'ouvrant en 4 valves et contenant 6 graines ailées qui ne se conservent pas plus de 6 à 8 mois (BOUDY, 1952).

Le bois, à aubier mince et blanc, est de coloration rouge brun. Il se dessèche facilement sans se fendre, à un grain fin et homogène, se travaille et se polit très bien. Il est lourd, de densité 0,70 à 0,95. Son bois est caractérisé par sa résistance à la pourriture (BELLAKHADAR, 1997; MAATOUG, 2003).

Quasi imputrescible ; on en tire des madriers d'arbres morts sur pied depuis longtemps. Son odeur est vive et caractéristique .il n'y a pas de canaux résinifères dans le bois, mais il en existe dans l'écorce exsudant une résine corticale peu abondante, ce qui avait amené les indigènes à pratiquer, pour obtenir de la gomme sandaraque, un gemmage grossier très funeste aux jeunes sujets (BOUDY, 1952).

La vitalité physiologique du thuya est peu commune et sa longévité très grande; les vieux thuyas de 400 ans ne sont pas rares; il a également une facilité remarquable d'émission de rejets de souche jusqu'à un âge avancé (ce qui est extrêmement rare chez les résineux) (GRECO, 1966).

La conséquence de sa vigueur physiologique est qu'il peut cicatriser rapidement la multiple blessure qui lui est infligées et qui feraient périr les autres essences ; cette résistance permet à des tiges de 5 à 10 cm de diamètre de résister au gemmage barbare dont il vient d'être question. Il réagit très énergiquement contre le feu en produisant de nombreux rejets. C'est à toutes ses blessures répétées et à l'action du feu que l'on attribue la formation des loupes de thuya, énormes verrues se formant au collet de la racine, à bois très dense, moucheté, si prisées en ébénisterie et pouvant atteindre 1 mètre de diamètre. Les loupes mettant des siècles à se former. Elles ont été exploitées intensivement entre les deux guerres et ont à peu près disparu (BOUDY, 1952).



Figure n°1 : Habitus de *Tetraclinis articulata* (Vahl.)Masters (Cliché AZZAOUI)

I.1.4. Exigences écologiques

Le thuya est une essence méditerranéenne occidentale par excellence, il occupe la seconde place après le pin d'Alep et le chêne vert. (MAATOUG, 2003).

I.1.4.1. Altitude

Le thuya du Maghreb ne se trouve jamais aux hautes altitudes, car en Algérie, en montagnes très sèches ; leur altitude est de 1400 m, il y souffre d'ailleurs du froid est fructifie rarement par contre au Maroc, la limite la plus élevée est de 1800 m. (FENANE, 1986).

En effet le thuya peut descendre jusqu'au niveau de la mer (dune de la Stidia et d'Oureah à Mostaganem) mais ce n'est pas une station écologique où il prospère dans des conditions optimales. (MAATOUG, 2003).

I.1.4.2. Conditions climatiques

Le thuya du Maghreb est une essence thermo xérophile par excellence. Elle est liée aux bioclimats de type semi-aride chaud, tempéré ou frais. (BENABID, 1976).

Le thuya craint surtout le froid humide. Dans bien des vallées, il préfère les expositions nord-sud, cependant il peut croître dans des stations froides allant jusqu'à la limite inférieure du cèdre dans l'Ouarsenis. (MAATOUG, 2003).

Comme pour le pin d'Alep, le facteur climatique joue un rôle prépondérant dans l'écologie du thuya. Sa distribution est liée au climat méditerranéen semi-aride doux. (BOUDY, 1952).

I.1.4.3. Conditions édaphiques

Le thuya du Maghreb est indifférent à la nature chimique du substratum (BOUDY, 1952). Il se localise sur les sols les plus secs et les plus pauvres, il semble cependant manifester une préférence pour les sols calcaires et les sols fersiallitiques meubles plus au moins profonds. Il redoute les sables mais pousse bien sur les dunes fixes.

Dans le milieu qu'il lui est favorable, il arrive à concurrencer toutes les autres espèces arborescentes et arbustives, ceci grâce à son extrême rigueur.

En Algérie, la répartition du Thuya a été décrite sur les formations géologiques du crétacé (région de l'Ouarsenis et Ténès), du jurassique (région de Freneda, Saida et Tlemcen) et du quarantenaire puis le pliocène (région de Mostaganem) (MAATOUG, 2003).

I.1.4.4. Aire de répartition

Le thuya du Maghreb est une essence endémique de la région méditerranéenne sud occidentale (BENABID, 1976 ET QUEZEL, 1981). Le thuya de Berbérie est une endémique d'Afrique du nord occidentale (ACHHAL, 1985). Où sa densité décroît d'Ouest en Est et couvre environ 916.000 hectares; cependant (HADDAD et al, 2006) estiment la superficie de thuya en Afrique du nord à environ un million d'hectares (Figure n° 2).

Le *Tetraclinis articulata* a une aire de distribution limitée à l'Afrique du Nord exception faite d'un petit peuplement à Malte et d'un autre à l'extrême sud-est de l'Espagne (WHITE, 1986).

Le *Tetraclinis articulata* est essentiellement présent au Maroc atlantique, où il occupe une vaste surface, mais aussi en Oranie, littorale et sur le Cap Bon en Tunisie. (QUEZEL, 2000).

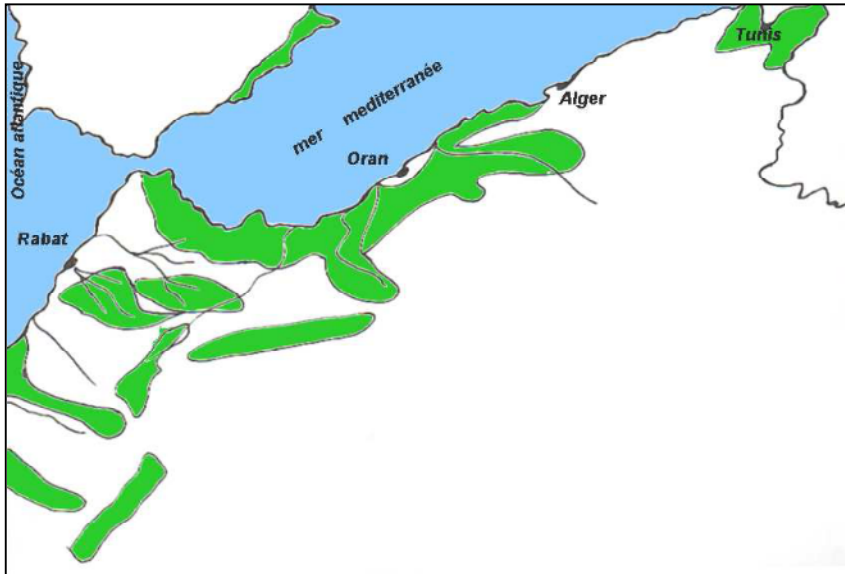


Figure n° 2 : Aire de répartition de *Tetraclinis articulata* en Méditerranée sud-occidentale. (QUEZEL, 1980 et FENNANE, 1987).

- En Tunisie

Le *Tetraclinis articulata* ne couvre que 30,000 ha (BOUDY, 1952). On le retrouve selon un transect Nord - Est allant de Bizerte aux monts de Zaghouane et à Hammamet (MAIRE, 1952); (Figure n° 3). Il pousse sur le calcaire, la silice, et même sur les terrains gypseux à condition qu'il soit bien drainé (ELHAMROUNI, 1978).

Les forêts naturelles sont composées essentiellement de pin d'Alep, de chêne liège, de chêne zeen, et de pin maritime, avec d'autres essences forestières, de grandes valeurs écologiques, telles que le chêne kermès, le thuya...etc.

L'aire bioclimatique du *Tetraclinis articulata* semble plus étendue puisqu'on le trouve depuis l'étage aride dans ses variantes douces, tempérées ou fraîches jusqu'au niveau supérieur du subhumide tempéré et doux (FENNANE, 1987).

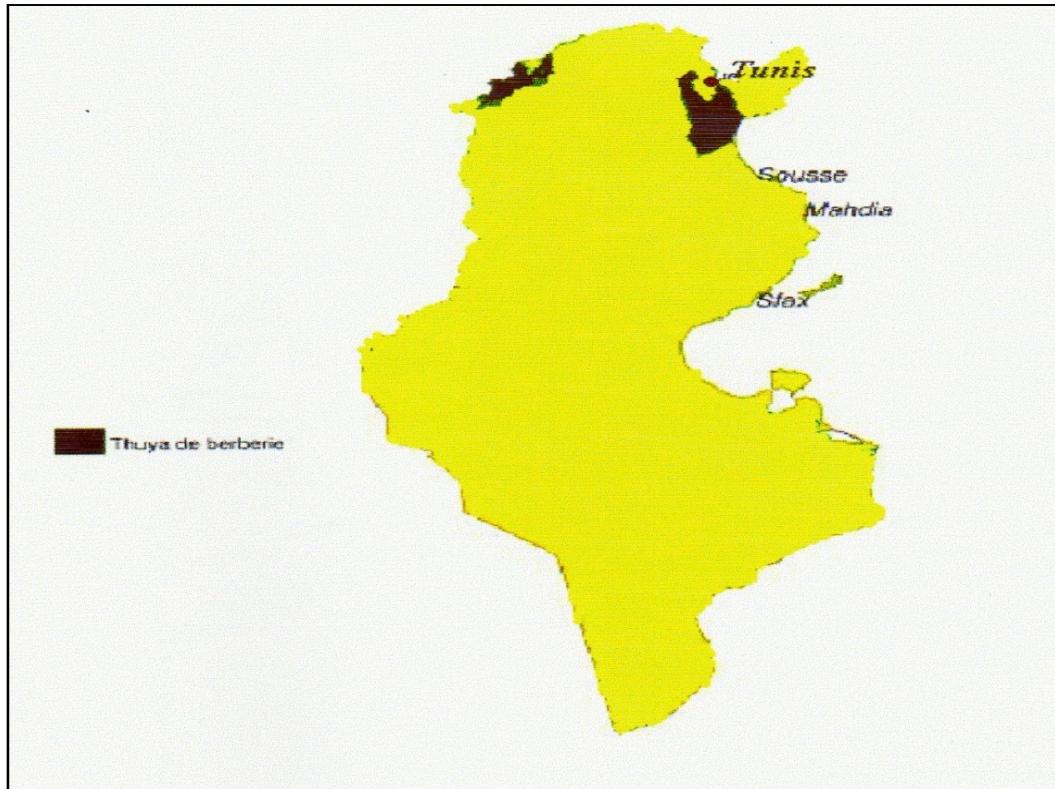


Figure n°3 : Répartition de thuya en Tunisie (D'après BOUDI, 1952)

- **Au Maroc**

C'est au Maroc que le thuya a pris tout son développement où il couvre 725.000 ha (BOUDY, 1952) par contre (BOURKHISS et *al*, 2007) ont estimé la superficie actuelle de thuya à 607900 ha, soit plus de la moitié de la réserve forestière mondiale. Le *Tetraclinis articulata* est généralement localisé dans les étages semi-arides océaniques et maritimes, entre le niveau de la mer et 1500m.

D'après BENABID (1976) le *Tetraclinis articulata* forme trois blocs; le premier au Maroc oriental et dans le moyen atlas, le second bloc dans la région atlantique notamment dans la vallée de l'Oued Grou, de L'Oued Mellah et enfin un troisième bloc, au sud dans les régions du grand Atlas et de l'Arganier. C'est le plus important, avec 250.000 hectares dans la région de Mogador, Tamanar, Id ou Tanant (Figure n° 4).

On trouve de vastes forêts à *Tetraclinis articulata* dans l'inter land entre Essaouira et Agadir, au dessus de la formation broussailleuse à arganier et dans les vallées du cours supérieur des rivières dans l'arrière pays de Rabat et Casablanca

(WHITE, 1986).

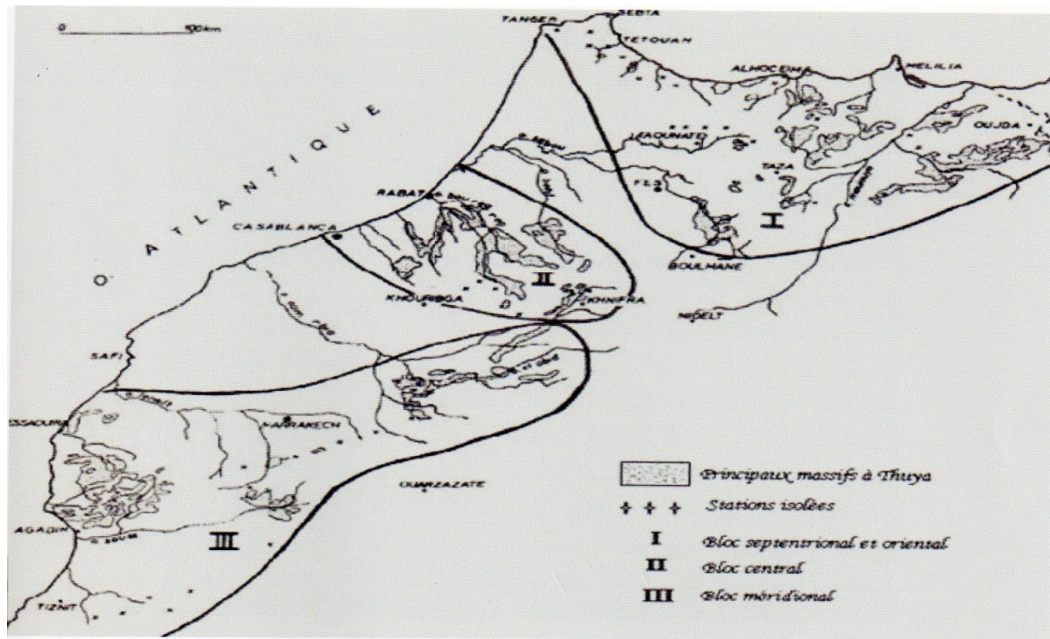


Figure n° 4 : répartition de thuya au Maroc (METRO et al, 1958).

- En Algérie

D'après BOUDY (1952), le thuya du Maghreb aurait occupé 161.000 ha. L'aire algérienne du thuya de Berbérie (*Tetraclinis articulata*) a beaucoup reculé sans que ce recul ne soit clairement expliqué (HADJADJ, 1995). Plus récemment le ministère de l'agriculture donnait le chiffre de 143.000 ha. Il occupait ainsi la 4^{ème} position après le pin d'Alep, le chêne vert et le chêne liège (MAATOUG, 2003).

Dans la région *Algéro-Ouarsenienne*, les peuplements de thuya sont souvent en mélange avec le pin d'Alep. On le trouve dans les circonscriptions de Cherchell, Miliana, Médéa, Ténès, Théniet El - Had. En Oranie, dans le tell occidental, il se substitue nettement au pin d'Alep et forme des peuplements homogènes dans le secteur littoral (Figure n° 5). On le rencontre dans la forêt de Ténès, El-Guelta, Oued Rass, puis dans toutes les forêts de Mostaganem. Dans le secteur de la Mechta Oranaise, il constitue l'élément principal des massifs sous forme de taillis bien venants et denses (MAATOUG, 2003); ainsi on la retrouve dans quelques forêts de Sidi-Bel-Abbès (massif nord de Telagh) (HADJADJ et al, 2009).

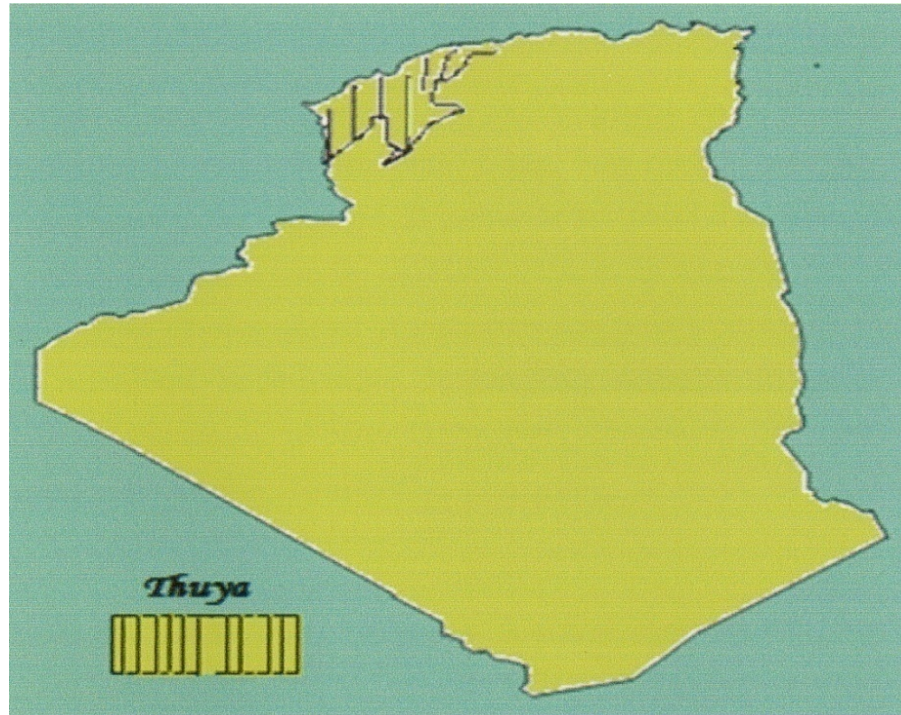


Figure n° 5 : répartition de thuya en Algérie (D'après BOUDY, 1952).

HADJADJ (1988) a noté également que *Tétralinis articulata* (Vahl.) Masters est typique des pays maghrébins. On ne rencontre qu'une petite station dans la province de Carthagène en Espagne et une autre à Malte.

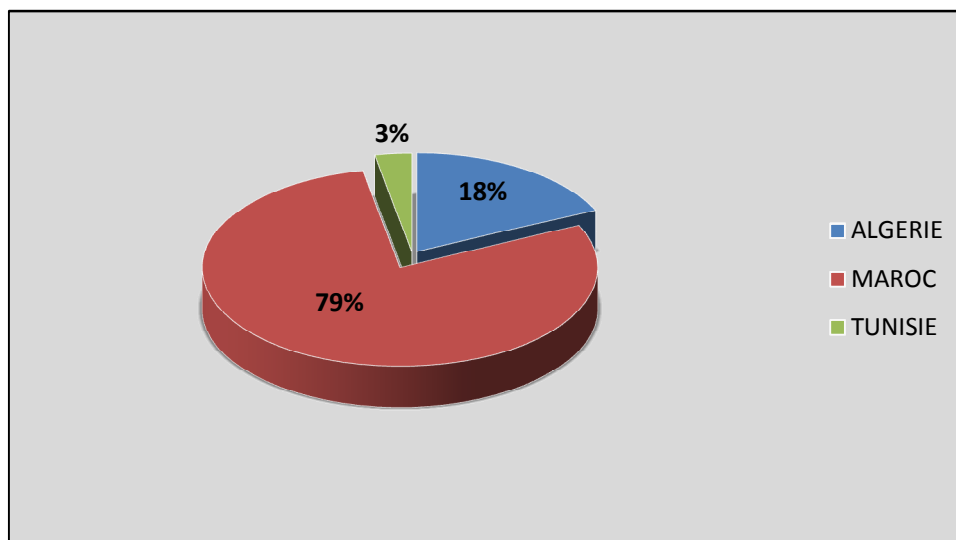


Figure n° 6: Répartition de la superficie de thuya du Maghreb en Afrique du nord (MAATOUG, 2003)

1.1.4.5. Association de thuya

La callitraie est une association éminemment thermophile et xérophile. Elle se développe dans des conditions climatiques et édaphiques analogiques à celle du *Pinus halepensis*. Elle est toutefois beaucoup moins résistante au froid surtout humide, ce qui l'élimine le plus souvent des montagnes de l'intérieure, il lui faut des expositions chaudes (BOUDY, 1950).

D'après Maatoug (2003), les espèces caractéristiques de la tétraclinaie son essentiellement : *Lavandula multifida*, *Cistus vilossus*, *Teucrium polium*, *Ebenus pinnata*, *Osyris lanceolata*

Le même auteur cite les espèces les plus communes dans le sous bois des callitraies :
Bloc oriental (Oranie et Maroc orientale et rifain)

<i>Pinus halepensis</i>	<i>Anthyllus cytisoides</i>
<i>Olea europea</i>	<i>Rosmarinus lourrefortii</i>
<i>Ceratonia sitigua</i>	<i>Rosmarinus officinalis</i>
<i>Pisacia lentiscus</i>	<i>Globularia alypum</i>
<i>Quercus coccifera</i>	<i>Cistus ladaniferus</i>
<i>Rhamnus alaternus</i>	<i>Ampelodesma mouritanica</i>
<i>Arbutus unedo</i>	<i>Stipa tenacissima</i>
<i>Withania frutescens</i>	<i>Erica multiflora</i>
<i>Phillyrea media</i>	<i>Lonicera impleca</i>
<i>Calycotome intermedia</i>	<i>Lavandula dentata</i>

Bloc méridional et central

<i>Euphorbia resinifera</i>	<i>Rhus pentaphylla</i>
<i>Fraxinus dimorpha</i>	<i>periploca loevigata</i>
<i>Genista feroc</i>	<i>pistacia atlantica</i>
<i>Cistus monspeliensis</i>	<i>cistus salvioeflius</i>
<i>Lavanduia stoechas</i>	<i>Stipa tenacissima</i>
<i>Bupleurium dumosun</i>	

L'association se rapproche beaucoup de celle du pin d'Alep, mais ne présente pas des plantes indicatrices aussi caractéristiques que le *romarin* et la *globulaire* (BOUDY, 1952).

ALCARAZ (1982) et FENENE (1988) ont décrit deux groupements à Thuya sur la végétation de l'Ouest Algérien :

_ Groupement sur sols calcaires au semi-aride supérieur chaud, qui s'est distingué par leur richesse en *Satureja fontanesii*, *Arisarum vulgare*, *Asparagus stipularis* et *Withania frutescens*.

_ groupement avec abondance de *Quercus coccifera*, *Calycotome intermedia*, *Ampelodesma mauritanicum*, *Chamaerops humilis*, *Ceratonia siliqua*, *Lavandula stoechas* et *Lavandula dentata*.

Au Maroc, des groupements locaux de la *Tétracлинаie* de l'*Amsittène* ont été décrits par BENABID (1976) ; ils sont caractérisés par une végétation très spéciale montrant un mélange d'éléments endémiques tropicaux, marocnésiens et méditerranéens.

Au niveau du sous-étage Eu-méditerranéen inférieur dans la série du Chêne et du Thuya :

- _ un groupement forestier à *Quercus ilex* et *Arbustus unedo*,
- _ un groupement à *Tetraclinis articulata* et *Cistus villosus*,
- _ un groupement *acidiphile* à *Halimium halimifolium* et *Cistus salviifolius*, *
- _ un groupement à *Tetraclinis articulata* et *Salvia interrupta*,

Ces quatre groupements appartiendraient aux *Pistacio-Rhamntalia Alterni*.

Au niveau du sous-étage Thermo- méditerranéen supérieur dans la série normale du Thuya :

- _ un groupement à *Tetraclinis*, *Olea* et *Pistacia lentiscus*
- _ un groupement à *Tetraclinis* et à herbacées
- _ un groupement à *Tetraclinis* et *Genista tricuspoidata*,
- _ un groupement à *Tetraclinis* et *Globularia alypum*,
- _ un groupement à *Tetraclinis* et *Thymus satureioides*,
- _ une association *rupicole* à *Teucrium rupestre* et *Sonchus pinnatifidus*.

Au niveau du sous-étage Thermo- méditerranéen inférieur dans la serie mixte du Thuya et de l'Arganier:

- _ un groupement à *Tetraclinis-Areania* avec *Gymnosporia senegalensis* et *Periploca laevigata*,
- _ un groupement à *Tetraclinis*, *Argania* et à herbacées
- _ une association à *Tetraclinis*, *Argania* et *Lavandula dentata*,
- _ un groupement saxicole à *Tetraclinis- Argania* et *Warionia saharea*,

Ces communautés s'intégreraient dans les éventuels *Tetraclinido-Arganietalia*.

Au niveau du sous-étage Infra- méditerranéen supérieur dans la série du Thuya et de l'Arganier:

- _ un groupement à *Tetraclinis- Argania* avec *Genista tricuspidata* et *Lavandula dentata*. Celui-ci appartiendrait aux *Tetraclinodo-Arganietalia*.

I.1.5. Régénération du thuya

La régénération du thuya est assurée par voie de semis et par rejets de souche. Bien que la fructification de l'arbre soit suffisamment abondante, la régénération par semis est des plus irrégulières en raison de la pauvreté des sols et du pâturage. Ce n'est jamais qu'une contribution complémentaire; néanmoins, sur un certain nombre de points, le thuya, grâce aux semis, fait la conquête de brousses et de terrains d'ou il avait été éliminé (BOUDY, 1952).

En réalité, la régénération du thuya est assuré surtout par les rejets de souches qui ont donné naissance à des taillis le plus souvent très denses, mais qui, en raison de la gemme dont la plante est imprégnée, sont très inflammables. On peut même dire que ce sont les incendies qui autrefois ont assuré la survie des forets de thuya. Ce sera sur la régénération par rejets que s'appuiera d'ailleurs la technique de l'exploitation et de l'aménagement du thuya (BOUDY, 1952).

Si la faculté de rejet de souche a été salvatrice dans le maintien des tetraclinaies jusqu'à présent, il n'en reste pas moins que ce sera la régénération par semis (naturelle ou artificielle) qui sera nécessaire pour que le thuya reprenne son

aire pour le renouvellement des souches centenaires voire millénaires. Il restera à mettre en œuvre des mesures pour la mise en défense de ces aires-là. En d'autres termes, « il conviendrait d'assurer une diminution de la charge pastorale en forêt, solution qui restera un vœux pieux tant qu'elle ne sera pas imposée par les autorités » (HADJADJ et *al*, 2009).

HADJADJ et *al*. (2009) ont constaté que les reboisements de pin d'Alep rentrent en compétition avec le thuya en partie au moins, par sa litière. C'est peut-être par ce biais-là qu'il convient d'expliquer la mauvaise reprise du thuya sous le pin d'Alep dans le massif du Telagh (Sidi Bel Abbas) et inversement son très bon développement est observé dans les monts de Frenda et en particuliers dans les cocciferaies.

I.1.6. Reboisement de thuya

Boiser, reboiser, c'est créer ou recréer ici et là des boisements de production à grand rendement. C'est à dire installer un végétal ligneux, le cultiver, l'élever afin d'obtenir du sol la maximum de profit (GRECO, 1966). Le thuya présente un grand intérêt pour le reboisement des terrains médiocres en climat semi-arides (BOUDY, 1952).

I.1.7. Utilisation du thuya

Le bois de thuya est dur, supporte bien l'écrasement. Il résiste bien à la flexion. C'est un très beau matériau, susceptible de nombreux usages dans la menuiserie fine et l'ébénisterie (BOUDY, 1952). Il est dur et supporte très bien l'écrasement (MAATOUG, 2003).

Sa principale utilisation sera désormais la production du bois de service : bois de mine à partir de 0,10 à 0,12 de diamètre, perches, etc... (Depuis 1939 jusqu'en 1946, on a extrait au Maroc 2.500.000 mètres linéaires de thuya) Il donne un bon bois de chauffage et son charbon est léger (160 kg au stère) est d'assez bonne qualité. Avant la guerre, il était dédaigné par les charbonniers, mais depuis sa production est devenue importante (BOUDY, 1952).

Le bois de *Tetraclinis articulata* (Vahl) masters est très utilisé en industrie artisanale (BUHAGIAR et al, 2000).

Le thuya est réputé dans la médecine traditionnelle marocaine. Il est principalement utilisé contre les infections intestinales et respiratoires, le diabète et l'hypertension (ZIYYAT et al, 1997).

I.1.8. Influence des insectes sur le thuya

L'environnement biotique d'une plante est représenté par l'ensemble des êtres vivants qui interagissent avec celle-ci. Ces organismes peuvent être pathogènes pour les plantes, ou bien mutualistes ou symbiotiques. Les agents pathogènes sont de différents types: virus, bactéries champignons et les insectes ravageurs. Ces derniers, comme leur nom l'indique détruisent la plante en l'ingérant une partie ou même complètement. Ils sont nuisibles aux cultures, il s'agit d'insectes suceurs ou d'insectes mâcheurs (criquet et la chenille processionnaire) (MOROT et al, 2009).

La chenille processionnaire du pin, *Thaumetopoea pityocampa* Schiff., est l'un des plus grands ravageurs forestiers en Algérie. Elle attaque les pinerais en ralentissant leur croissance (BELKACEM, 2010). En raison de son association avec le pin d'Alep parfois la chenille processionnaire du pin attaque aussi le thuya.

MATERIELS ET METHODES

Chapitre 2

II- MATERIELS ET METHODES

II.1. Milieu physique

II.1.1. Description de la zone d'étude

II.1.1.1. Situation régionale

Elle est caractérisée aussi par une géomorphologie hétérogène telle que:
une zone montagneuse au nord ; La wilaya de Tiaret est situé à l'ouest de pays, couvre une superficie de 20399,10 km², elle s'étend sur une partie de l'Atlas tellien au nord et sur les hauts plateaux au centre et au sud.

Elle se situe entre le massif de l'Ouarsenis occidentale au nord et les hauts plateaux steppiques du sud à l'ouest, elle est délimitée par plusieurs wilayas à savoir :

- ✓ Tissemsilt et Relizane au nord ;
- ✓ Laghouat au sud ;
- ✓ Mascara et Saida à l'ouest ;
- ✓ Djelfa et Médéa à l'est

La région de Tiaret est caractérisée par un relief varie et une altitude comprise entre 800-1200 m.

Leur superficie est répartie comme suite :

- ✓ Superficie agricole utile SAU : 684851 ha ;
- ✓ Forêts : 141842 ha ;
- ✓ Terres incultes : 10000 ha ;
- ✓ Steppe et alfa : 199.217 ha.
- ✓ Les hautes plaines au centre des espaces semi-arides au sud, ceci démontre la variation des paysages agricoles et la variation des reliefs.

II.1.1.2. Situation locale

La station selon ELLENBERG (1956) dépend impérativement de l'homogénéité de la couverture végétale dans le but d'éviter des zones de transition.

A l'intérieur des stations ainsi obtenue, le choix de l'emplacement de nos relevés s'est fait d'une manière subjective en veillant au respect du critère d'homogénéité structurale floristique et écologique (GEHU et RIVAS-MARTINEZ, 1981).

Nous avons donc pu choisir quatre placettes représentatives de chaque exposition, dans la zone d'étude. Ces placettes ne représentent pas le même cortège floristique.

Notre but est de bien connaître les causes des facteurs écologiques stationnelles sur la répartition spatio- temporelle de la végétation liée aux groupements à *Tetraclinis articulata*.

La zone d'étude est située dans la forêt domaniale de Bni Affane est typique des zones continentales semi-aride, celle ci se situe au niveau des hauts plateaux de l'ouest.

La forêt de Beni Affane est situé entre 35° 17' de latitude Nord et 001° 03' de longitude Est, à quelques kilomètres après la commune de Mechraa Sfa (figure n° 7).

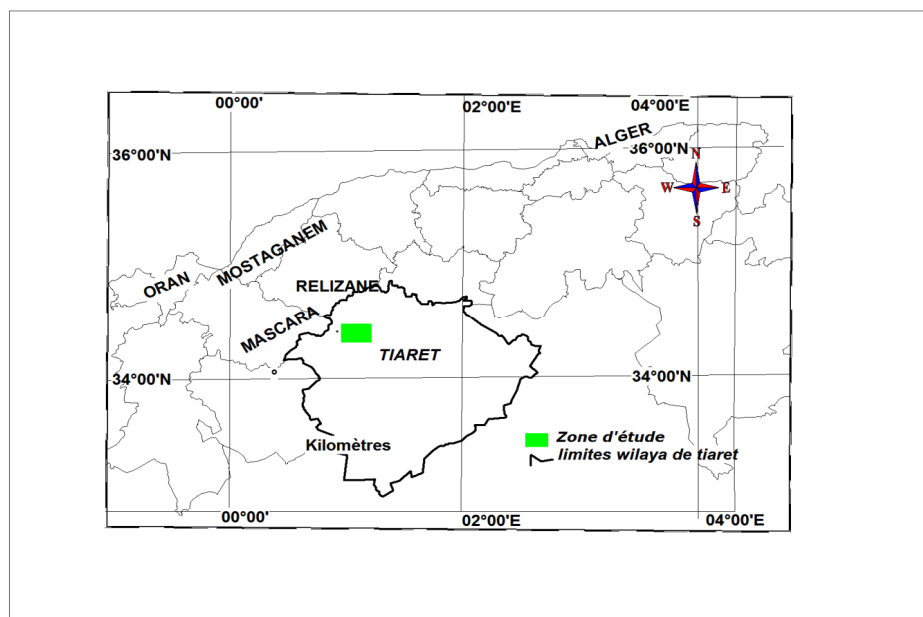


Figure n °7 : La carte de situation de la zone d'étude.

La zone d'étude s'étend sur une superficie de 4018 Has et regroupe 04 cantons qui sont : Djbel Aref, Djbel Ghezala , Meska Et Tarlempt.

Les placettes ont été installées sur deux cantons ; Djbel Aref, Djbel Ghezala. (figure n° 7).

Tableau n° 2 : Division du foret de Beni Affane en cantons (CFT ,2013)

Foret	Noms des cantons	Superficie en has
Beni Affane	<i>Djbel Aref</i>	896
	<i>Djbel Ghezala</i>	1 022
	<i>Meska</i>	1 492
	<i>Tarlempt</i>	608
<i>Total</i>		4 018

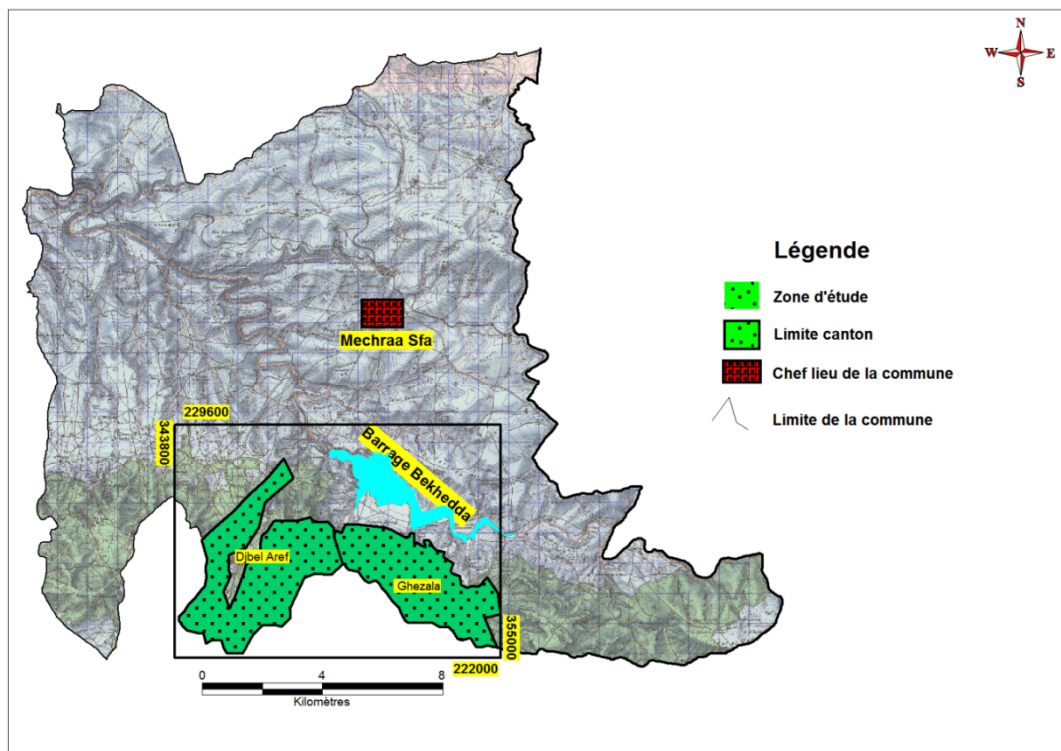


Figure n° 8 : Carte représentative de la zone d'étude.

II.1.1.3. Caractéristiques géographiques

La zone d'étude est limitée au nord par le barrage de Bekhadda, par la forêt domaniale de Sdama chergui au sud ouest, par L'Oued Mina à l'ouest, à l'est la forêt domaniale de Tagdempt.

II.1.2. Le couvert végétal

La formation végétale de la zone d'étude a subie une dégradation d'où l'observation d'un rangement d'une formation forestière à une formation préforestière puis à matorral.

Dans les placettes étudiées la dégradation de la couverture végétale favorise l'installation des matorrals et des pelouses.

Ces groupements végétaux peuvent être des références, des points de repères, et dans une certaine mesure, peuvent donner un aperçu sur les conditions locales.

Ces zones écologiquement homogènes ont guidé le choix de l'emplacement de nos relevés.

La zone d'étude est essentiellement occupée par le *Tetraclinis articulata*, qui est incontestablement l'espèce dominante, toutefois et compte tenu des variations du milieu physique, certaines autres espèces peuvent être rencontrées telle que *Olea europea* var *oleaster*, *Stipa tenassicima*, *Pistacia lentiscus*, *Phillyrea angustifolia*, *Globularia alypum*, *Quercus coccifera* ...etc, repartis selon les quatre expositions .

D'autres espèces introduites ont été recensées près du barrage Bakhadda, tel que le *pinus halepensis* et l'*eucalyptus*.

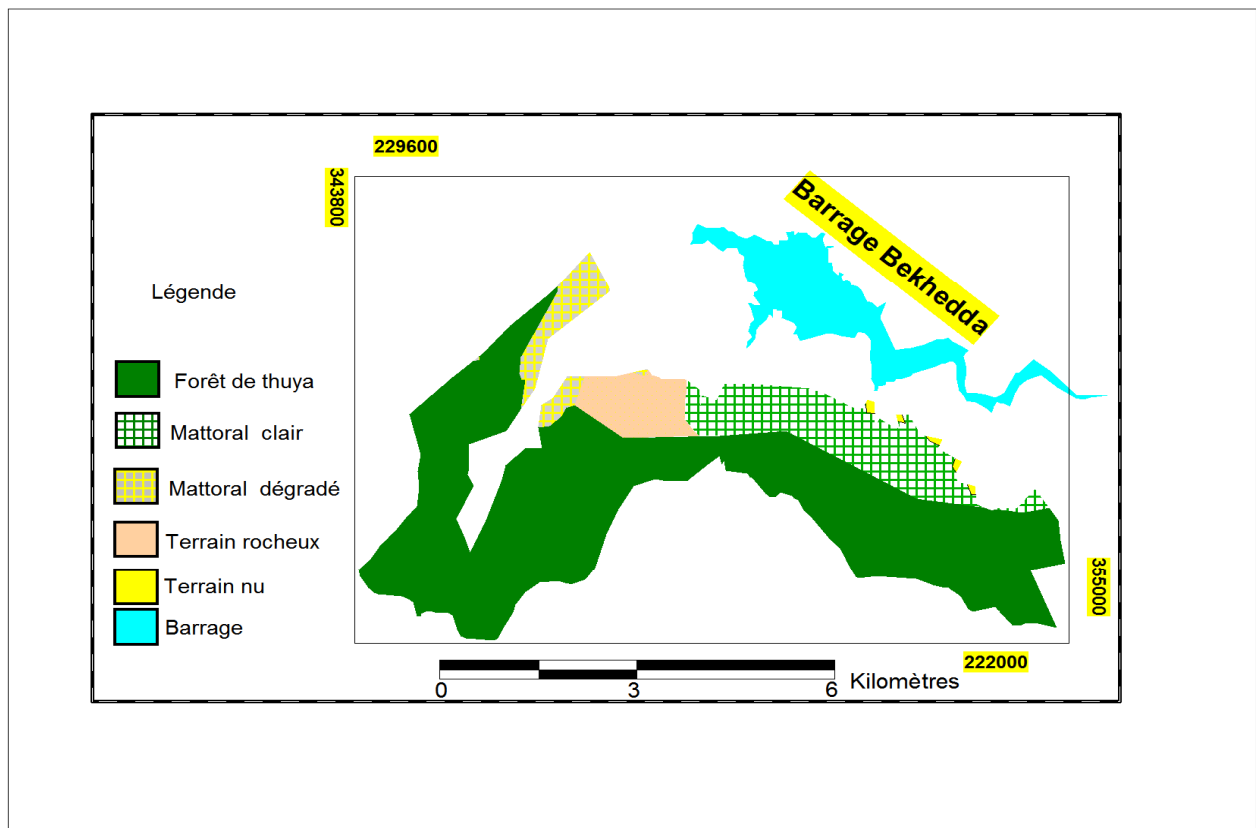


Figure n° 9 : La carte représente le couvert végétal

Tableau n° 3 : Occupation du sol (BNEF ,1990. BNEDER, 2008)

N°	Occupation du sol	Superficie (has)	Pourcentage (%)
1	Forêt de thuya	1 398.60	72,92
2	Matorral clair	284.05	14,81
3	Matorral dégradé	93.41	4,87
4	terrain rocheux	110.86	5,78
5	terrain nu	31.08	1,62
TOTAL		1 918	100

La forêt de thuya couvre une superficie de 1 398.60 hectares ; elle représente 72.92 % est la part du Matorral clair couvre une superficie de 284.05 has. c'est-à-dire 14.81% de la superficie totale, Matorral dégradé elle ne présente que 93.41 has ,

terrain rocheux et terrain nu couvrant une superficie de 141.94 soit 7.4% de la superficie total de la zone d'étude Tableau n°14.figure 28 et 29.(GTZ,1990)

II.1.3. Description du milieu physique

II.1.3.1. Le relief :

La zone de projet occupe une partie des massifs montagneux des monts de Frenda, appartient à l'étage semi-aride, le point culminant est de (1031 m) situé au niveau du Djbel Aref.

Les altitudes au niveau de la zone d'étude varient entre 640 m et 1031 m, celle-ci dispose d'un réseau hydrographique plus au moins conséquent ce qui donne lieu à un relief assez accusé et compte tenu une couverture végétale importante, ceci est pour accentuer le risque d'incendie. (BNEDER ,2008).

II.1.3.2. Les pentes

Les pentes faibles (inferieurs à 3%) ne couvrent que 86.51 hectares ; elles ne représentent que 4.51 % de la superficie totale de la forêt, et la part de la classe 3 à 12.5% couvre une superficie de 846.03 has soit un peu moins de la moitié de la superficie totale. La classe de 12,5 à 25 % couvre un peu plus du 1 / 3, c'est-à-dire 34.33% de la superficie totale soit 658.45 has. La pente forte supérieure à 25% représente 17.05% de la superficie total soit 327.01 has (GTZ ,1990)

Tableau n° 4 : Les classes des pentes. (GTZ ,1990)

N°	Classe des pentes	Superficie has	Pourcentage
1	0à3%	86.51	4,51
2	3 à 12,5 %	846.03	44,11
3	12,5 à 25 %	658.45	34,33
4	> 25 %	327.01	17,05
	TOTAL	1918	100

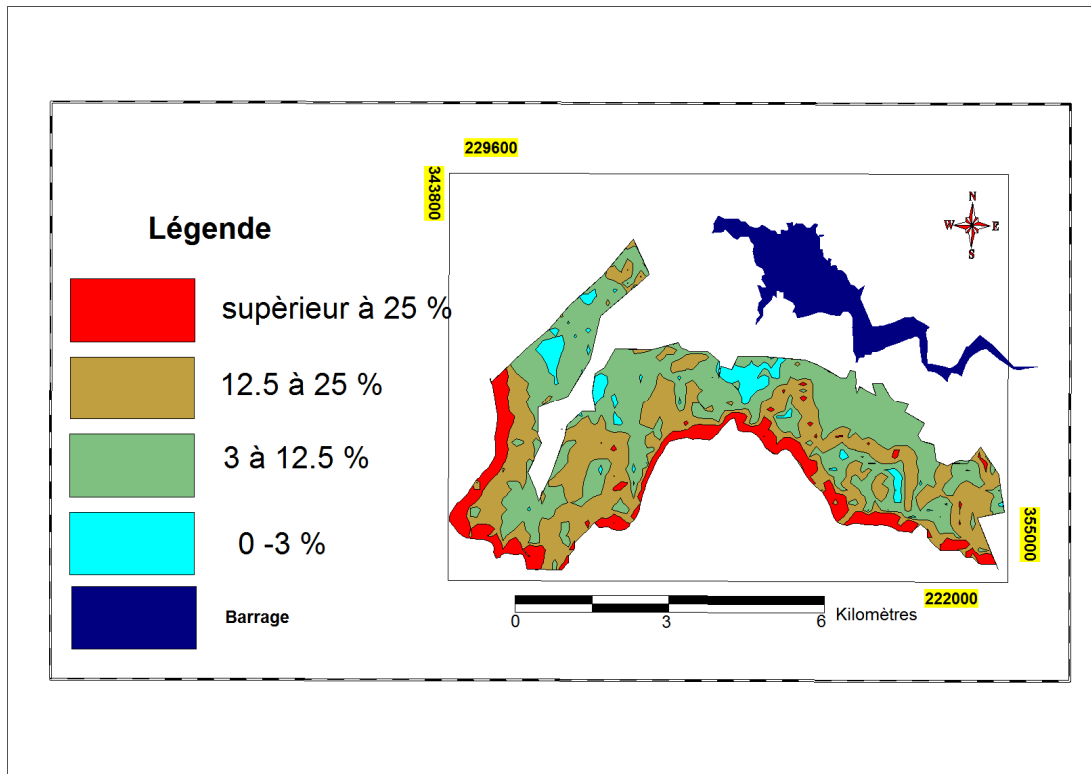


Figure n°10 : Cartes des pentes. (GTZ, 1990).

II.1.4. Caractères édaphiques

Les sols de la région sont assez hétérogènes et leurs caractéristiques suivent la nature du substrat et la topographie, peuvent être classés en trois grands groupes : sols calcaires, sols rouges, Les sols peu évolués et les lithosols : (SATEC, 1976 ; BNDER, 2008 ; PIETRACARPRINA, 1988 et HALITIM, 1988).

Un récapitulatif des caractéristiques physico-chimiques des principaux types de sol de la région est présenté dans le tableau n° 2.4.

II.1.4.1. Sols calcaires

Formés sur des roches calcaires plus ou moins compactes, ils contiennent une certaine proportion de matière organique qui permet de les diviser en deux sous -type selon l'importance de cet élément. Les zones où ces sols dominant sont le plus souvent caillouteuses, des bancs de roc apparaissent sur les crêtes. Ce sont des terrains le plus souvent légers, perméables, à humus peu abondant se transformant

assez rapidement. Ils occupent une partie assez importante de la zone et sont localisés comme suit :

- sols brun calcaires: ,
- sols calcaires humifères ;

Ces sols se caractérisent par :

- présence de calcaire à un taux en liaison avec la nature de la roche-mère,
- l'horizon superficiel toujours moins riche en calcaire que l'horizon sous-jacent,
- la teneur en argile diminue en profondeur, - la présence généralement d'un seul horizon différencié.

II.1.4.2 Les sols peu évolués :

On rencontre deux groupes de sols peu évolués non climatiques :

- A- Celui des minéraux bruts, cela est dû soit à une variation lithologique soit à un adoucissement de la pente permettant l'approfondissement du sol. La faible profondeur constitue la seule contrainte.
- B- - Sols peu évolués groupe d'apport colluvial : se sont des sols caractérisés par des particules plus fines mélangées à la surface à des éléments grossiers de toutes dimensions (DUCHAUFOR, 2001). On les trouve dans le sud, le centre et les parties inférieures du versant nord ;

II.1.4. 3 lithosols :

Ils Sont assez étendus et se retrouvent sur presque tous les versants dénudés. Ils sont peu épais (moins de 20cm généralement) et parfois laissant la place aux affleurements rocheux, ces sols portent parfois une broussaille ou un maquis très dégradé. Outre les affleurements de la roche mère (calcaire, grès ou dolomie), le ravinement y est intense.

Tableau n°5: caractéristiques physico-chimiques des principaux types de sol
(TERRAS, 2011).

Type de sol	Horizons	argile	limon	sable	MO %	CaCO ₃ Total	pH
Sol fersiallitique	1(0-8 cm)	11.8	56.3	26.9	2.2	0.2	7.4
	2(8-27cm)	42.4	14.7	41.2	1.4	0.6	7.5
Sol isohumique	1(0-15 cm)	31	12	41	1.25	0.2	7.4
	2(15-35cm)	48	20	15	1.2	1.0	7.5
	3(35-50cm)	40	31	14	1.02	14.6	7.7
Sol calco-magnésique	1(0-20cm) 1(0-20cm)	12	14	46	2.2	24.1	7.7
Sol brun calcaire	1(0-15 cm)	19	19	45	2.01	10.7	7.8
	2(15-40cm)	24	25	17	1.01	48.3	8.1
Rendzine	1(0-11 cm)	12	10	32	2.5	24.1	7.9
	2(11-45cm)	16	17.5	37.4	1.7	28.5	8.1
Sol peu évolué	1(0-15 cm)	16	5	58	1.2	0.3	7.6
	2(15-50cm)	24	6	48	0.8	0.3	7.7
Sol hydromorphe	1(0-20 cm)	28	10	47	1.2	5.8	7.8
	2(20-50cm)	36	6	44	0.7	1.5	7.9

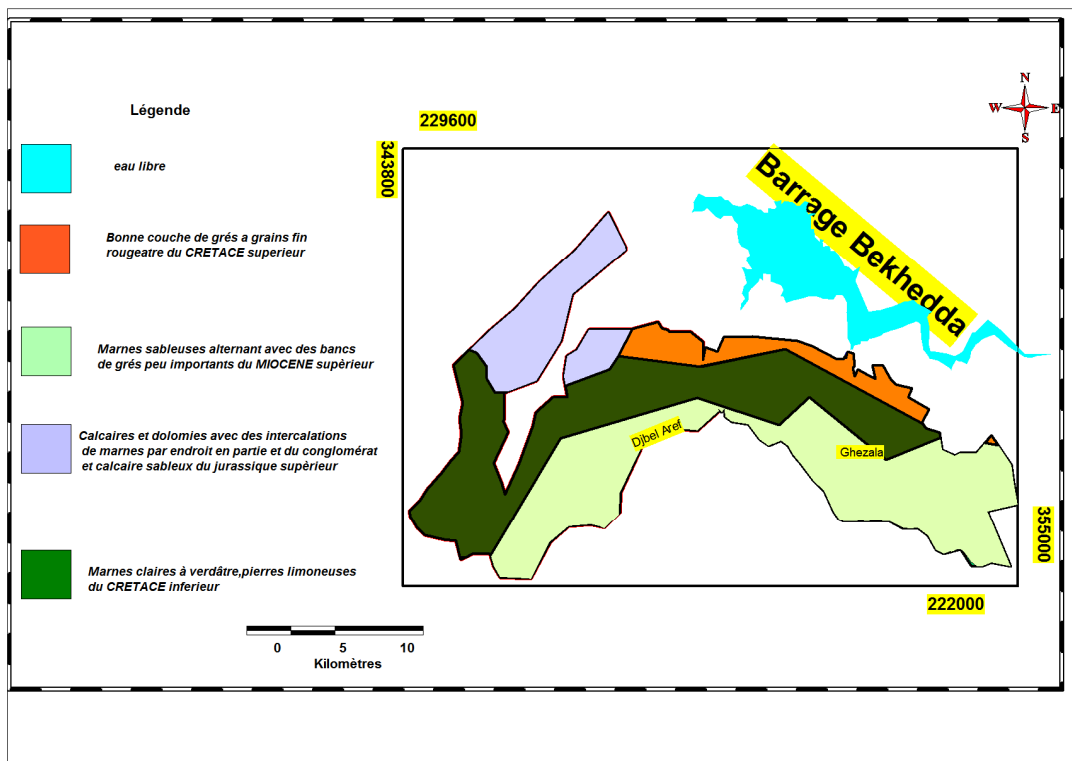


Figure n°11 : La carte de lithologie (GTZ, 1990).

II.1.5. Hydrologie :

Faisant face aux conditions et à la situation de la zone d'étude, le réseau hydrographique est caractérisé par des cours d'eau temporaires telle que Oued Cherchar, néanmoins d'autres oueds permanents sont identifiés telle que L'Oued Mina, qui longe la zone d'étude.

Notons aussi que la principale formation aquifère de surface est le barrage Bakhadda qui limite la forêt dans sa partie Nord, par ailleurs plusieurs autres points d'eau sont identifiés dans divers endroits de la forêt telle que les sources d'eau (GTZ, 1990).

II.2. BIOCLIMAT

II.2.1. Introduction

. Le climat est un facteur très important en raison de son influence prépondérante sur la zone d'étude en général.

Le climat est l'ensemble des phénomènes météorologiques (Température, pression atmosphérique, vent, précipitation) qui caractérisent l'état moyen de l'atmosphère et son évolution en un lieu donné.

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

En effet, le climat joue un rôle essentiel dans les déterminismes de la répartition des plantes. EMBERGER (1970-1971) a particulièrement souligné ce rôle en ce qui concerne la végétation méditerranéenne, ses recherches l'on conduit à une méthode originale de caractérisation de ce que nous appellerons « le bioclimat ».

D'après SELTZER (1946) et THINTHOIN (1948), le climat de l'Algérie relève du régime méditerranéen, avec deux saisons bien tranchées, une très sèche, l'autre relativement humide. Ce climat tend vers une aridité de plus en plus accentuée, il se concrétise non seulement par le régime pluviométrique mais aussi par les fortes températures estivales entraînant une intense évaporation.

Pour la région de Tiaret, plusieurs travaux ont été réalisés sur le bioclimat (MAATOUG, 2003).

Dans le cadre de notre étude sur la phytoécologie des groupements à *Tetraclinis articulata* de la région de Bni Affene, nous avons porté une attention toute particulière aux effets du climat (P% et

T°) pouvait influencer de cette végétation, notamment la fructification intra et inter annuelle.

II.2.2. Les facteurs climatiques

Le facteur climatique est toujours important dans n'importe quelle étude (agriculture, paysage, utilisation des sols...).

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.

- La croissance des végétaux dépend de deux facteurs essentiels ;
- L'intensité et la durée du froid (dormance hivernale) ;
- La durée de sécheresse estivale.

La région de Tiaret par sa position géographique, et la diversité de son relief, subit des influences climatiques conjuguées des grandes masses d'air, de l'exposition du relief, et de l'altitude.

II.2.2.1. Précipitation

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

Du point de vue géographique, les précipitations varient selon la région étudiée soit au nord ou au sud, à l'Est ou à l'Ouest, ou qu'elle que soit haute ou basse, on parle de trois gradients définissant les variations de la pluviosité l'altitude, la longitude, et la latitude (CHAABANE, 1993).

D'après POUGET (1980), l'étude de la variabilité de la pluviométrie interannuelle exprime le caractère irrégulier de la pluviosité d'une année à l'autre, les années sèches et mêmes très sèches se succèdent aux années pluvieuses selon un rythme de plus en plus irrégulier accentuant le caractère de tendance à l'aridité du climat.

Selon SELTZER (1946), la hauteur de la pluie augmente avec l'altitude, il détermine pour chaque région de l'Algérie l'accroissement moyen de pluie avec l'altitude.

L'analyse de la carte de distribution spatiale des précipitations, permet de caractériser les observations suivantes : Le régime pluvial était assez élevé dans la station de Tiaret durant cette période, car la région de Tiaret bénéficiait de 600 mm par an sur les régions du nord, et entre 300 et 500 mm de précipitations sur les régions sud de la ville, de plus, les niveaux de précipitations annuelles suivent bien les niveaux des reliefs.

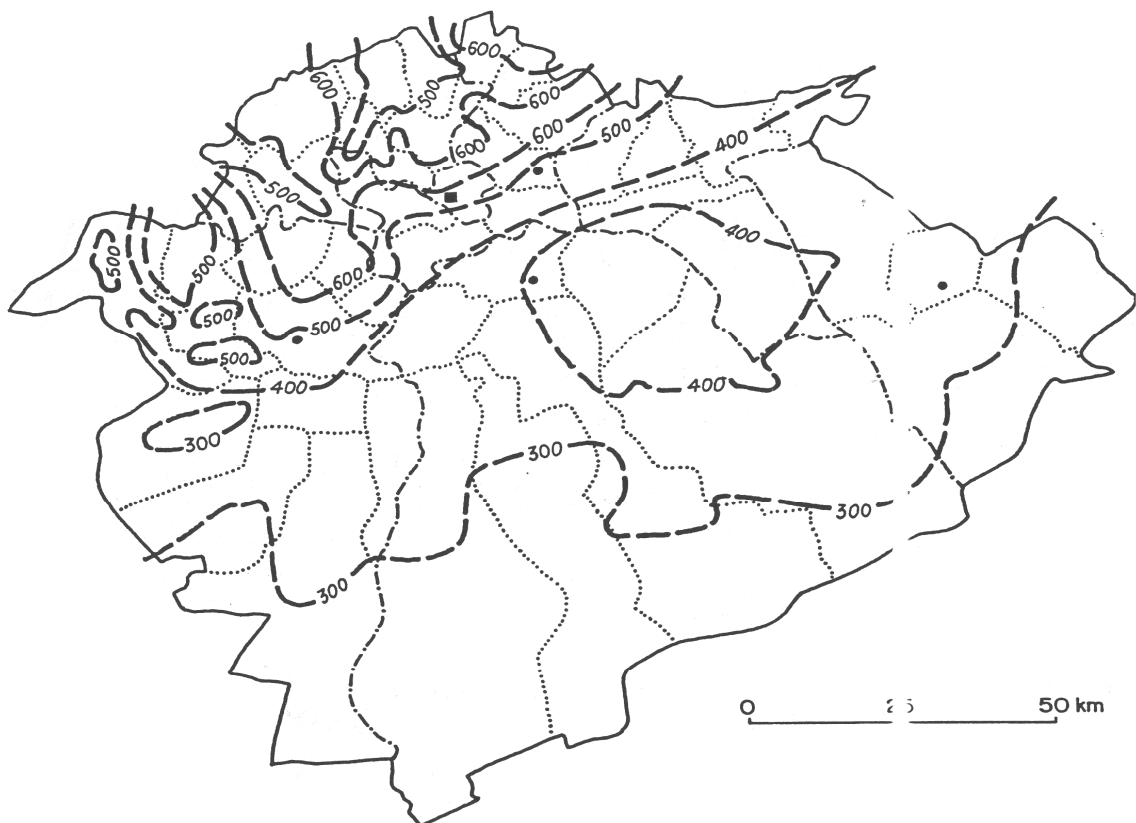


Figure n°12 : Carte de distribution spatiale des précipitations dans la région de Tiaret (DUVIGNAUD, 1992)

II.2.2.1.a. Synthèse des données pluviométriques

La zone d'étude reçoit en moyenne une pluviométrie moyenne annuelle de l'ordre de 357 mm ; la période pluvieuse s'étale généralement du mois de septembre à au mois de mai soit 9 mois avec un maximum au printemps et en hiver. Les mois les plus arrosés avec 69 % de la tranche pluviométrique sont les mois de janvier (43.8mm) et novembre (44.3 mm). Les minima sont enregistrés en été où sévit la sécheresse estivale caractéristique essentielle du climat méditerranéen.

Les fluctuations climatiques d'une année à l'autre sont une des caractéristiques de la zone d'étude, au même titre que toute la région et constituent un handicap en matière de corrélation entre pluviométrie et croissance de la végétation. Il va de soit que cette répartition spatiale et même temporelle conditionne pour une grande part l'évolution de la végétation.

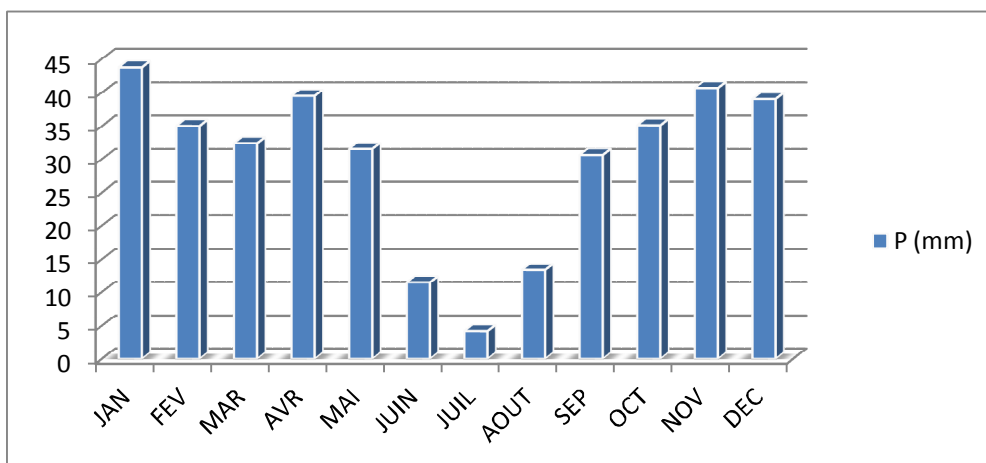


Figure n°13 : Pluviométrie Moyenne mensuelle

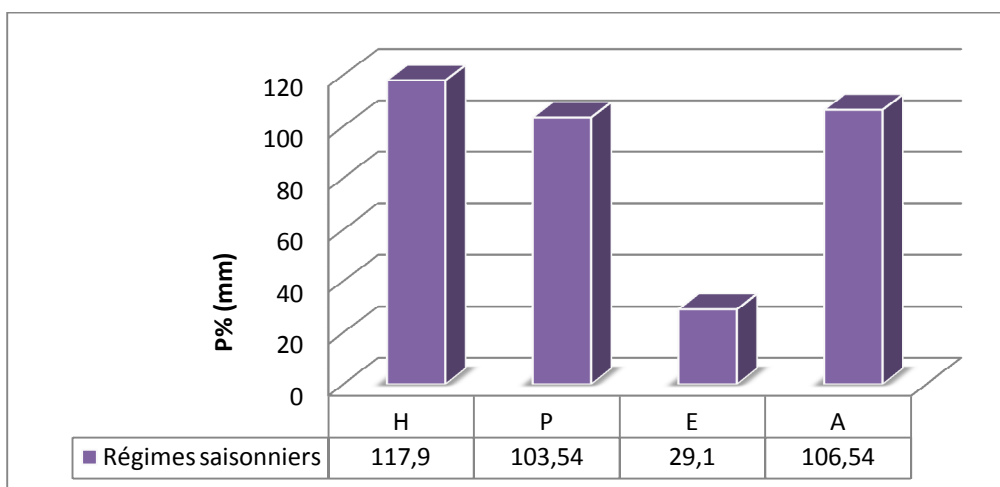


Figure n°14: Régime pluviométrique saisonnier entre 1986-2012.

II.2.2.1.b. Evolution des précipitations de la station d'étude

La (figure N°..) représente l'évolution des précipitations annuelles d'une période de 26 ans successifs. L'observation du graphe permet de distinguer :

- Des précipitations varient entre 500 et 600mm avec une moyenne de 550 mm entre 1994-1996 et entre 2008 et 2011 ;
- Cette moyenne chute à 350 durant les autres années où les précipitations varient entre 200 et 500mm.

La diminution des valeurs de précipitations exprime aussi la tendance du régime pluvial irrégulier.

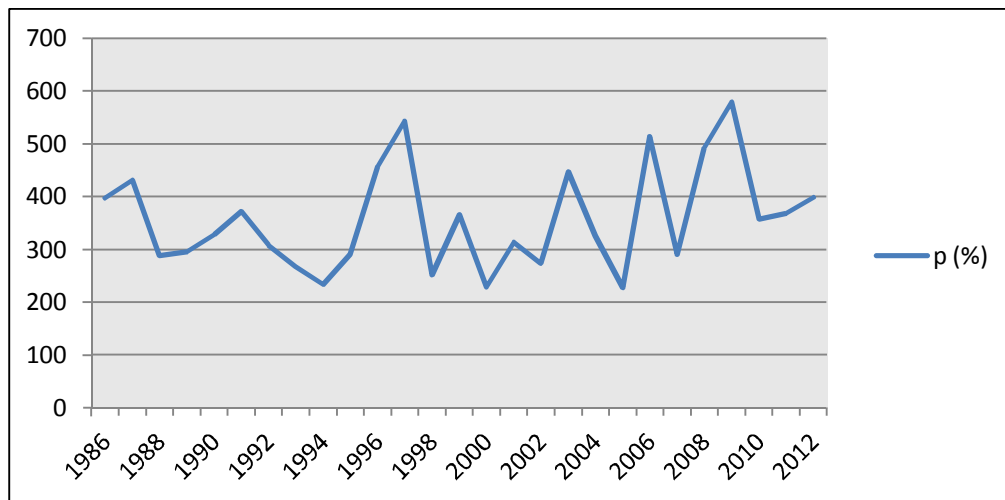


Figure n°15 : Evolution des précipitations annuelles de la station de Tiaret entre la période 1986-2012.

II.2.2.2. La température

Tout comme l'eau, la lumière et l'oxygène, la température est un facteur écologique fondamental et un élément vital pour les formations végétales. C'est un facteur exerçant une action écologique importante sur les êtres vivants.

Ce facteur est très intéressant pour notre étude, ces changements peuvent avoir une influence sur le déclenchement de feux de forêt, c'est en période estivale qu'on enregistre le plus d'incendies.

L'une de nos préoccupations dans cette étude est de montrer l'importance des fluctuations et des variations thermiques dans l'installation des cupressacées et précisément du *Tetraclinis articulata* dans notre zone d'étude.

La caractérisation de la température en un lieu donné se fait généralement à partir de la connaissance de quatre variables au minimum :

- Les températures moyennes mensuelles ;
- Les températures maximales ;
- Les températures minimales ;
- L'écart thermique.

Les moyennes mensuelles des températures la période (1986-2012) confirment que Janvier est le mois le plus froid, elles varient entre 5 et 15°C durant les mois de Novembre jusqu'à la fin Avril.

Pour les températures moyennes les plus élevées, elles sont situées au mois d'août, augmentent jusqu'à 25°C vers la fin Juin, pour atteindre plus de 27°C entre Juillet et Août.

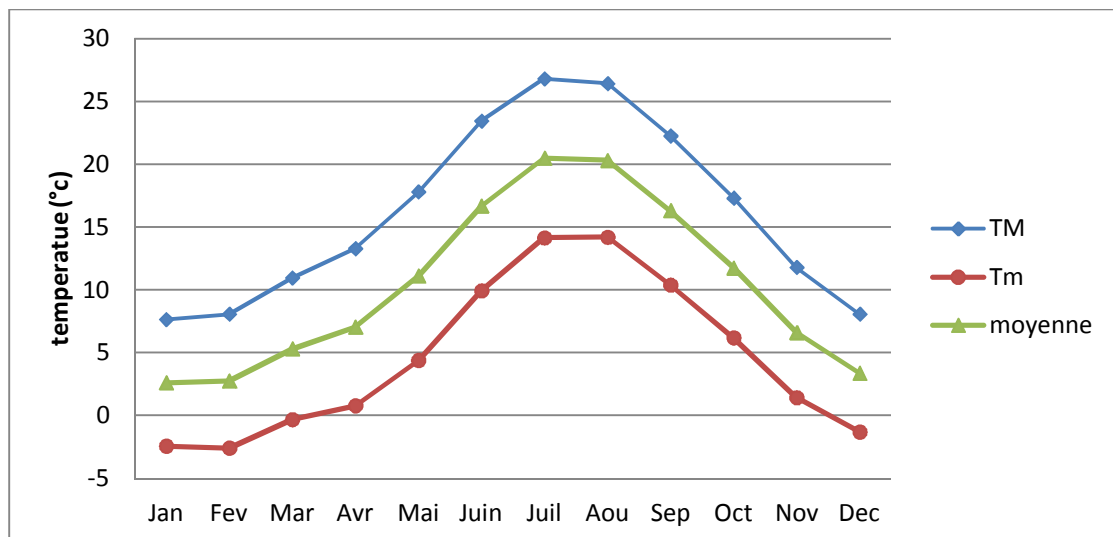


Figure N° 16 : Variation des moyennes mensuelles de température de la Station Tiaret entre 1986-2012.

II.2.3. Les autres facteurs climatiques

II.2.3.1. La gelée et la neige

L'abaissement de la température au dessus de 0°C provoque la formation des gelées, ce sont des refroidissements nocturnes se formant en temps clair et calme en présence des températures basses.

Il s'avère particulièrement dangereux pour les jeunes pousses, la gelée survient en hiver et au printemps, elle croit avec la continentalité, la gelée oscille 14 jours durant toute la saison froide avec un maximum en décembre et en janvier.

Le nombre de jours où il a neigé augmente avec l'altitude, aussi on note que la neige ne dure que très peu de temps.

II.2.3.2. La grêle

La chute de grêle est à craindre, elle peut endommager énormément les végétaux. Elle s'observe le plus fréquemment en saison hivernale, en été la chute de grêle est insignifiante, le maximum de la fréquence est enregistré au mois de mars et coïncide avec la période de floraison. Les chutes de grêle bien que rares en été ne sont pas nulles.

II.2.3.3. Humidité

L'humidité de l'air est le taux de saturation de l'atmosphère.

L'humidité relative moyenne de la station de la station de Tiaret atteint son minimum durant la fin du mois de juillet et août avec une moyenne qui est inférieure à 5% le maximum est dans le mois de novembre, décembre, janvier avec une moyenne supérieure à 70%.

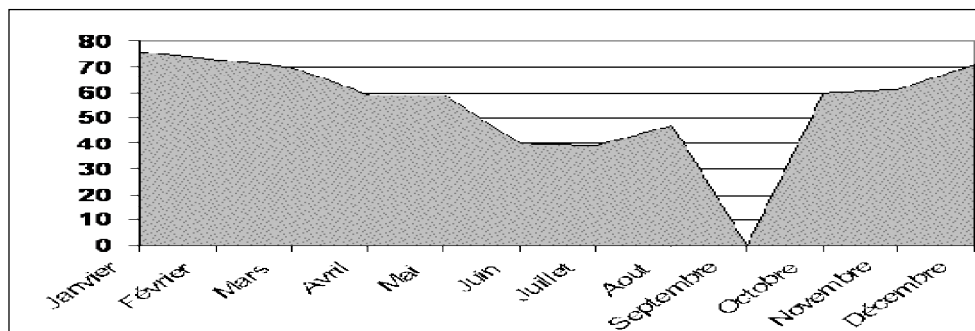


Figure n°17 : Moyennes mensuelles de l'humidité relative pour la période 1988-2012 (Station Ain Bouchakif, Tiaret).

II.2.3.4. Le vent

Le vent est l'un des facteurs les plus caractéristiques du climat, et la connaissance de sa force et de sa direction s'avère aussi nécessaire, du fait qu'il accélère l'évaporation.

Il possède un régime de déplacement variable en fonction de l'altitude. La pression atmosphérique et les saisons. C'est un facteur climatique qui entraîne aussi des variations de températures et d'humidité, et exerce une action mécanique et physiologique sur les arbres forestiers.

Les vents dominants pour la région de Tiaret sont ceux d'une direction nord-ouest, les vents d'une direction sud-est sont les moins fréquents atteignent une vitesse de 13,2 à 14,9 m/s.

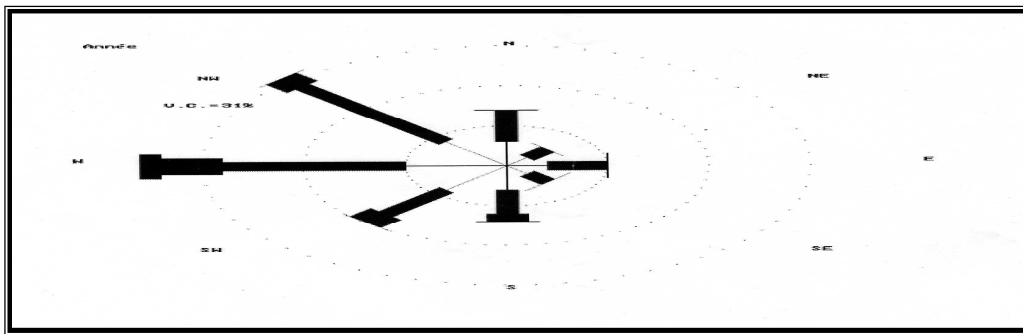


Figure n°18 : Rose des vents de la période 1988-2012 (Station Ain Bouchakif, Tiaret).

II.2.3.5. Le siroco

C'est un vent très chaud et très sec soufflant du sud au nord souvent associé à des particules des sables et de terres et, fréquemment durant la période estivale. C'est durant cette période sèche, qu'il cause plus de dégâts aux sols déjà déshydratés par l'effet de la chaleur estivale. Les mois pendant lesquels, il se manifeste sont très variables durant l'année. On enregistre 14 jours /an. Il faut remarquer que le siroco commence à souffler en moyenne de 0,9 à 1,9 jours dès le début de mois d'avril, au moment où la végétation est en pleine croissance, ce qui cause des dommages aux jeunes plantes.

Le siroco peut souffler à n'importe quel moment de l'année sauf aux mois de Janvier et de décembre. Les maximums sont observés aux mois de Juillet avec 3.6 jours en moyenne et 2.8 jours au mois d'août.

II.2.4. Synthèse climatique :

De nombreux auteurs ont synthétisé les données climatiques en recherchant une classification des types de climat par des indices et formules basées essentiellement sur la température et la pluviosité qui sont les deux facteurs limitant pour définir et classer les bioclimats.

D'après OZENDA (1982), « c'est un diagramme qui permet d'avoir une idée sur les périodes sèches et humides d'une telle région ». un mois est sec lorsque sa pluviométrie totale en mm égale ou inférieure au double de la température moyenne en °C.

En outre, ce mode de représentation introduit par GAUSSEN (1954) consiste à comparer mois par mois le rapport entre les précipitations et les températures. On convient d'appeler périodes sèches pendant les quelles la courbe de pluviométrie se trouve en dessous de la courbe de température.

GAUSSEN et BAGNOLS considérant que la saison sèche représente pour de nombreux pays la période critique de végétation et par conséquent le facteur écologique principal d'après la loi des facteurs limitant (OZENDA, 1982).

II.2.4.1. Courbe ombrothermique de BAGNOLS et GAUSSEN

D'après BAGNOLS et GAUSSEN (1954), ils constatent la relation suivante ($p=2T$) et à l'aide d'une courbe qui porte sur l'axe des abscisses les douze mois de l'année, les températures moyennes mensuelles en °C et les pluviométries en mm sont reportées sur deux axes ordonnés.

Selon la courbe ou le diagramme ombrothermique de BAGNOLS et GAUSEN de notre zone d'étude a permis de visualiser :

- ✓ La période humide débute du mois d'octobre à mi-avril ;
- ✓ Une période sèche débute de mi-avril à octobre ;

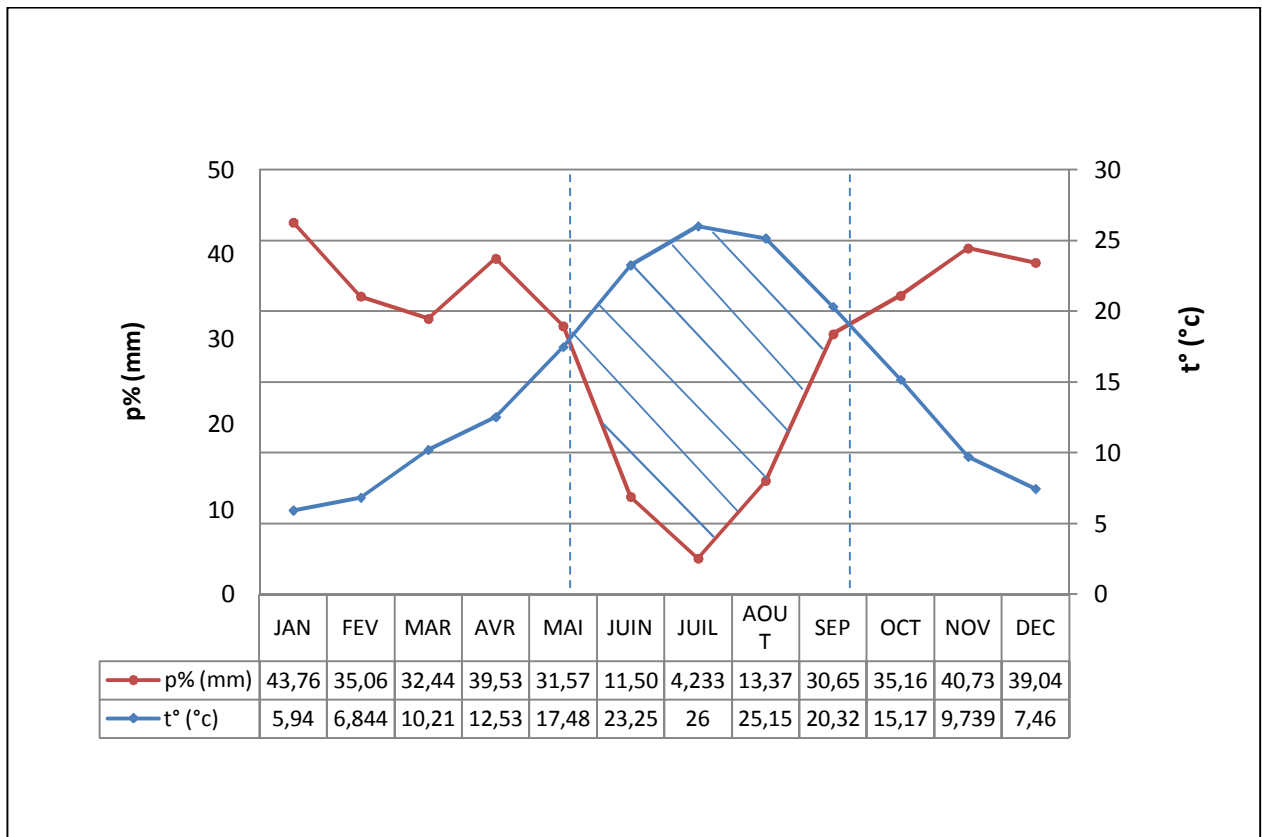


Figure n°19 : Diagramme ombrothermique de la station de Tiaret 1986-2012.

II.2.5. Le quotient pluviométrique et le climagramme d'EMBERGER :

Selon DAJOZ (2006), le système D'EMBERGER permet la classification des différents types de climats méditerranéens.

Selon QUEZEL et MEDAIL (2003), cet indice se base sur les critères liés aux précipitations annuelles moyennes (P en mm), à la moyenne des minima du mois le plus froid de l'année (m) et la moyenne des maxima du mois le plus chaud (M).

D'après EMBERGER (1954), le climat peut être exprimé par un quotient qui est calculé par les formules suivantes :

$$Q_2 = 2000P/M^2 - m^2$$

Ou :

P : Moyenne des précipitations annuelles en mm

M : Moyenne des Maxima du mois le plus chaud en ° K

m : Moyenne des minima du mois le plus froid en ° K

STEWART (1969), a montré qu'après simplification le quotient pluviométrique peut s'écrire comme suit :

$$Q_2 = 3.43 P / M - m$$

Avec : P (mm) : précipitation moyenne maximale ;

M (°C) : température moyenne maximale du mois le plus chaud ;

m (°C) : température moyenne minimale du mois le plus froid.

Où P en mm, M et m en °k.

Les calculs effectués sur la base de cette formule, nous donnent les résultats présentés dans le tableau n° 8 Nous présentons aussi les niveaux bioclimatiques des stations étudiés en fonction de leur Q_2 .

Sur la base du tableau suivant établi par EMBERGER, nous pouvons situer l'étage bioclimatique de notre zone d'étude (Figure n° 20).

Tableau n°7 : Quotient pluviométrique et étage bioclimatique (BELAROUCI, 1981).

Etage bioclimatique	Valeur de (Q)	Pluviosité annuelle moyenne (mm)	Durée de la saison sèche
Etage humide	> 95 à 145	900 – 1300	< 3mois
Etage sub- humide	55 à 45	600 – 900	3 à 4mois
Etage semi – aride	25 à 95	300 – 600	4mois environ
Etage aride	15 à 40	100 – 300	< 5mois
Etage saharien	< 20	100 et irrégulière	Indéterminé parfois = 12 mois

Les calculs pour la station de Tiaret pour les deux périodes 1986-2012, donnent un Q_2 diminue de 34,37, soit environ la moitié. Cette diminution a fait que la station de Tiaret se classe actuellement dans le semi-aride inferieur à hiver frais. (Tableau N° 8).

Tableau n° 8 : situation bioclimatique des stations d'étude pendant la période 1986 - 2012.

Station	Période	m (°c)	Q2	Niveau. bioclimatique	Variable Thermique
Tiaret	1986-2012	1.37	34,37	semi aride	Fraiche

À partir de la figure suivante, le calcul de (Q_2) nous a permis de situer notre zone d'étude dans l'étage semi – aride frais pendant la période 1986-2012.

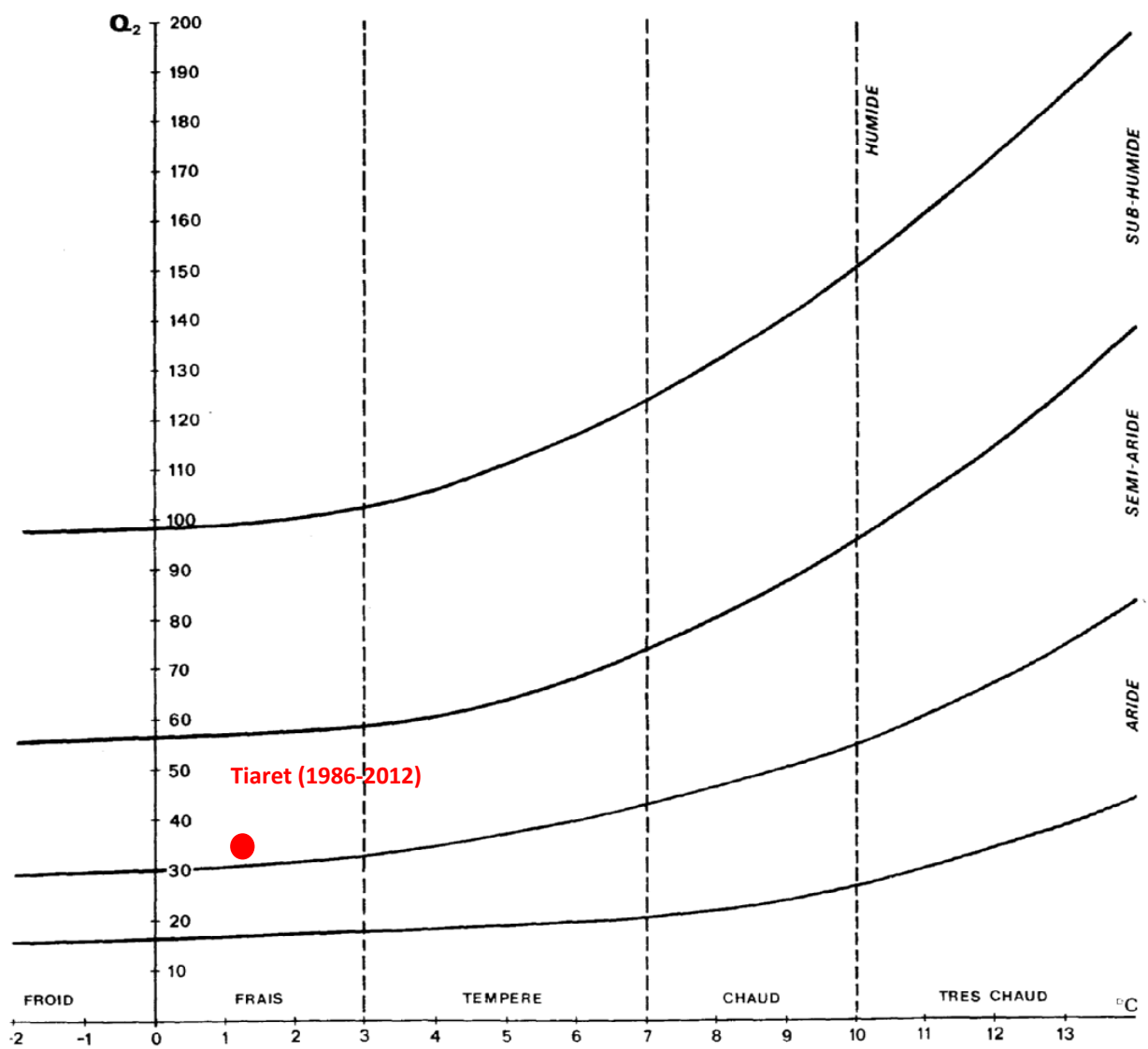


Figure n°20 : Position de la wilaya de Tiaret sur le climagramme D'EMBERGER pendant la période 1986-2012

II.2.6. L'indice d'aridité de DEMARTONNE

Demartonne, note que l'indice d'aridité annuel est donné par la formule suivante :

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

Avec : I : indice d'aridité annuel ;

P : précipitation moyenne annuelle en (mm) ;

T : température moyenne annuelle en (°C).

Pour notre station, cet indice est égal à 10,71. Cela place notre station dans le bioclimat semi-aride conformément aux résultats cités ci –dessous. Le tableau12. Montre l'interprétation des valeurs de l'indice de DEMARTONNE.

Tableau N° 9 : Valeurs de l'indice d'aridité de DEMARTONNE et bioclimat correspondant (DEMARTONNE *in* SAFA, 2013).

Valeur de l'indice	Type de bioclimat	Valeur de l'indice	Type de bioclimat
0-5	Hyperaride	20-30	Subhumide
5-10	Aride	30-55	Humide
10-20	Semi-aride	>55	Perhumide

II.4. APPROCHE PEDOLOGIQUE

II.4.1. Introduction

Le monde végétal n'est pas seulement dans la dépendance de l'atmosphère d'où il tire une grande partie des éléments nécessaires à la synthèse des composés organiques, dans la quasi-totalité des cas il est fixé au sol et prélève dans ce milieu vivant d'autres éléments qui ne lui sont pas fournis par photosynthèse.

Dans toute étude écologique, le sol reste la clé déterminante des différents phénomènes (croissance, maintenance et adaptation) par ses éléments nutritifs minéraux, ainsi que sa teneur en eau et en matière organique. (CHERIF, 2012).

Les sols résultent de l'action extrêmement intriquée et complexe des facteurs abiotiques et biotiques qui conduisent à l'élaboration d'un mélange intime de matières minérales et organiques provenant de la décomposition des êtres après leur mort et leurs excréta (litières, racines mortes, cadavres d'animaux, fèces) (RAMADE, 1984).

DUCHAUFFOUR (1977), souligne que le sol est une réserve de substances nutritives et un milieu stable pour l'activité biologique. Le même auteur ajoute que « le sol est un complexe dynamique », complexe ; car tous les sols présentent des caractéristiques nombreuses et une atmosphère interne, dynamique ; car ces caractères ne sont pas figés une fois pour toute, mais sont des résultats d'une évolution progressive, la pédogenèse sous l'action des différents facteurs du milieu, le climat, la nature de la roche mère.

Selon TRICART et *al* (1973), le sol est la formation naturelle de surface à structure meuble et d'épaisseur variable résultant de la transformation de la roche mère, sous jacente sous l'influence de divers processus physiques, chimiques et biologiques.

La formation et l'évolution du sol, sous l'influence des facteurs écologiques conduisent à la différenciation des strates successives, texture, structure, et des couleurs différentes, appelées horizons. L'ensemble des horizons s'appelle « le profil ».

Les sols les plus répandus dans la zone d'étude restent les sols calcaires. Le taux de matière organique varie en fonction de la richesse des strates végétales.

Dans le cadre de cette étude, il nous a paru nécessaire d'évaluer les caractéristiques édaphiques de la zone d'étude dans le but de déterminer les conditions de la vie des populations végétales.

II.4.2. Choix des emplacements

Dans la zone d'études, on a prélevé 16 échantillons du sol, 4 de chaque exposition, à une profondeur de 50 cm à l'aide de la tarière forestière pédologique (Fig. 5.1). Les échantillons sont acheminés au laboratoire de pédologie de l'université de Tiaret à des fins d'analyses physico-chimiques: *humidité, texture, pH eau, PH Kcl, taux de calcaire* et le *taux de la matière organique*, Concernant *la granulométrie*, on a réalisé l'analyse au niveau du laboratoire de l'I.N.S.I.D de relizane.



Figure n°21 : Prélèvement des échantillons du sol à l'aide de la tarière forestière pédologique (cliché AZZAOUÏ).

II.4.3. Analyse des sols

II.4.3.1. Méthode d'analyse :

Les échantillons prélevés sont étalés et séchés à l'air libre puis émiétés à la main et tamisés avec un tamis à mailles de 2 mm de côté. Les analyses chimiques et physiques ont été réalisées au laboratoire d'Agro-Biotechnologie et de nutrition en zone semi aride.

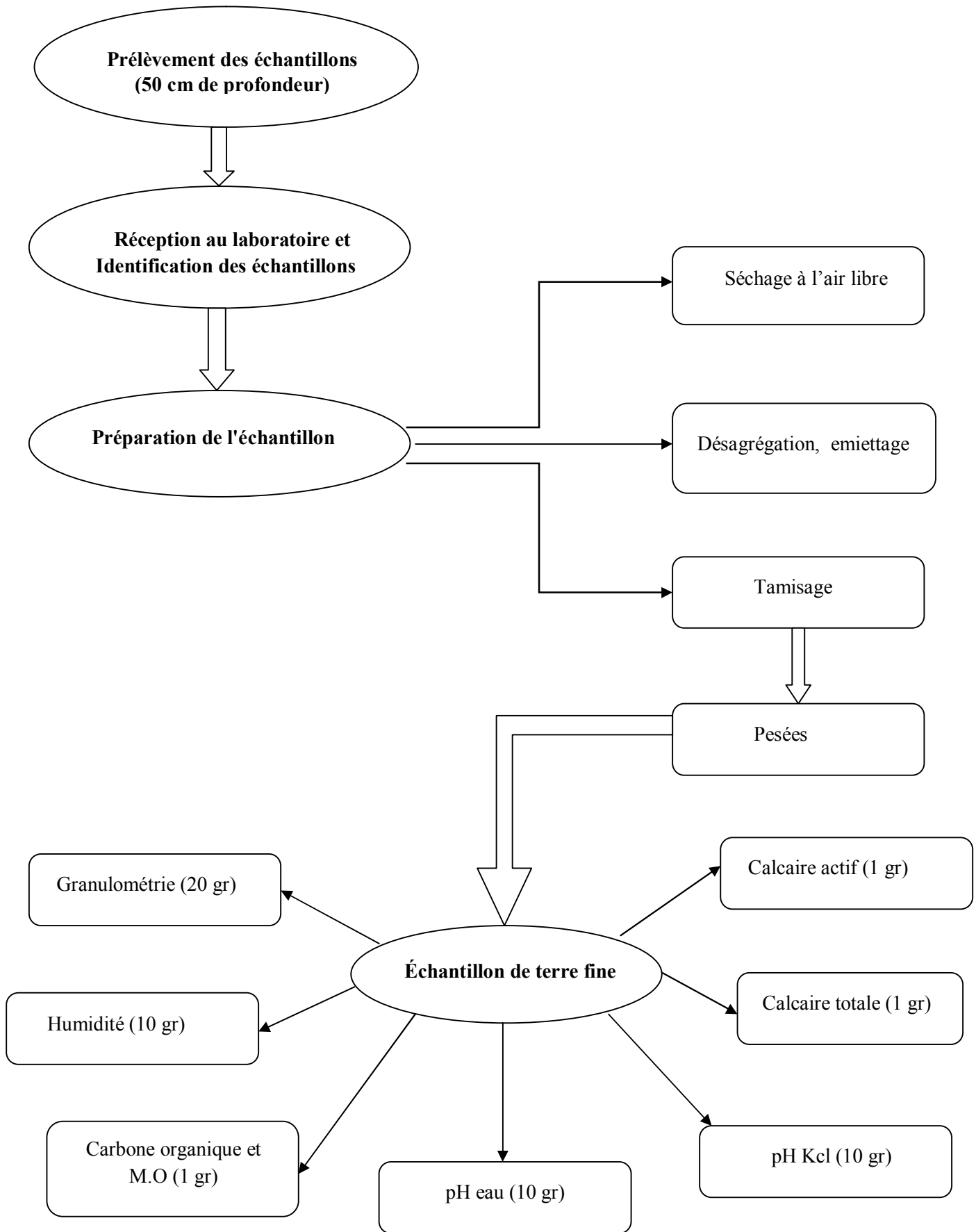


Figure n°22 : Schéma du mode opératoire des analyses du sol

II.4.3.2. Analyse physique

II.4.3.1.a. L'humidité

Elle correspond à la teneur en eau d'un échantillon de sol à un moment donné. Elle est exprimée en pourcentage par rapport à une quantité de terre séchée à 105°C. Elle correspond à la teneur en eau d'un échantillon de sol à un moment donné. Elle est exprimée en pourcentage par rapport à une quantité de terre séchée à 105°C.

L'eau du sol a une importance considérable, d'une part par ce qu'elle intervient dans la nutrition des plantes, à la fois directement et indirectement, en tant que véhicule des éléments nutritifs dissous, d'autre part c'est un des principaux facteurs de la pédogenèse, qui conditionne la plupart des processus de formation des sols (DUCHAUFFOUR, 2001).

La teneur en eau en pour cent de la terre séchée à l'air est calculée comme suit (BAIZE, 2000 ; RAMADE, 2003).

$$H\% = \frac{\text{Poids humide} - \text{Poids sec}}{\text{Poids humide}} \times 100$$

II.4.3.1.b. La Granulométrie

L'analyse granulométrique a pour but de donner la composition élémentaire ou texture d'un sol (BAIZE, 2000).

Elle permet de classer les particules minérales constitutives agrégats en un certain nombre de fractions par catégorie de diamètre (on suppose que ces particules minérales sont sphériques) ; L'association internationale des sciences du sol a adopté l'échelle d'ATTERBERGE qui classe les particules de façons suivantes :

Tableau n° 10 : Dénominations des classes granulométriques (webmaster 2).

DENOMINATIONS DES CLASSES GRANULOMETRIQUES					
DENOMINATIONS EN 5 CLASSES	ARGILE	LIMONS FINS	LIMONS GROSSIER S*	SABLES FINS	SABLES GROSSIERS
LIMITES DE TAILLE EN μm	< 2	2 à 20	20 à 50	50 à 200	200 à 2000
DENOMINATIONS EN 3 CLASSES	ARGILE	LIMONS totaux		SABLES totaux	

L'analyse granulométrique permet de définir la texture du sol, elle est déterminée à l'aide de tamis, la méthode utilisée est celle de (CASAGRANDE, 1934), basée sur la vitesse de sédimentation des particules dont la vitesse de chute est régie par la loi de stockes.

$$A + LF + LG + SF + SG = 100 \%$$

D'une manière générale, l'analyse granulométrique comporte quatre étapes différentes (MATHIEU et PIELTAIN, 2007):

- Détermination de particules grossières par tamisage à sec;
- Elimination des agents de cimentation et de liaison (matière organique, carbonate de calcium ...);
- Détermination de l'argile et de limon par prélèvement à la pipette de Robinson; Séparation de sable par tamisage.

Les résultats de cette analyse sont utilisés pour tracer la courbe granulométrique servant à la classification du sol.

II.4.3.3. Analyse chimique

II.4.3.3.a. Le calcaire total

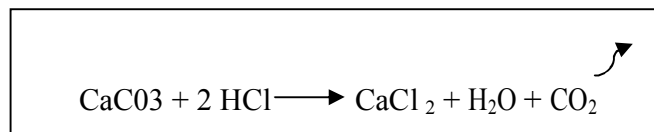
Le dosage du calcaire total se fait à l'aide du calcimètre de Bernard. Cette méthode se base sur la comparaison entre deux volumes: celui du CO₂ dégagé en utilisant du CaCO₃ pur et celui du sol dans les mêmes conditions de température et de pression.

L'échelle d'interprétation des carbonates permet de déterminer la quantité du CaCO₃ comprise dans un échantillon du sol.

Tableau n°11 : Echelle d'interprétation de la teneur en calcaire total (webmaster 3).

% de Carbonates	Charge en calcaire
< 0.3	Très faible
0.3-3	Faible
3-25	Moyenne
> 60	Très forte

La valeur du calcaire total est déterminée par mesure du volume de CO₂ dégagé, suite à l'action d'un excès de HCL sur un poids connu d'échantillon. (BAIZE, 2000).



Le dosage du calcaire total est mesuré grâce au calcimètre de Bernard par la méthode volumétrique. Le pourcentage de calcaire est alors calculé d'après la relation suivante (MATHIEU et PIELTAIN, 2003):

$$\text{CaCO}_3\% = 0,3 \times \frac{\text{V échantillon}}{\text{V témoin} \times p} \times 100$$

Avec :

P: prise d'essai en gramme;

V échantillon: volume de CO₂ en ml dégagé par le carbonate de calcium contenu dans la prise de terre P ;

V témoin: volume de CO₂ en ml dégagé par 0.3 g de carbonate de calcium.

II.4.3.3.b. Le calcaire actif

Le calcaire actif est la fraction du calcaire total susceptible de se dissoudre facilement et rapidement dans la solution du sol.

A faible concentration, BAIZE (2000) souligne que le calcaire joue un rôle protecteur vis-à-vis des ions phosphoriques contre leur adsorption énergétique par le

fer et l'aluminium libres. A des concentrations élevées, il y a formation de phosphates calciques de moins en moins solubles qui peuvent évoluer vers une forme insoluble ou apatitique.

Ainsi le rapport calcaire actif / calcaire total s'il est supérieur à 1/4 y'aura des répercussions négatifs sur la nutrition phosphatée de la plante.

II.4.3.3.c. Le pH

Le pH (potentiel en hydrogène) définit par la concentration des ions H^+ d'un milieu et détermine l'acidité ou la basicité de ce milieu. Il s'exprime selon une échelle de 0 à 14. Les valeurs faibles indiquent une acidité, les valeurs >7 correspondent à un caractère basique (BAIZE, 1990).

Le pH est mesuré par un potentiomètre à électrode de verre avec un rapport sol/eau pour le pH (eau) est de 1/5.

L'acidité réelle exprime la possibilité du sol de libérer des ions H^+ dans le sol. C'est une méthode électrométrique qui utilise un pH-mètre préalablement étalonné à l'aide d'une solution tampon de pH connu.

Tableau n° 12 : Appréciation et échelle du pH (webmaster 4).

$1 < \text{pH} < 5$	Très acide
$5 < \text{pH} < 7$	Peu acide
$\text{pH} = 7$	Neutre
$7 < \text{pH} < 8$	Peu alcalin
$\text{pH} > 8$	Alcalin

II.4.3.3.d. Le pH (Kcl)

La détermination du pH d'une suspension de sol dans une solution de chlorure de potassium : pH Kcl, est très intéressante dans le cas des sols acides. La différence entre le pH (eau) et pH : Kcl, donne une bonne idée de l'acidité potentielle. Cette différence varie de 0.5 à 1.5 unités PH. Le pH (Kcl) donne une indication plus stable que le pH (eau) (BAIZE, 2000).

II.4.3.3.e. La matière organique

La matière organique joue un rôle essentiel dans le sol. Elle agit essentiellement sur la mouillabilité du sol et diminue les risques d'éclatement lors de l'humectation (LE BISSONNAIS *et al*, 1993).

La quantité globale de la matière organique est évaluée de manière approximative par le dosage du carbone organique, qui est oxyde par le bichromate de potassium en milieu sulfurique. Le bichromate doit être en excès, la quantité réduite est en principe proportionnelle à la teneur en carbone organique.

L'excès de bichromate de potassium est titre par une solution de sel de Mohr, en présence de diphénylamine dont la couleur passe du bleu foncé au bleu vert. Pour passer du taux de carbone au taux de matière organique totale, on utilise le coefficient multiplicateur 1.72. La matière organique est réalisée par la méthode ANNE. Son but est de savoir les variations des taux de matière organique (ANONYME, 1977 ; MATHIEU et PIELTAIN, 2003).

$$C \% = (V' - V) \times 0.3$$

$$MO\% = C\% \times 1.72$$

Avec :

V' : la quantité de sel de Mohr utilisé dans le témoin (sans terre).

V : la quantité de sel de Mohr utilisé dans l'échantillon du sol.

Les valeurs obtenues sont exprimées en pourcentage de classes suivant une échelle conventionnelle :

MO%	Quantité
< 0.6	Très faible
0.6-1.15	Faible
1.15-1.75	Moyenne
1.75-2.9	Forte
> 2.9	Très forte

II.4.3.3.f. La Conductivité Electrique (C.E)

La mesure de la conductivité électrique permet d'obtenir rapidement une estimation de la teneur globale des sels dissous. Elle est mesurée dans l'extrait de sol à température donnée dont le rapport sol/eau (1/5). La valeur de la salinité du milieu est lue directement sur le conductimètre et s'exprime en milliMhos/cm (AUBERT, 1976).

Pour avoir la valeur de la salinité nous appliquons la formule :

$$\text{Salinité (mg/l)} = \text{CE} \times 640$$

II.5. METHODOLOGIE DU TRAVAIL

II.5.1. Introduction

La compréhension de l'organisation et de la dynamique de la biodiversité demeure toutefois un problème complexe et un enjeu majeur pour les écologues et les biogéographes. La richesse et la composition spécifique des écosystèmes méditerranéens résultent de la combinaison de processus paléogéographique, climatique, et écologique mais aussi d'une empreinte humaine et omniprésente qui a façonné les paysages et leurs diversités

La végétation permet de caractériser l'état d'un écosystème et de mettre en évidence ses modifications naturelles ou provoquées. (BLANDIN, 1986).

Nous nous intéressons donc à l'étude de la végétation qui demeure l'expression la mieux combinée et la plus significative des facteurs climatiques, édaphiques.

Les caractéristiques floristiques et écologiques de la végétation, et l'étude des aspects dynamiques des groupements sur le terrain, se fait essentiellement à l'aide de la méthode des relevées phytoécologiques est "la méthode phytosociologique classique" (BRAUN- BLANQUET, 1951).

II.5.2. Le zonage écologique

Le zonage écologique nous permet d'avoir une vision architecturale sur la disposition spatiale des végétaux grâce aux relevées et à l'étude des échantillons.

Quatre expositions et quatre placettes ont été définies. Les zones sont représentées par le sol, le climat, la composition floristique et la topographie.

Chaque zone doit être étudiée minutieusement afin d'obtenir un maximum d'informations et d'établir une description rationnelle du fonctionnement des écosystèmes que renferme la région étudiée. Les strates définies sont : la strate arborée, la strate arbustive, et la strate herbacée.

La formation végétale de la zone d'étude a subi une dégradation d'où l'observation d'un rangement d'une formation forestière à une formation préforestière puis à matorral.

Dans les stations étudiées la dégradation de la couverture végétale favorise l'installation des matorrals et des pelouses.

Ces groupements végétaux peuvent être des références, des points de repères, et dans une certaine mesure, peuvent donner un aperçu sur les conditions locales.

Ces zones écologiquement homogènes ont guidé le choix de l'emplacement de nos relevés

II.5.3. Echantillonnage et choix des stations

L'échantillonnage par définition est l'ensemble des opérations qui ont pour objet de relever dans une population des individus devant constituer l'échantillon.

Selon DAGNELLE (1970), ou encore GUINOCHET (1973), l'échantillonnage reste l'opération qui prélève un certain nombre d'éléments que l'on peut observer ou traiter.

C'est la seule méthode permettant les études de phénomènes à grande étendue tels que la végétation, le sol, et éventuellement leurs relations. Le relevé est l'un des outils expérimentaux de base pour l'étude de ces relations.

La méthode utilisée pour caractériser les groupements à travers l'aire de répartition de ces espèces dans la région, comporte plusieurs phases :

- Reconnaissance des peuplements par enquête dans les principales zones ;
- Choix dans ces zones représentant des conditions écologiques différentes.

Les zones écologiquement homogènes qui ont résulté ; ont guidé le choix de l'emplacement des stations.

A l'intérieur de ces zones, le choix des stations, nous a été presque imposé, il est néanmoins orienté par la présence des formations à *Tetraclinis articulata* qui fait l'objet de notre étude.

Ces deux phases nous ont permis de caractériser 4 placettes représentatives en chaque exposition (Nord, Est, Ouest et Sud) dans la zone d'étude. Ces placettes

représentent les différents groupements à *Tetraclinis articulata* et les différents faciès de dégradation de ces groupements.

II.5.4. Type et forme de placettes

L'installation des placettes sera dès lors sujette essentiellement aux groupements de *Tetraclinaie*.

Tenant compte de cette situation, les placettes y sont alors installées dans la zone étudiée. Les placettes d'étude sont retenues comme étant des unités d'échantillonnages temporaires à surface restreinte (quelques ares). Les placettes temporaires font l'objet d'usage en vue de la recherche de relations en dehors de la variable temps (LECOMTE et RONDEUX, 2002b; RONDEUX et *al*, 2002; THIBAUT et *al*, 2002).

La forme de placette la plus recommandée dans la littérature est celle de la forme circulaire à surface définie. Elle facilite la délimitation de la placette, règle le problème des arbres limités et ne présente pas de directions privilégiées (PALM, 1977 ; RONDEUX, 2002).

En effet, au niveau de chaque exposition, quatre unités circulaires avec un centre fixe et de superficies de 4 ares y sont installées (Fig. 21). Au total, 16 placettes ont fait l'objet d'installation dans la région de Beni Affene.

Chacune des placettes est délimitée par le biais de la mire de PARDE et du viseur dioptrique du dendromètre Blum-Leiss. Lors de placettes installées sur terrain en pente, la distance entre les deux voyants de la mire de PARDE fera l'objet de correction comme le montre le tableau n° 13.

Tableau n° 13 : Valeurs de références propres à l'utilisation de la mire de PARDE pour différentes superficies des placettes circulaires (RONDEUX, 1999)

Angle de terrain en degrés avec l'horizontal	Distance entre les deux voyants (en cm) pour des placettes de:		
	2 ares	5 ares	10 ares
0°	23.9	37.8	53.5
5°	24	38	53.7
10°	24.3	38.4	54.3
15°	24.8	39.2	55.4
20°	25.4	40.2	56.9
25°	26.3	41.7	58.9
30°	27.5	43.5	61.5
35°	28.9	45.7	64.7
40°	30.7	48.5	68.7



Figure n°23 : photo d'une unité d'échantillonnage (cliché AZZAOUÏ).

II.5.5. Les principales méthodes de récolte des données

La description, la détermination, et le classement des communautés végétales (groupements) nécessitent le choix de la définition d'une méthode de caractérisation, parmi les principales méthodes d'étude de la végétation sont les suivantes :

II.5.5.1. Méthode phytosociologique

Les méthodes d'analyse et de classification des phytocénoses vasculaires constituent le fondement de ce que l'on appelle la sociologie végétale ou phytosociologie.

Selon OZENDA (1982), le mot phytosociologie ou sociologie végétale désigne théoriquement l'ensemble de la science des groupements végétaux.

Ces méthodes ont été précisées par le suisse BRAUN BLANQUET et par ses disciples de Montpellier, d'où le nom d'école Zuricho-Montpellieraine que l'on donne souvent à ceux qui étudient les associations végétales selon ses principes la phytosociologie est fondé sur l'analyse de la composition floristique, elle repose donc sur le relevé exhaustif des espèces végétales vivant sur une surface choisie (quelques mètres carrés).

En outre, cette méthode est basée sur la composition floristique, la description du milieu et la détermination des coefficients et corrélations, elle permet une classification et une cartographie de la végétation (BENREBIHA, 1984).

II.5.5.2. Méthode phytoécologique

C'est l'établissement des profils écologiques et la recherche des groupes écologiques de la structure des végétaux (LONG, 1974).

II.5.5.3. Méthode de relevés :

La méthode d'analyse floristique reste un facteur prépondérant pour pouvoir mieux déterminer la situation actuelle d'une région donnée.

Nous avons utilisé la méthode dite phytosociologique ou sigmatiste ou encore Zurico-Montpellirienne de BRAUN-BLANQUET (1951), pour cerner la problématique, et atteindre les objectifs de l'étude.

L'emplacement du relevé est choisi subjectivement de manière à ce qu'il soit homogène, pour qu'il représente la communauté végétale.

Les données floristiques se résument à une liste exhaustive de toutes les espèces présente dans la surface de relevé. Cette liste floristique change d'une station à une autre et d'une année à l'autre dans une même station.

Les taxons non reconnus sur terrain sont identifiés (genre-espèce) au laboratoire d'écologie et gestion des écosystèmes naturels en utilisant la flore de QLEZEL et SANTA (1962-1963) et la flore de France (GASTON BONNIER, 1990).

Les relevés ont été réalisés en fin d'hiver et au printemps, saison considérée comme optimale, chacun de ces relevés comprend des caractères écologiques d'ordre stationnel, recensés ou mesurés sur terrain :

- ◆ Le lieu et la date ;
- ◆ L'altitude;
- ◆ L'exposition ;
- ◆ La pente ;
- ◆ La nature du substrat ;
- ◆ La surface du relevé ;
- ◆ Le recouvrement ;
- ◆ Le type physionomique de la végétation.

II.5.6. Les caractères analytiques

II.5.6.1. Coefficient d'abondance Dominance

L'abondance exprime le nombre approximatif des individus de chaque espèce, et la dominance apprécie la surface couverte par l'ensemble des individus de l'espèce, ces deux caractères sont liés entre eux.

Les individus de l'espèce sont intégrés dans un seul chiffre qui varie de 1 à 5 selon BRAUN-BLANQUET (1951):

- + : Espèces présentes, nombre d'individus et degrés de recouvrement très faible ;
- 1 : Espèces peu abondantes avec un degré de recouvrement faible, moins de 5 %.
- 2 : Espèces abondantes couvrant environ 25 % de la surface de relevé ;

3 : Espèces couvrant entre 25 % et 50 % de la surface du relevé.

4 : Espèces couvrant entre 50 % et 75 % de la surface du relevé ;

5 : Espèces couvrant plus de 75 % de la surface du relevé.

II.5.6.2. Coefficient de sociabilité

Ce coefficient tient compte du mode d'organisation et de regroupement ou non des individus au sein de la communauté. Il dépend beaucoup plus du mode de propagation propre de l'espèce que les conditions du milieu. Cette sociabilité se traduit par un coefficient défini dans une échelle à cinq (05) chiffres proposés par Braun Blanquet, cette échelle donne une idée sur la disposition des individus de l'espèce considérée par un relevé de végétation.

Cependant deux espèces qui possèdent un coefficient d'abondance–dominance identique n'ont pas forcément le même coefficient de sociabilité.

BRAUN-BLANQUET (1951) propose l'échelle suivante :

1 : Individus isolés ;

2 : Individus en groupes (touffe) ;

3 : Groupes, taches ou coussinets ;

4 : Colonies ou tapis important ;

5 : Nappe continue ou peuplement dense presque pur.

II.5.6.3. Fréquence

Ce caractère est utilisé dans l'analyse statistique de la végétation. Il s'exprime en pourcentage (%). La fréquence d'une espèce exprime par le nombre de n fois qu'elle est présente sur un nombre total de N relevés. La formule est la suivante :

$$F (\%) = 100 \times \frac{n}{N} \quad \text{avec : } n : \text{Le nombre de relevés où l'espèce existe.}$$

N : Le nombre total de relevés effectués.

.En 1920, DURIETZ a proposé 5 classes :

- **Classe 1** : espèces très rares ; $0 < F < 20 \%$
- **Classe 2** : espèces rares ; $20 < F < 40 \%$
- **Classe 3** : espèces fréquentes ; $40 < F < 60 \%$
- **Classe 4** : espèces abondantes ; $60 < F < 80 \%$
- **Classe 5** : espèces très constantes ; $80 < F < 100 \%$

RESULTATS ET DISCUSSIONS

Chapitre 3

III.1. ETUDE DES GROUPEMENTS DE LA TETRACLINAIE

III.1.1. Introduction

La végétation joue un rôle fondamental dans la structure et le fonctionnement de l'écosystème dont elle constitue une expression du potentiel biologique. Cependant, le couvert végétal naturel est soumis à un double stress édaphoclimatique d'une part et anthropozoogène d'autre part (TARIK & ARSLAN, 2010).

La préservation de la diversité biologique constitue en Algérie une priorité à l'égard de la variété des écosystèmes existants, à leur sensibilité, et au rythme de leur dégradation.

Des études établies sur la végétation au niveau de la forêt Algérienne témoignent que son patrimoine végétal qui fait partie de la forêt méditerranéenne est très riche et très diversifié.

En Algérie, le capital forestier, comme celui des autres zones méditerranéennes, a connu depuis des décennies une continuelle régression, dû à une action conjuguée de l'homme et du climat.

L'analyse de la richesse floristique des différents groupements et leurs caractères biologiques et morphologiques permet de mettre en évidence leurs originalités floristiques, leurs états de conservation et leurs valeurs patrimoine. (DAHMANI, 1997).

La structure du peuplement végétal d'un territoire dépend à la fois de l'histoire des flores et de l'action actuelle du milieu, qui favorise certaines espèces, les répartit dans l'espace suivant leurs exigences biologiques, ou, au contraire, les élimine. Le peuplement d'une région peut être envisagé sous deux points de vue différents ; soit sous l'angle de ses groupements floristiques, soit sous celui de la structure, de la physionomie et du dynamisme de ces derniers (SCHNELL, 1971).

Nous présentons dans cette étude une analyse des groupements à *Tetraclinis articulata*, qui reste un élément important à diagnostiquer, en effet leur étude phytoécologique pose problème autant dans le domaine dynamique. L'étude phytoécologique est une étude très précise permettant d'obtenir des informations riches et variées sur le biotope. Ainsi, l'obtention des groupes écologiques et la recherche d'espèces indicatrices sur le terrain permet d'avoir une meilleure connaissance des facteurs écologiques prépondérants dans un milieu donné.

III.1.2. Définition de la phytosociologie

La phytosociologie est la branche de l'écologie dont l'objet est la description de la structure des phytocénoses ; analyse des groupements végétaux à partir desquels sont définies des associations végétales ainsi que l'étude de l'évolution dans le temps des communautés végétales, (successions écologiques). Celle-ci repose sur un inventaire floristique préalable à partir duquel peuvent être mis en évidence des groupements végétaux; on décrit et cherche à comprendre les liens fonctionnels entre les communautés d'espèces et le milieu naturel.

III.1.3. L'association végétale

L'association est un groupement végétal plus ou moins stable et en équilibre avec le milieu. Elle est caractérisée sur le plan floristique par des espèces qui lui sont fideles appelées espèces caractéristiques. Certaines espèces sont qualifiées d'indifférentes car de part leur large amplitude écologique elles se retrouvent dans diverses associations. Ainsi, le principe fondamental de toute association est la fidélité des espèces. De plus, selon l'intensité avec laquelle une espèce est liée à une association on distingue :

- **Des espèces caractéristiques exclusives d'une association:** elles appartiennent uniquement à cette association.
- **Des espèces caractéristiques électives d'une association:** elles sont plus abondantes dans une association que dans une autre.
- **Des espèces caractéristiques préférantes d'une association:** elles existent dans plusieurs associations mais préfèrent l'une d'entre elles.
- **Des espèces indifférentes ou compagnes:** elles peuvent exister indifféremment dans plusieurs associations.
- **Des espèces accidentelles ou étrangères:** elles se retrouvent accidentellement dans une association.

La définition retenue pour l'association est la suivante: "l'association qui se caractérise par des espèces qui lui sont fideles, est un groupement végétal plus ou moins stable et en équilibre avec le milieu, caractérisé par une composition floristique déterminée dans laquelle certains éléments révèlent une écologie particulière".

L'association est le reflet des conditions physiques (climatique et édaphique) et biologique (compétition) du milieu. L'étude floristique permet ainsi d'avoir une connaissance relativement fine du milieu.

III.1.4. Notion d'espèce caractéristique

La notion de *caractéristique* est d'un maniement délicat et d'une valeur assez relative OZENDA (1982). Certaines espèces sont, d'une manière plus ou moins étroite, liées à certains groupements ou même à un seul d'entre eux. Quant une espèce ne se trouve seulement que dans un groupement, qu'elle y soit ou non fréquente, elle en est *caractéristique exclusive* ; mais ce cas est rare GUINOCHET (1954, 1955). En fait, la plupart des espèces participent dans leur aire de distribution géographique à plusieurs associations et peuvent se rencontrer indifféremment dans divers groupements CHYTRY & TICHY (2003).

III.1.5. Analyses et discussions

La prudence quand au choix du type d'échantillonnage est de mise, car le type de résultat auquel nous souhaitons arriver en dépend fortement (GODRON, 1971 ; FRONTIER, 1983).

Pour notre étude et pour bien appréhender notre problématique, le choix des placettes nous a été presque imposé, il est néanmoins orienté par la présence des formations à *Tetraclinis articulata* qui fait l'objet de notre étude.

Nous avons pu caractériser 4 placettes représentatives dans chaque exposition de la zone d'étude. Ces placettes représentent les différents groupements à *Tetraclinis articulata*.

Dans cette étude notre but est de faire une sélection des espèces inventoriées, pour en sortir une liste des espèces dites caractéristiques du *Tetraclinis articulata* ou encore les espèces végétales qui constituent les groupements à Thuya.

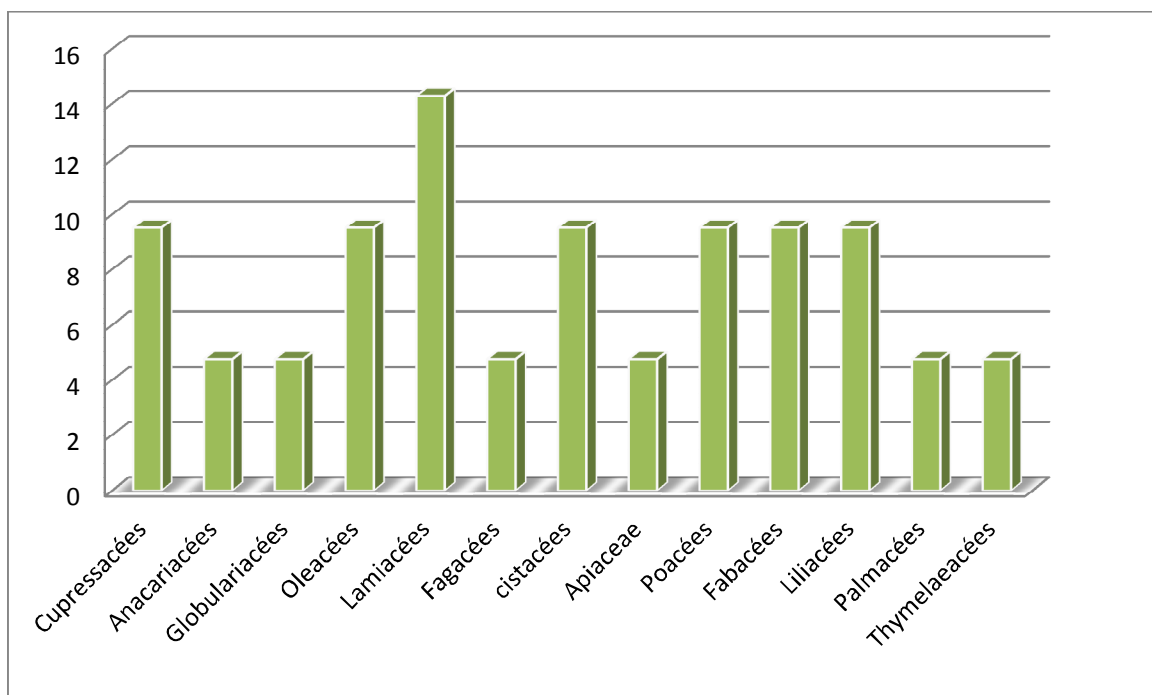


Figure n°24 : Pourcentages des familles de la zone d'étude

III.1.5.1. Compositions systématiques

D'après les espèces, les inventaires floristiques qui ont été effectués dans la zone d'étude, elle comprend 13 familles, 21 genres et 21 espèces.

Nous observons dans la figure n° 31, sur l'ensemble des espèces inventoriées, une prédominance de la strate arborée (Cupressacées, Anacariacées, Fagacées, oleacées) par rapport à la strate arborescente et herbacée (globulariacées, cistacées, lamiacées, liliacées, fabacées, poacées...ainsi de suite), qui sont représentées par des faibles proportions.

La répartition des familles dans la zone d'étude n'est pas homogène, les familles les mieux représentées sont : les Cupressacées (9%), cistacées(9%), lamiacées (14%), oleacées et globulariacées (9%), fabacées et liliacées (10%), les autres familles sont représentées par une proportion de 5% : Thymelaeacées, palmacées, fagacées, Anacariacées...etc.

Les familles les plus représentées du couvert végétal sont les plus riches en espèces inventoriées.

III.1.5.2. Classification des différents types biologiques

Les végétaux ne sont pas tous adaptés de la même manière au passage de l'hiver. Raunkiaer (1904-1907) était un botaniste scandinave qui proposa une classification des types biologiques pour les végétaux, en grande partie fondée sur le mode de protection de leurs bourgeons face au froid et à l'enneigement. À défaut d'être cohérente, voire utilisable, cette classification existe et de nombreux ouvrages ou auteurs y font référence.

Parmi les principaux types biologique définis par **RANKIAR (1904)** ont peut évoquer les catégories suivantes (Figure n°25):

Phanérophytes¹, chamaephytes², géophytes³, thérophytes⁴, hémicryptophytes⁵.

¹ **Phanérophytes** : (Phaneros = visible, Phytos = plante).

Plante vivace, principalement arbres et arbrisseaux, les bourgeons pérennes situés sur les tiges aériennes dressées et ligneuses, à une hauteur à plus de 25 à 40 cm au-dessus du sol et qui assurent la protection de leurs bourgeons contre le froid en les entourant dans des enveloppes. On peut les subdiviser en Nano-phanérophytes avec une hauteur inférieure à 2 m, en Micro-phanérophytes chez les quels la hauteur peut atteindre 2 à 8 m, et les Mésophanérophytes qui peuvent arriver à 30m et plus.

² **Chamaephytes** : (Chamai = à terre).

Herbe vivace et sous arbrisseaux dont les bourgeons hibernants sont à moins de 25 cm au dessus du sol sur des pousses aériennes courtes, grimpantes ou érigées, mais vivaces, ces bourgeons peuvent jouir d'un certain abri (neige, effet de groupe).

³ **Géophytes** :

Plante à organe vivace. Ces végétaux ayant une partie aérienne particulièrement fragile et fugace, passant la mauvaise saison à l'aide de bulbes, tubercules ou rhizomes enfouis sous terre. Elles sont très communes dans les régions tempérées.

⁴ **Thérophytes** : (théros = été).

Plante annuelles à cycle végétatif complet, de la germination à la graine mûre. Elles comprennent une courte période végétative et ne subsistent plus à la mauvaise saison qu'à l'état de grains de spore ou autres corps reproducteurs spéciaux.

⁵ **Hémicryptophytes** : (cryptos = caché).

Plante vivace à rosettes de feuilles étalées sur le sol, les bourgeons sont au ras du sol ou dans la couche superficielle du sol, la partie aérienne est herbacées et disparaît à la mauvaise saison.

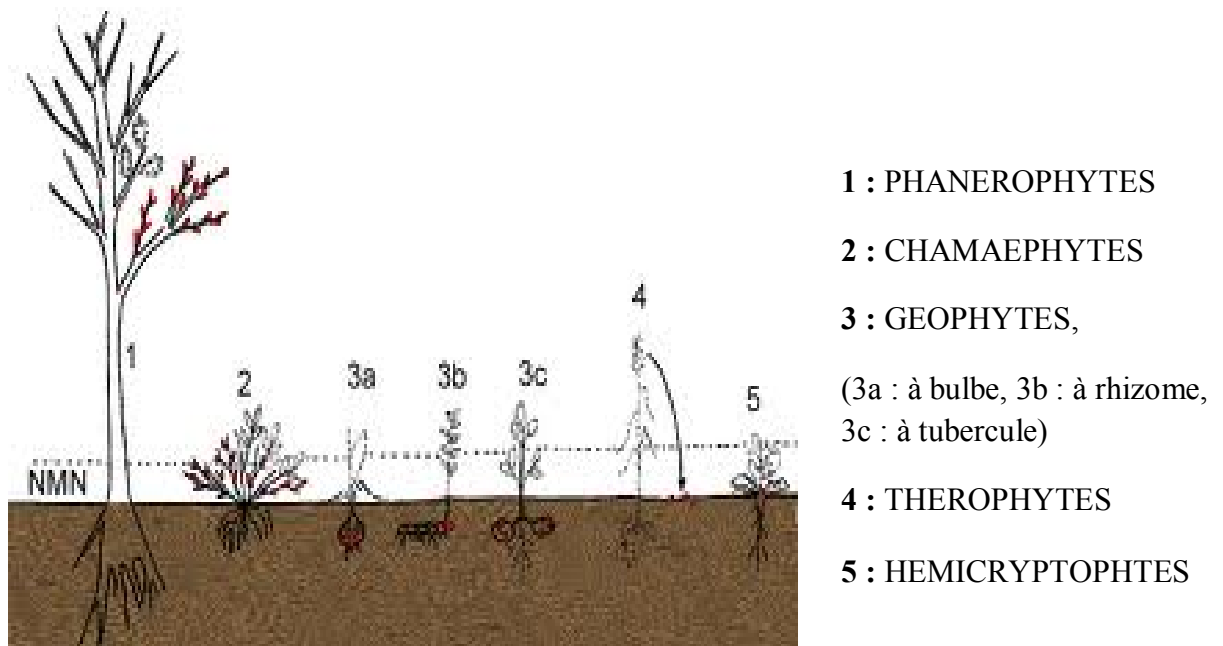


Figure n°25 : Classification des types biologiques de Raunkiaer

Comme les types biologiques sont conditionnés par les facteurs du milieu, c'est la dominance de l'un ou de l'autre qui permet de donner le nom de la formation végétale. Celle-ci qui est donc l'expression physiologique, reflète les conditions de milieu

Le dénombrement des espèces de la zone d'étude par type biologique est effectué sur la totalité des espèces inventoriées dans chaque exposition.

Le tableau 6.2 montre que la répartition dans les formations végétales entre des types biologiques reste hétérogène entre les différentes expositions.

Exposition Nord: Ph > Ch > Ge > Th > He

Exposition Ouest: Ph > Ch > Ge > He > Th

Exposition sud: Ph > Ch > Ge > Th = He

Exposition Est: Ph > Ch > Ge = He > Th

Zone d'étude: Ch > Ph > Ge > Th = He

FLORET ET AL (1982) signale que plus un écosystème est influencé par l'homme (surpâturage, culture), plus Thérophytes y prennent de l'importance.

Dans notre cas, pour chaque type de formation, la proportion des Thérophytes reste assez réduite. Ce qui montre que la forêt de la zone d'étude n'est pas influencée par une forte action anthropique.

Les Chamaephytes prennent une place particulièrement importante au niveau de la zone d'étude. Cette représentation non négligeable s'explique par leur bonne adaptation aux conditions du milieu. Selon Le-HOUEROU (1992) le surpâturage ovin et bovin entraîne le développement des chamaephytes.

Leur proportion augmente dès qu'il y a dégradation des milieux préforestiers, car ce type biologique s'adapte mieux à la sécheresse estivale et à la lumière que les phanérophytes (BENBADJI et al, 2007).

Les Hémicryptophytes sont très faibles, représenté par un nombre de 1 dans l'exposition Ouest, et absent dans les autres expositions.

BARBERO *et al* (1988) signalent la présence des hémicryptophytes dans les pays du Maghreb qui est due à la présence de matière organique et de l'humidité.

Les Phanérophytes sont particulièrement abondants dans notre zone d'étude, ce qui témoigne l'existence d'une formation forestière et/ou pré-forestière. Ce type biologique est représenté par :

- *Tetraclinis articulata*,
- *phillyrea latifolia*,
- *Pistacia lentiscus*,
- *Quercus coccifera*,
- *Olea europaea var. oleaster*.

Enfin, les Géophytes sont faiblement représentés avec seulement par un nombre 3 dans l'exposition sud, et de 2 dans les autres expositions (Nord, Est, Ouest), elles sont représenté par :

- *Stipa tenassicima* ;
- *Urginea maritima* ;

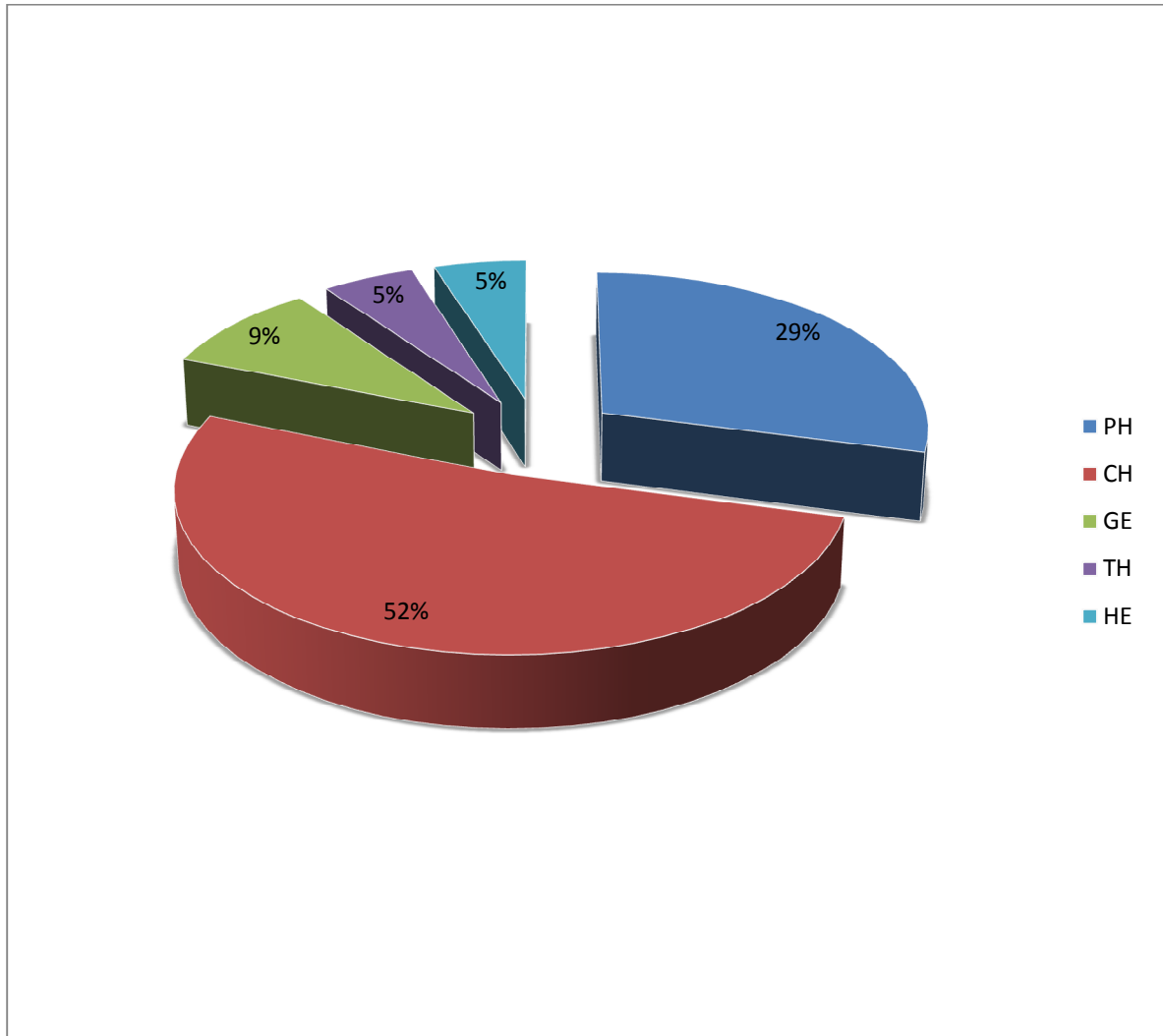


Figure n°26 : Pourcentage des types biologiques de la flore dans la zone d'étude

III.1.5.3. Classification des différents types morphologiques

La forme des plantes est l'un des critères de base de la classification des espèces en type morphologique, la phyto-masse est composée par des espèces pérennes, ligneuses ou herbacées, et des espèces annuelles.

La forte dégradation agit sur la régénération des espèces. La non régénération des vivaces entraîne ainsi des modifications qui entraînent aussi du changement dans la production potentielle et la composition botanique. (WILSON, 1986).

De point de vu morphologique, les formations végétales de la zone d'étude sont marquées par l'hétérogénéité entre les ligneux et les herbacées, et entre les vivaces et les annuelles.

Le type morphologique des ligneux vivaces sont les plus dominants avec un pourcentage de 67%, les herbacées annuelles sont en deuxième position avec 19%, et enfin les herbacées vivaces avec 14%.

L'instabilité structurale du sol, et les rigueurs climatiques favorisent l'installation et le développement des espèces ligneuses vivaces, car elles résistent à différentes variations climatiques et édaphiques.

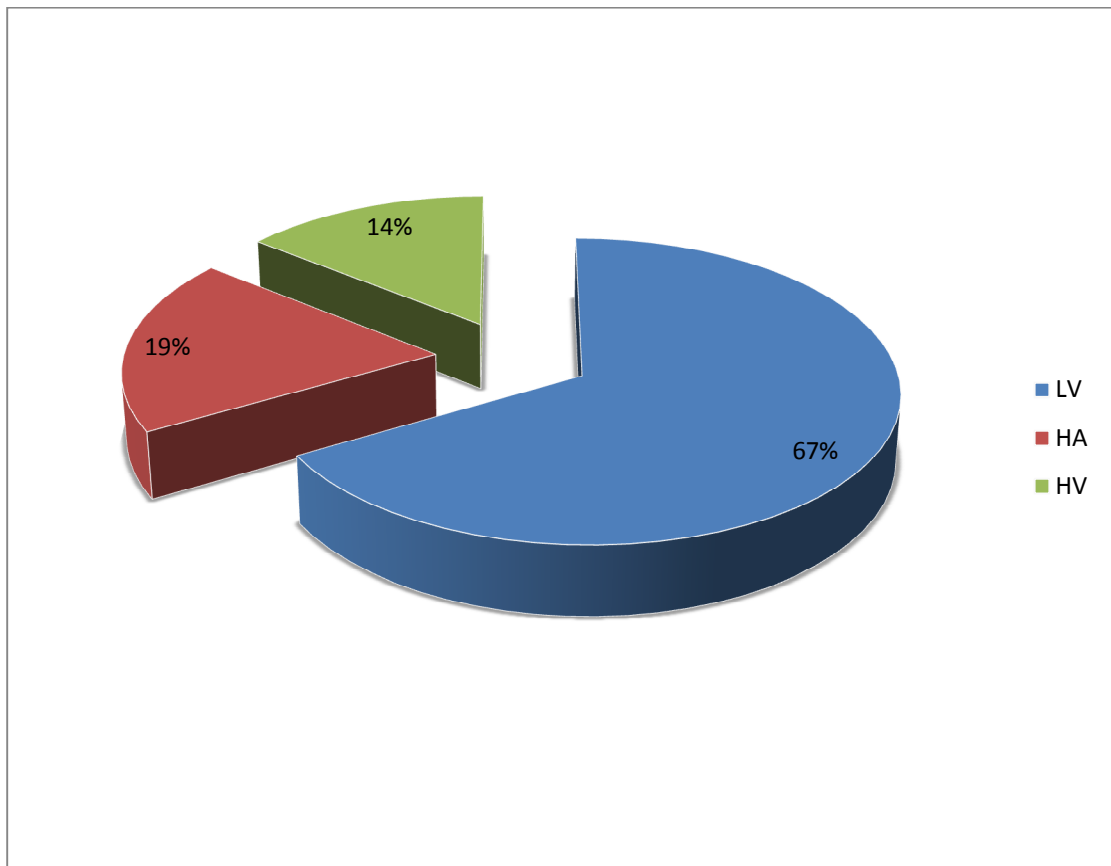


Figure n°27 : Pourcentage des types morphologiques de la flore dans la zone d'étude

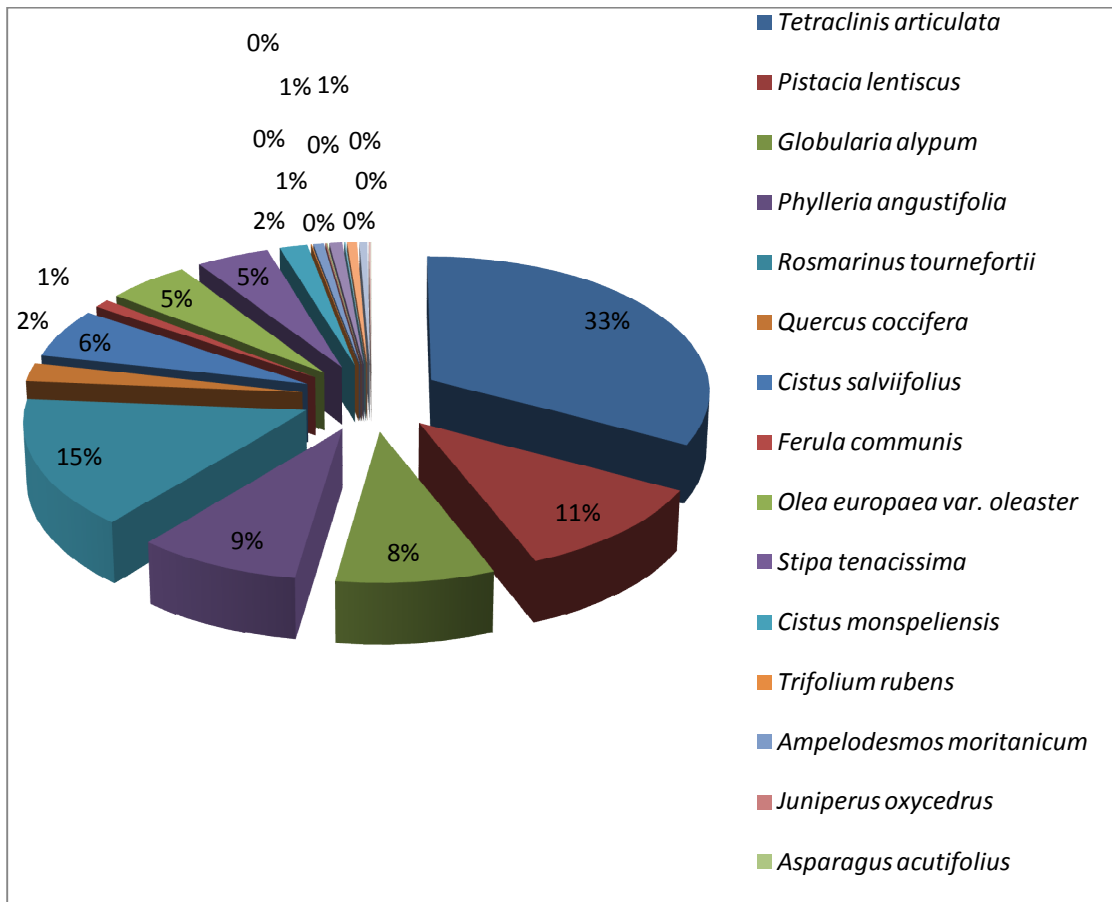


Figure n°28 : Pourcentages des espèces inventoriées dans la zone d'étude

De point de vu végétation, nous avons pu décrire une liste de 21 espèces caractéristiques du *Tetraclinis articulata* ou encore les espèces qui constituent les groupements de cette dernière. Parmi eux nous avons 5 espèces fréquentes : *Tetraclinis articulata* 33%, *Pistacia lentiscus* 11 %, *Globularia alypum* 8%, *phylleria angustifolia* 9%, *Rosmarinus tournefortii* 15%.

Les autres espèces ne dépassent pas 6% : *Quercus coccifera* 2%, *Cistus salviifolius* 6%, *Ferula communis* 1%, *Stipa tenacissima* et *Olea europaea* 5%, *Calycotome intermedia* 2%.

Le reste des espèces sont représentées par des faibles pourcentages : *chamaerops humilis*, *thymus ciliatus ssp. Munbyanus*, *Thymelea passerina*, *Teucrium polium*, *Urginea maritima*.

III.1.6. Conclusion

L'analyse floristique de la zone d'étude nous a permis de faire ressortir les résultats suivants :

- Le couvert végétal est formé surtout par les espèces appartenant aux familles des lamiacées, liliacées, fabacées, cupressacées..., et d'autres familles moins riches en espèces ne représentent qu'un taux de 5%, fagacées, Thymelaeacées...etc. Ch > Ph > Ge > Th = He
- Le type biologique est représenté par des formations assez dégradées, marquées par une dominance des Chamaephytes, viennent en deuxième position les Phanérophytes, les géophytes enfin les thérophytes et les Hémicryptophytes. Ces derniers selon BARBERO et *al* (1989), exigent un milieu riche en matière organique et une forte altitude.
- Les principales espèces qui imposent une dominance dans la composition floristique grâce à leur pouvoir de résistance aux diverses agressions se résument au *Tetraclinis articulata*, pour les espèces forestières et *Pistacia lentiscus*, *phillyrea latifolia* pour les espèces pré-forestières.

III.2. ANALYSES PEDOLOGIQUES

La connaissance des analyses pédologiques permet de compléter les observations Géographiques décrivant le milieu de croissance des essences. Ces informations permettent de caractériser l'état actuel du peuplement et les conditions écologiques dans lesquelles il se développe (LECOMTE et RONDEUX, 2002).

L'ensemble des résultats des analyses physico-chimiques du sol ont été interprété comme suite :

III.2.1. L'humidité du sol

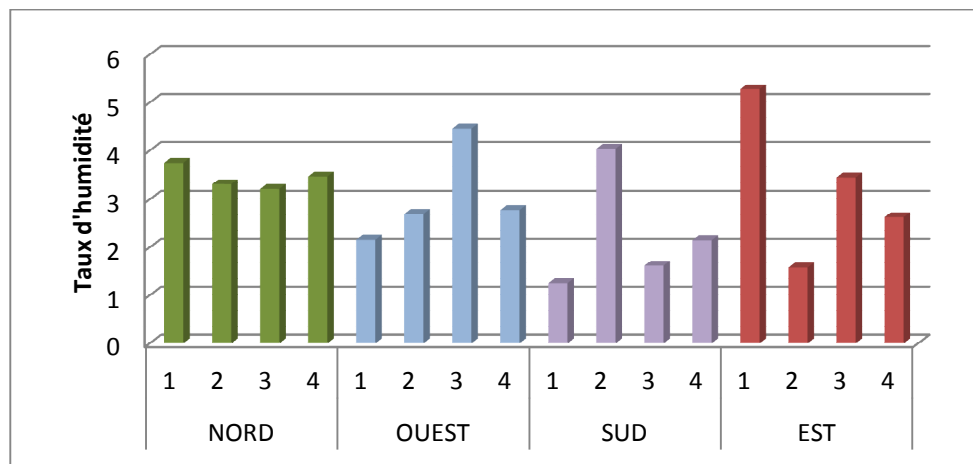


Figure n°29 : Représente des résultats l'humidité relative du sol (en %)

La teneur en eau est sensiblement stable dans les sols de nos expositions sur la zone d'étude pour atteindre parfois un maximum de 5%. Ceci est dû à la fraction d'argile qui reste faible d'où la présence d'une faible capacité de rétention.

III.2.2. La texture

La texture du sol règle dans une large mesure l'infiltration et la rétention de l'eau dont dépendent l'humidité du profil et la valeur de l'évaporation (EL AFIFI, 1986).

Triangle de texture place nos expositions dans l'aire limoneuse ou limono-argileuse (figures 31, 32, 33,34). Ce sont des sols légers et perméables favorisant ainsi l'installation du *Tetraclinis articulata*, qui a une résistance remarquable aux différents facteurs de dégradation, et une faible exigence écologique vis-à-vis de la nature du sol et des précipitations.

Tetraclinis articulata s'accommode d'une texture dominée par les sables et les limons, il s'accommode mal d'une dominance des éléments fins.

III.2.3. Le calcaire actif (CaCO₃)

Le taux de calcaire total présente un taux de calcaire très élevé atteint jusqu'à 93%, tandis que le pourcentage de carbonate moyen, entre 42% et 73%. En se référant à l'échelle de désignation du type du sol en fonction du taux du calcaire total cité par BAIZE (2000), les pourcentages qui vont de 25 à 50 % sont fortement calcaire et ceux qui vont de 50 à 80 % sont très fortement calcaire. Nous constatons alors que le sol est fortement calcaire dans la plupart des stations étudiées. En effet, ces résultats témoignent de l'adaptation des groupements à *Tetraclinis articulata* s'installant sur un substrat à une teneur en carbonates assez élevée.

III.2.4. L'alcalinité (pH)

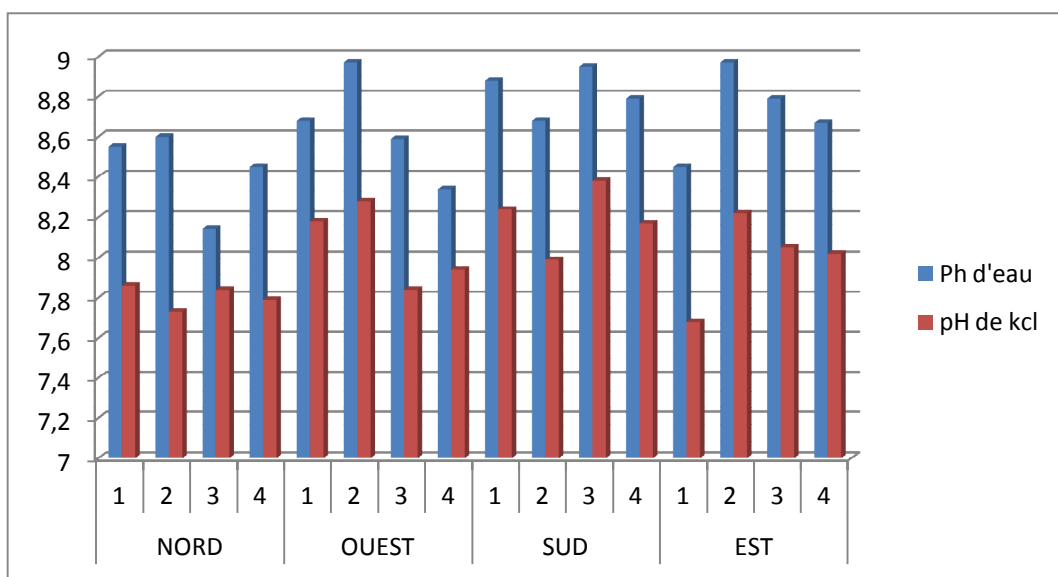


Figure n°34 : Comparaison entre le pH de l'eau et le pH de KCl

La totalité des échantillons analysés sont alcalins, le pH est généralement entre 8,1 et 8,9. Nous ne remarquons pas de grande influence saisonnière sur le pH du sol. KADIK (1987), rapporte que le Thuya peut s'accommoder à des sols à pH allant de 6,5 à 8,9 et que les meilleurs peuplements sont situés sur des sols à réaction basique dont le pH varie entre 7,5 et 8,5 à forte réserve calcique dans la terre fine.

III.2.5. La matière organique

La quantité de la matière organique est moyenne pour l'ensemble des échantillons variant entre 1,49 et 5,1. Les résultats obtenus, montrent une tendance à l'augmentation du taux de matière organique durant la saison estivale. D'après DUCHAUFOR

(1977), les sols sont considérés riches en matière organique lorsque le pourcentage de cette dernière est supérieur à 2,0 %.

A cet effet, nous pouvons classer le sol comme étant riche en matière organique. Selon KADIK (1987), la production en matière organique est plus importante dans la tetraclinaie à plusieurs strates comportant notamment le chêne Kermès, et le Lentisque.

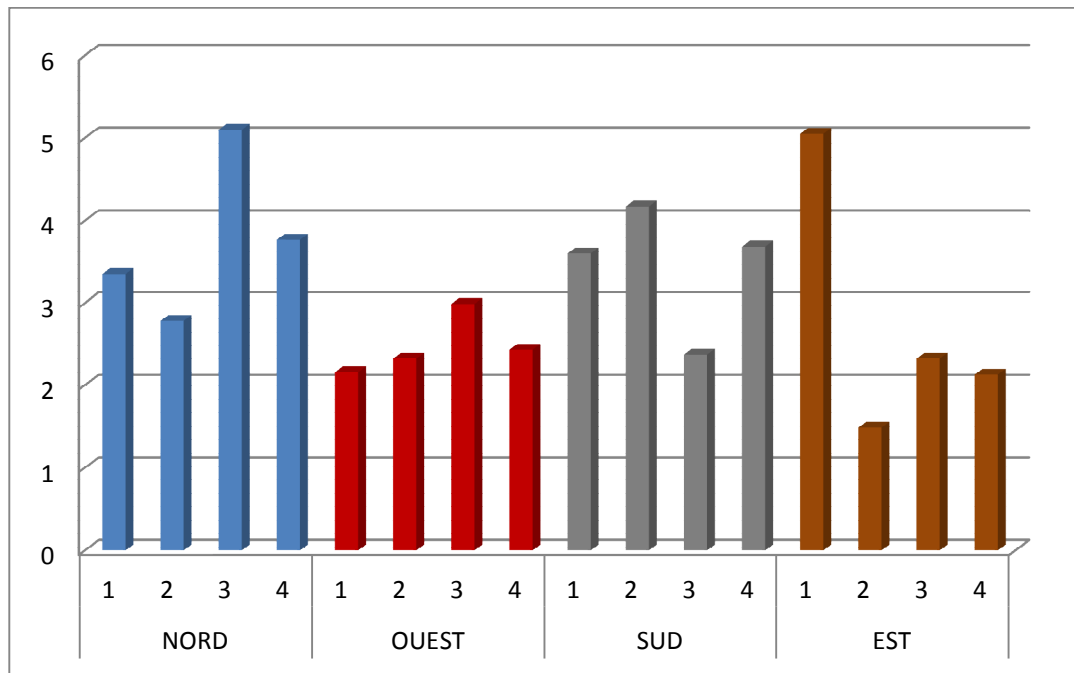


Figure n°35 : Taux de la matière organique (en %).

III.2.6. Conclusion

L'ensemble des caractères physico-chimiques des échantillons analysés révèlent un certain nombre de points:

- La texture du sol de notre zone d'étude est limoneuse et limono-argileuse. La prédominance de limons correspond généralement à une stabilité structurale très sensible à la dégradation. (BONNEAU & SOUCIDER, 1979).
- Le pourcentage d'humidité est relativement faible, Ceci est dû à l'absence d'argile d'où la présence d'une faible capacité de rétention.
- Le pH reste alcalin dans la totalité des placettes (varie entre 8,1 et 8,9).
- La majorité des placettes est marquée par un taux très élevé de calcaire. Ces

résultats restent significatifs pour une telle étude sur les groupements à *Tetraclinis articulata*. Nous avons une idée globale des exigences de ces groupements. Néanmoins dans l'avenir, nous souhaitons analyser d'autres éléments du calcaire.

Cependant, même si ces analyses n'apportent pas suffisamment d'informations sur le tapis végétal, elles nécessitent une étude pédologique assez approfondie. Mais la fluctuation des conditions pédologiques, peut avoir des répercussions sur le cortège floristique.

III.3. ANALYSES PHYTOÉCOLOGIQUES DES GROUPEMENTS VEGETAUX

III.3.1. Introduction

Le traitement statistique est un outil qui peut nous aider à déterminer quelques facteurs écologiques qui régissent la composition floristique au niveau de notre zone d'étude.

Compte tenu des données disponibles, l'analyse statistique pouvant répondre à nos traitements est l'analyse factorielle des correspondances. Apparue il y a plus d'une vingtaine d'années, l'analyse factorielle des correspondances, est maintenant largement utilisée en écologie. Son principe offre de nombreuses possibilités qui se sont continuellement développées avec le progrès de l'informatique. BONIN et TATONI (1990).

L'analyse factorielle des correspondances (CORDIER, 1965) permet, comme les autres méthodes d'analyse factorielle, de traiter des tableaux à double entrée croisant deux ensembles.

L'analyse des correspondances a été spécialement étudiée pour le traitement des données de numération car la mesure de distance utilisée (entre prélèvements ou entre espèces) est basée sur les probabilités de présence. On compare, non pas les densités de population des différentes espèces, mais les profils de ces espèces à travers l'ensemble des échantillons.

L'analyse factorielle des correspondances offre également d'autres grandes possibilités, en effet elle permet de traiter conjointement les variables floristiques et les variables écologiques. DJEBAILI (1984).

L'analyse factorielle des correspondances est utilisée depuis longtemps en phytosociologie et en phytoécologie GUINOCHET (1952), CHARLES et CHEVASSUT (1957), DAGNELIE (1960), CORDIER (1965), BENZECRI (1973), PERICHAUD et BONIN (1973), CELLES (1975), BRIANE et al (1977), BONIN et ROUX (1978) PAUGET (1980), BASTIN et al (1980), LEGENDRE (1984), DJEBAILI (1984), DAHMANI (1984), CHESSEL et BOURNAUD (1987), et LOISEL et al (1990), et de ce fait a été longuement décrite par ces auteurs.

Afin de répondre aux attentes concernant la distribution des espèces végétales en fonction des différents facteurs écologiques et anthropiques, nous développeront

successivement : la méthodologie, les résultats et interprétation avec les cartes factorielles des espèces végétales

III.3.2. Méthodologie

. Pour rechercher l'homogénéité de la végétation et identifier les éventuels groupements végétaux, l'approche par l'Analyse Factorielle des Correspondances (AFC) a été utilisée à l'aide du logiciel « statistica 8 ».

Afin de réaliser cette analyse, nous avons classé les données récoltées par la méthode stigmatisée BRAUN BLANQUET (1951).

Les relevés phytocéologiques de la zone d'étude, ont été disposés sur un tableau avec les espèces en « ligne » et les expositions avec les placettes en « colonnes ».

L'exécution des relevés est accompagnée du relèvement des caractères stationnels : fréquence, taux de recouvrement, substrat, pente,etc.

Pour l'ensemble de ces traitements, seul le caractère « présence-absence » des espèces a été considéré dans la mesure où l'objectif visé était la discrimination et la caractérisation d'unités à valeur de syntaxons. Toutefois, sur les tableaux floristiques, la présence des espèces est mentionnée selon le coefficient d'abondance-dominance correspondant.

Pour le traitement des données par logiciel, nous avons transcrit celle-ci en matrice codée.

Chaque espèce inventoriée dans notre zone d'étude a été codée selon un code de deux lettres ou trois lettres, ce code correspond au nom scientifique de chaque espèce établi par nous même. Le code ainsi établi est utilisé pour la liste des taxons de toute la zone d'étude retenue dans l'échantillonnage.

Codification des taxons

Exemple :

Taxons	Code
• <i>Tetraclinis articulata</i>	Ta
• <i>Chamaerops humilis</i>	CyH
• <i>Stipa tenacissima</i>	St
• <i>Ferula communis</i>	FcM

Les relevés réalisés ont été traités par une analyse factorielle des correspondances (A.F.C) et une classification ascendante hiérarchique (C.A.H).

L'A.F.C permet de rechercher les affinités qui existent entre les espèces et/ou les relevés.

La C.A.H permet d'élaborer des groupements de relevés et d'espèces afin de faciliter l'interprétation des contributions de l'analyse factorielle des correspondances (A.F.C).

III.3.3. Résultats et discussions

III.3.3.1. Cartes factorielles « espèces végétales »

L'analyse factorielle des correspondances a permis la mise en évidence de gradients écologiques pertinents intervenants dans la structuration de la végétation au niveau de chaque zone d'étude.

Trois modalités du milieu (exposition, type du sol, espèce) ont été prises en compte.

Pour chaque analyse, les pourcentages d'inertie expliqués par chacun des axes, ont été pris en considération, dont les écarts relatifs nous ont permis de connaître le nombre des axes susceptibles d'être interprétés (MAATOUG, 2003).

III.3.3.1.a. AFC N°1 : exposition, placettes- espèces

L'analyse fournit les pourcentages d'inertie expliquée par chacun des axes, d'après *la figure 36*, l'essentiel de l'information sera fournie par les axes 1 et 2 (qui absorbent respectivement : 25,42% et 23,86% de l'inertie totale du nuage de points).

La projection du nuage de points (exposition, placettes et les espèces) sur le plan formé de deux axes factoriels, permet de déduire trois groupes relativement hétérogènes :

L'axe 1 est formé de 3 ensembles

Du coté positif vers l'extrémité de l'axe s'individualisent deux groupes, le premier groupe renferme la deuxième placette de l'exposition nord avec deux espèces : *Rosmarinus tournefortii* et *Thymelea hirsuta*. Le deuxième groupe est

constitué de deux placettes 1 et 2 de l'exposition ouest avec deux espèces : *Olea europaea* var. *oleaster* et *Teucrium luteum*.

Le coté négatif est constitué d'un groupe qui renferme plusieurs espèces (*Tetraclinis articulata*, *Pistacia lentiscus*, *Globularia alypum*, *Phillyrea angustifolia*, *Quercus coccifera*...etc.), et plusieurs placettes d'expositions différentes (N1, N3, N4, W3, W4, S1, S2, S3, S4, E1, E2, E3, E4) ;

Avec :

N, W, E et S : région de l'exposition et 1, 2, 3 et 4 : numéro de la placette.

Par ailleurs, nous remarquons au niveau de cet axe un gradient dynamique de végétation progressive du coté négatif vers le coté positif, l'axe correspond vraisemblablement à un gradient croissant d'une évolution végétale.

Alors sur l'axe 2 nous trouvons :

Du coté positif, à l'extrémité de l'axe s'individualise en deux groupes, le premier groupe est constitué de deux placettes 1 et 2 de l'exposition ouest avec deux espèces : *Olea europaea* var. *oleaster* et *Teucrium polium*.

Et le deuxième groupe renferme plusieurs espèces telles que : *Tetraclinis articulata*, *Pistacia lentiscus*, *Globularia alypum*, *Phillyrea angustifolia*, *Quercus coccifera*...etc. ainsi que plusieurs placettes d'exposition différentes (N1, N3, N4, W3, W4, S1, S2, S3, S4, E1, E2, E3, E4).

Le coté négatif est constitué d'un seul groupe d'une placette n° 2 de l'exposition Nord avec deux espèces : *Rosmarinus tournefortii* et *Thymelea hirsuta*.

On remarque dans l'axe 2 un gradient dynamique de végétation régressive du coté positif vers le coté négatif.

L'analyse des plans factoriels a permis l'identification de trois types de groupes (1, 2 et 3) de relevés grâce aux axes factoriels 1, 2.

- **Groupe 1**

Ce groupe renferme deux espèces de chamaephytes : *Rosmarinus tournefortii* (RuA) et *Thymelea hirsuta* (TmP). Ce groupe est situé sur le coté positif de l'axe 1 et dans le coté négatif dans l'axe 2.

- **Groupe 2**

Ce groupe renferme deux espèces, une chamaephyte : *Teucrium polium* (TcL), et une Phanérophytes : *Olea europaea var. oleaster* (OIP).

Les espèces de ce groupe sont situées dans le coté positif des deux axes 1 et 2.

- **Groupe 3**

Ce groupe englobe 17 espèces, cinq espèces de Phanérophytes : *Tetraclinis articulata* (Ta), *Pistacia lentiscus* (Pl), *Phillyrea angustifolia* (PhL), *Quercus coccifera* (QC) et *Juniperus oxycedrus* (JoX), huit espèces de chamaephytes : *Globularia alypum* (Ga), *Cistus salviifolius* (CuS), *Cistus monspeliensis* (CsM), *Ampélodesmos mauritanicum* (Am), *Asparagus acutifolius* (AsP), *Calycotome intermedia* (CtI), *Chamaerops humilis* (CyH) et *Thymus ciliatus ssp. munbyanus* (ThA) et deux espèces de géophytes : *Stipa tenacissima* (St), *Urginea maritima* (Um), et une espèce de thérophytes : *Trifolium rubens* (TfR) et une espèce d'Hémicryptophytes : *Ferula communis* (FcM).

Ces espèces sont localisées sur le coté positif de l'axe 1 à l'exception des espèces : *Pistacia lentiscus*, *Phillyrea angustifolia*, *Trifolium rubens*...ainsi de suite.

Et la majorité des espèces sont localisées dans le coté positif de l'axe 2 sauf deux espèces : *Quercus coccifera* et *Stipa tenacissima*.

➤ **Discussion**

D'après BOUDY (1950), le thuya de Berbérie (famille des *Cupressaceae*) est un arbre endémique de la Méditerranée sud-occidentale (endémisme de genre). Il peuple surtout les régions du Maghreb mais se rencontre aussi dans quelques secteurs très ponctuels, au Sud-Est de l'Espagne (région d'Almeria) et sur l'île de Malte.

La description phytocéologique de la forêt de Beni Affene (massif forestier du Sdama), par plusieurs auteurs : BOUDY (1955) et KADIK (1987), confirment les aspects phytocéologiques synthétisés dans le graphe ci-dessus. Ces relevés montrent la diversité floristique du sous-bois d'une Tetraclinaie en zone semi-aride et souligne l'importance de la présence et du recouvrement des principales espèces de la strate arbustive et buissonnante.

D'après la figure 36, nous remarquons qu'il ya trois groupes dont deux groupes ne renferment que deux espèces pour chaque groupe, par contre, le troisième groupe comprend les autres espèces inventoriées.

Nous constatons pour le premier groupe que la placette n° 2 de l'exposition Nord est la seule placette caractéristique de *Thymelea hirsuta*, ainsi que la même placette contient un nombre très élevé en *Rosmarinus tournefortii* avec un taux de recouvrement de 42 %.

Rosmarinus tournefortii a un très bon pouvoir de conquérir les terrains dénudés. Elle est très commune dans l'aire de Thuya, vu sa fidélité qui est très élevée à cette espèce comme le témoigne également ALCARAZ (1982).

La présence de *Thymelea hirsuta* informe sur une certaine ouverture du milieu (MIARA *et al*, 2012).

Pour le deuxième groupe, nous remarquons que le *Teucrium polium* ne se trouve que dans la première placette de l'exposition Ouest, alors que l'*Olea europaea* var. *oleaster* est l'espèce la plus représentative dans les placettes (n° 1 et n° 2) de l'exposition Ouest avec des taux de recouvrement de 52 et 40 % respectivement.

Les espèces marquent aussi leur présence comme *Teucrium polium* connues comme héliophiles (ALCARAZ, 1969).

Comme le *Teucrium* est une espèce indicatrice du début de steppisation (CHERIF, 2012), nous pouvons dire que les deux placettes de l'exposition Ouest indiquent un passé plus forestier et le début de steppisation.

Malgré l'importance de l'espèce l'*Olea europaea* var. *oleaster* qui est l'une des espèces arbustes préforestiers des arbustes préforestiers, elle est liée au thuya qui est pratiquement le seul élément arborescent.

Cependant, malgré la densité en général importante du thuya, il n'arrive pas à couvrir entièrement le sol si bien que la structure physiognomique dominante de l'association est celle de matorral arboré plus ou moins dense, en fonction de l'importance des arbustes préforestiers comme: *Calycotome intermedia*, *Pistacia lentiscus*, *Olea europaea* var. *oleaster*. (FENNANE, 1988).

Concernant le troisième groupe, on peut dire qu'il est le groupe qui renferme la majorité des espèces inventoriées.

D'après ce groupe, nous déduisons que les autres placettes, généralement, contiennent le même cortège floristique.

Plus précisément ces placettes sont constituées de *Tetraclinis articulata* avec les espèces accompagnatrices suivant l'association des *Tetraclinis* sur la végétation de l'ouest Algérien.

Il s'agit d'une formation préforestière où le *Tetraclinis articulata* est l'espèce dominante, accompagnée par *Quercus coccifera*, *Olea europea*, *Juniperus oxycedrus*, *Ampélodesmos mauritanicum*, *Calycotome spinosa* et *Phillyrea angustifolia*. (MIARA et al, 2012).

La forte présence des chamaephytes comme *Thymus ciliatus* subsp. *Munbyanus* et *Trifolium* (*T. stellatum*, *T. angustifolium*, *T. campestre*, *T. rubens*) indique l'ouverture du milieu induite par la forte charge du pâturage.

L'action anthropique semble être traduite par la présence d'*Urginea maritima*, et *Dactylis glomerata*. Ou bien, l'intensité du pâturage est soulignée par l'abondance des géophytes comme : *Urginea maritima* et *Stipa tenacissima* MIARA et al. (2012).

Puisque la présence du *Thymus ciliatus* subsp. *Munbyanus* et *Trifolium rubens* dans notre zone d'étude avec des faibles pourcentages environ 1% pour les deux espèces, se qui indique qu'il existe un effet de pâturage et non pas le pâturage extensif ou bien le surpâturage.

La faible présence d'*Urginea maritima*, a permet de dire qu'il existe une action anthropique assez limitée.

La végétation actuelle résulte de l'interaction de facteurs très diversifiés, relevant notamment de la topographie, la géologie, la climatologie et surtout par une

longue et profonde action anthropozoogène. Sous cette pression permanente, les forêts ont tendance à se transformer en matorral. Clairesemés et détruits à leur tour, ils cèdent leur place aux espèces épineuses et/ou toxiques.

Cette végétation constitue par la suite un milieu favorable aux incendies très souvent volontaires. (BENBADJI *et al*, 2007).

La présence des cistes indiqueraient que ces milieux ont été incendiés et indiqueraient des stades fortement dégradés (CHERIF, 2012).

Les rigueurs climatiques et l'instabilité structurale du sol (substrat sablonneux, 50%) favorisent le développement des espèces à cycle de vie court. AIDOUD (1983) signale que dans les hauts plateaux algériens, l'augmentation des thérophytes est en relation avec un gradient croissant d'aridité. BARBERO *et al* (2001) montrent que la thérophytisation est considérée comme le stade ultime de dégradation des différents écosystèmes avec la dominance des espèces liées aux surpâturages. Cet appauvrissement du tapis végétal se traduit par la disparition progressive des phanérophytes et l'extension des chamaephytes.

Nous retrouvons les espèces comme *Ampélodesmos mauritanicum*, *Globularia alypum* et *Calycotome intermedia* qui caractérisent un stade de dégradation ; ce sont des espèces thermophiles et héliophiles (REBBAS *et al*, 2011). Le passage du feu est indiqué par *Ampélodesmos mauritanicum* (DEBAZAC, 1959 ; AIME, 1976) ; cela confère à cet axe une dimension dynamique.

D'après les constatations des auteurs, nous pouvons dire que la forêt de Beni Affene a été dégradée suite aux incendies répétés.

III.3.3.1.b. AFC N°2 : exposition- taux de recouvrement

L'examen du graphe n° 37 les deux axes factoriels, permet de déduire trois groupes relativement homogènes.

Sur la figure 37, l'axe 1 (56,94% d'inertie totale du nuage de points) est caractérisé au côté positif où s'individualisent en deux groupes, le premier groupe renferme l'exposition nord avec six espèces : *Quercus coccifera* et *Ampélodesmos mauritanicum*, *Trifolium rubens*, *Rosmarinus tournefortii*, *Thymus ciliatus ssp. Munbyanus*, *Thymelea hirsuta*.

Le deuxième groupe est constitué de l'exposition ouest avec cinq espèces :

Cistus salviifolius, *Chamayrops humilis*, *Calycotome intermedia*, *Olea europaea* var. *oleaster* et *Teucrium polium*.

Au le coté négatif, nous trouvons un ensemble qui renferme dix espèces qui sont : *Tetraclinis articulata*, *Pistacia lentiscus*, *Globularia alypum*, *Phillyrea angustifolia*, *stipa tenassicima*, *Ferula communis*, *Urginea maritima*, *Juniperus oxycedrus*, *Cistus monspeliensis* et *Asparagus acutifolius* et deux expositions Sud et Est.

Sur l'axe N° 2 (31,25 % d'inertie totale du nuage de points), du coté positif on trouve deux groupes, le premier groupe est constitué de l'exposition ouest avec cinq espèces : *Cistus salviifolius*, *Chamayrops humilis*, *Calycotome intermedia*, *Olea europaea* var. *oleaster* et *Teucrium polium*.

Le deuxième groupe renferme l'exposition sud et six espèces qui sont: *Phillyrea angustifolia*, *Urginea maritima*, *Juniperus oxycedrus*, *Cistus monspeliensis* et *Asparagus acutifolius*, *Thymus ciliatus* ssp. *Munbyanus*.

Le coté négatif est constitué de deux groupes, le premier regroupe l'exposition Nord avec cinq espèces : *Quercus coccifera* et *Ampélodesmos mauritanicum*, *Trifolium rubens*, *Rosmarinus tournefortii*, *Thymelea hirsuta*. Et le deuxième groupe est constitué de l'exposition Est avec cinq espèces : *Tetraclinis articulata*, *Pistacia lentiscus*, *Globularia alypum*, *stipa tenassicima*, *Ferula communis*.

la présence des cistes indiqueraient que ces milieux ont été incendiés et indiqueraient des stades fortement dégradés.

L'analyse des plans factoriels a permis l'identification de trois types de **groupes (1, 2 et 3) de relevés grâce aux axes factoriels 1, 2.**

- **Groupe 1**

Ce groupe renferme cinq espèces de chamaephytes : *Cistus salviifolius*, *Chamayrops humilis*, *Calycotome intermedia* et *Thymus ciliatus* ssp. *Munbyanus* et *Teucrium polium*, et une Phanérophytes : *Olea europaea* var. *oleaster*.

Ce groupe est situé sur le coté positif de l'axe 1 et 2.

- **Groupe 2**

Ce groupe renferme cinq espèces, une thérophyte : *trifolium rubens*, et une Phanérophytes : *Quercus coccifera*, et trois chamaephytes : *Ampélodesmos mauritanicum*, *Rosmarinus tournefortii* et *Thymelea hirsuta*.

Les espèces de ce groupe sont situées dans le coté positif de l'axe 1 et dans le coté négatif de 2^{ème} axe.

- **Groupe 3**

Ce groupe englobe 10 espèces, quatre espèces de Phanérophytes : *Tetraclinis articulata*, *Pistacia lentiscus*, *Phillyrea angustifolia* et *Juniperus oxycedrus*, trois espèces de chamaephytes : *Globularia alypum*, *Cistus monspeliensis* et *Asparagus acutifolius*, et deux espèces de géophytes : *Stipa tenacissima*, *Urginea maritima*, et une espèce d'Hémicryptophytes : *Ferula communis*.

Ce groupe est localisé au centre des deux axes 1 et 2.

Par ailleurs, nous remarquons au niveau de cet axe un gradient dynamique de végétation régressive du cote positif vers le coté négatif, nous passons en effet des espèces phanérophytiques, chamaephytiques (*Tetraclinis articulata*, *Calycotome intermedia* ...etc.) aux espèces thérophytiques *Trifolium rubens*. Cet axe correspond à un gradient décroissant d'une évolution végétale.

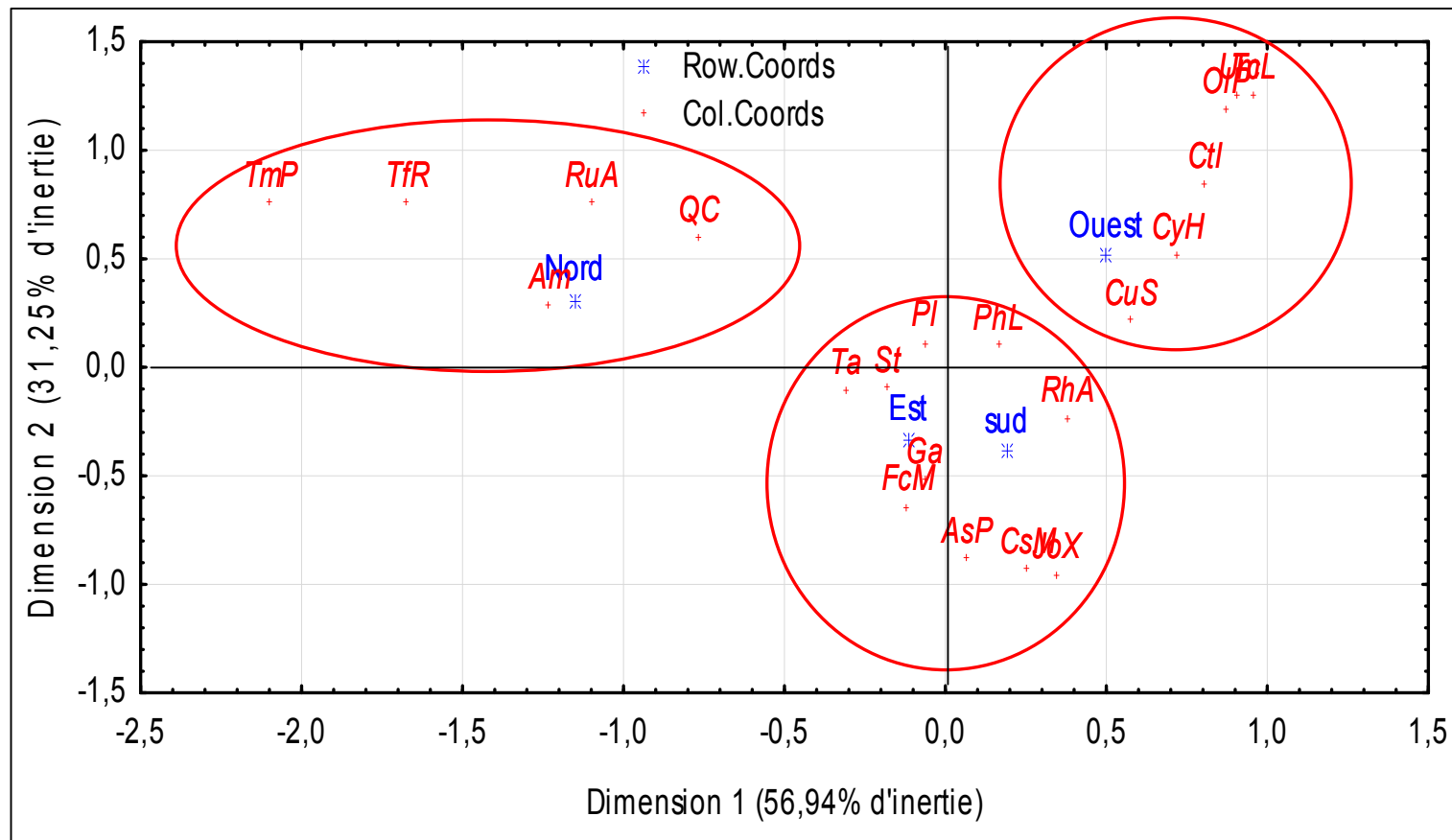


Figure n°37 : Le plan factoriel des expositions en fonction du taux de recouvrement des espèces

➤ **Discussion**

D'après la figure 37 nous remarquons qu'il existe trois groupes considérés comme homogènes.

Le premier groupe renferme l'exposition Ouest avec cinq espèces (*Cistus salviifolius*, *Chamaerops humilis*, *Calycotome intermedia*, *Olea europaea* var. *oleaster* et *Teucrium polium*), ces espèces sont les plus représentées en cette exposition, telles que le *Cistus salviifolius* qui a un taux de recouvrement de 39%.

L'ambiance xérique et chaude de l'ensemble est marquée par *Chamaerops humilis* et *Thymus ciliatus* ssp. *Munbyanus* ou même les espèces : *Teucrium polium* et *Fumana thymifolia*, qui sont des reliques forestières xérophytes (AINAD-TABET, 1988).

La présence des cistes indiqueraient que ces milieux ont été incendiés et montreraient les stades fortement dégradés.

Alors que les *Chamaerops humilis* représente 1%, mais considéré comme caractéristique de l'exposition Ouest.

D'après REBBAS et al (2011), des espèces comme *Asparagus acutifolius*, *chamaerops humilis*...etc. sont des espèces de rochers, forêts et broussailles.

Même pour le *Calycotome intermedia* est représenté avec un taux de 5% dans l'exposition Ouest et 1% dans l'exposition Sud, donc nous pouvons dire que le *Calicotome intermedia* est une espèce caractéristique de l'exposition Ouest beaucoup plus.

Ainsi que le *Teucrium polium* présente un taux de 3% mais on le trouve que dans la présente exposition.

D'après MAATOUG (2003), les espèces caractéristiques de la Tetraclinaie sont essentiellement : *Lavandula multifida*, *Cistus vilossus*, *Teucrium polium*, *Ebenus pinnata*, *Osyris lanceolata*.

FLORET et al (1982) signale que plus un écosystème est influencé par l'homme (surpâturage, culture), plus les thérophytes y prennent de l'importance.

Concernant l'*Olea europaea* est une espèce qui représente un taux de recouvrement très élevé (47%) en cette exposition.

En bioclimat semi-aride et aride, la transformation des forêts potentielles déjà matorralisées se traduit par la modification des matorrals originaux où s'installent de nouveaux occupants arbustifs mieux adaptés à l'accentuation des contraintes liées aux actions anthropiques et à l'érosion des sols QUÉZEL (2000).

Ainsi se développent divers types de matorrals en fonction des espèces dominantes :

matorrals à feuilles cotonneuses (*Cistus subsp*, *Rosmarinus subsp*), matorrals épineux (*Ulex subsp*, *Genista subsp*, *Calycotome subsp*)

Le deuxième groupe englobe l'exposition Nord avec six espèces (*Quercus coccifera*, *Ampélodesmos mauritanicum*, *Trifolium rubens*, *Rosmarinus tournefortii*, *Thymus ciliatus ssp. Munbyanus* et *Thymelea hirsuta*).

Nous commençons par le *Rosmarinus tournefortii* qui représente 42% du taux de recouvrement globale, qui est considéré comme élevé en cette exposition par rapport aux autres expositions.

Passant par la *Thymelea hirsuta* représente un taux de 10%, mais elle ne se trouve qu'au niveau de cette exposition.

La même chose le *Quercus coccifera* et *Ampélodesmos mauritanicum* sont représentés par un taux élevé que dans les autres expositions.

Le passage du feu est indiqué par *Ampélodesmos mauritanicum* (DEBAZAC, 1959 ; Aimé, 1976) ; cela confère à cet axe une dimension dynamique.

Nous pouvons dire qu'il existe une dynamique régressive à l'exposition Nord par la présence de l'*Ampélodesmos* qui indique un incendie.

Concernant le *Trifolium rubens* et *Thymus ciliatus ssp. Munbyanus* sont des espèces caractéristiques de l'exposition nord.

FLORET et al (1982) signale que plus un écosystème est influencé par l'homme (surpâturage, culture), plus les thérophytes y prennent de l'importance.

Le troisième groupe regroupe deux expositions Est et Sud et dix espèces (*Tetraclinis articulata*, *Pistacia lentiscus*, *Globularia alypum*, *Phillyrea angustifolia*, *Stipa tenassicima*, *Ferula communis*, *Urginea maritima*, *Juniperus oxycedrus*, *Cistus monspeliensis* et *Asparagus acutifolius*).

Comme le *Tetraclinis articulata*, *Pistacia lentiscus*, *Globularia alypum* et *phillyrea angustifolia* sont rencontrées dans les quatre versants, sauf dans le versant Sud et Est, elles représentent un taux élevé et présente un cortège constant.

Il s'agit d'une formation préforestière où le *Tetraclinis articulata* est l'espèce dominante, accompagnée par *Olea europea*, *Juniperus oxycedrus*, *Pistacia lentiscus*, *Globularia alypum* et *Phillyrea angustifolia*. Il se localise dans la partie sud-est du massif entre 700 et 850 m d'altitude, à des expositions sud et sud-est ainsi que sur des pentes faibles. (MIARA et al, 2012).

Pour ce qui est de l'essence *Tetraclinis* proprement dite, on peut distinguer que grâce à sa plasticité et à sa résistance écologique elle peut coloniser des milieux sylvatiques, préforstières et présteppiques. Elle joue alors un rôle important dans la structure végétale de ces milieux là où elle est présente. (FENNANE, 1988).

Concernant *Stipa tenassicima* est trouvée beaucoup plus dans le versant Sud, car les conditions climatiques sont favorables qu'au niveau des autres versants.

Pour l' et *Asparagus acutifolius* et le *Juniperus oxycedrus* représentent un taux assez faible mais elles sont des espèces caractéristiques du versant Sud et Est.

D'après REBBAS et al (2011), des espèces comme *Asparagus acutifolius*, *chamaerops humilis*...etc. sont des espèces de rochers, forêts et broussailles.

La callitraie est une association éminemment thermophile et xérophile. Elle se développe dans des conditions climatiques et édaphiques analogiques à celle du *Pinus halepensis*. Elle est toutefois beaucoup moins résistante au froid surtout humide, ce qui l'élimine le plus souvent des montagnes de l'intérieure, il lui faut des expositions chaudes (BOUDY, 1950).

Les rigueurs climatiques et l'instabilité structurale du sol favorisent le développement des espèces à cycle de vie court, plus ou moins exigeant en besoins hydrique et trophique.

La présence des espèces à cycle de vie court avec *Stipa tenassicima*, indiquent la thermophilie du groupe qui est bien souligné par *Stipa tenassicima* et témoignent de la relative dégradation du milieu.

Au fur et à mesure que l'on progresse dans l'axe on trouve *Ampelodesmos mauritanicum*.

Bien que *Stipa tenassicima*, et *Ampelodesmos mauritanicum* puissent se trouver ensemble, le plus souvent ces deux poacées qui ont la même physionomie, opposent deux versants. Versant à *Ampelodesmos mauritanicum* plus humide (Nord) que celui de *Stipa tenassicima* (Sud). Cette opposition qui semble discrimine les groupes d'espèces le long de cet axe.

Étant donnée la prédominance de *Ampelodesmos mauritanicum* qui indique un milieu fréquemment incendié (DEBAZAC, 1959).

La présence des cistes indiqueraient que ces milieux ont été incendiés et montreraient les stades fortement dégradés.

Le facteur climatique joue un rôle prépondérant dans l'écologie du thuya. Sa distribution est liée aux climats méditerranéens semi-arides (BENABID, 1979). Les résultats relatifs à la synthèse climatique de notre zone d'étude signifient que cette dernière est sous l'influence d'un climat semi-aride à hivers frais et un indice Q_2 est de l'ordre de 34,37. Ceci est en accord avec plusieurs travaux en ce terme.

Tetraclinis articulata est peu exigeant au point de vue pluviométrie ; 250 mm d'eau lui suffit avec un optimum est de 350 à 400. C'est également l'une des essences caractéristiques de l'étage bioclimatique semi-aride, avec le pin d'Alep et le genévrier (QUEZEL, 1980).

Le tapis végétal de la tetraclinaie est dominé par des espèces parfaitement adaptées aux milieux secs et calcaires ; il s'agit de *Stipa tenacissima*, *Ampélodesmos mauritanicum*, *Cistus sp.*, *Rosmarinus tournefortii* et *Globularia alypum*.

III.3.3.1.c. AFC N°3 : type du sol – espèces

L'examen du graphe n° 38 les deux axes factoriels, permet de déduire trois groupes relativement homogènes.

L'analyse type du sol – espèces montre que le taux d'inertie de l'axe 1 est élevé que le taux d'inertie de l'axe 2 (60,36 et 39,64 respectivement), se qui montre que la projection se fait principalement sur le premier axe.

L'axe 1 oppose principalement deux groupes :

- **Coté positif :**

Deux groupes des espèces associent au type du sol. Le premier groupe renferme le sol argilo-limoneux avec trois espèces (*Ferula communis*, *Cistus monspeliensis*, *Asparagus acutifolius*), alors que le deuxième groupe englobe le sol limoneux avec sept espèces (*Ampélodesmos mauritanicum*, *Globularia alypum*, *Stipa tenacissima*, *Cistus salviifolius*, *Phillyrea angustifolia*, *Tetraclinis articulata*, *Quercus coccifera*).

- **coté négatif :**

Un seul groupe est associé au type du sol à limons fins avec les espèces suivantes : *Urginea maritima*, *Olea europaea*, *Teucrium polium*.

L'axe N° représente deux classes, du coté positif, à l'extrémité de l'axe est

constitué d'un groupe qui renferme trois espèces (*Ferula communis*, *Cistus monspeliensis*, *Asparagus acutifolius*) avec le sol argilo-limoneux.

Le côté négatif s'individualise en deux groupes, le premier groupe est constitué du sol limoneux avec sept espèces (*Ampélodesmos mauritanicum*, *Globularia alypum*, *stipa tenacissima*, *Cistus salviifolius*, *Phillyrea angustifolia*, *Tetraclinis articulata*, *Quercus coccifera*). et le deuxième groupe Un seul groupe est associé au type du sol à limons fins avec les espèces suivantes : *Urginea maritima*, *Olea europaea*, *Teucrium polium*.

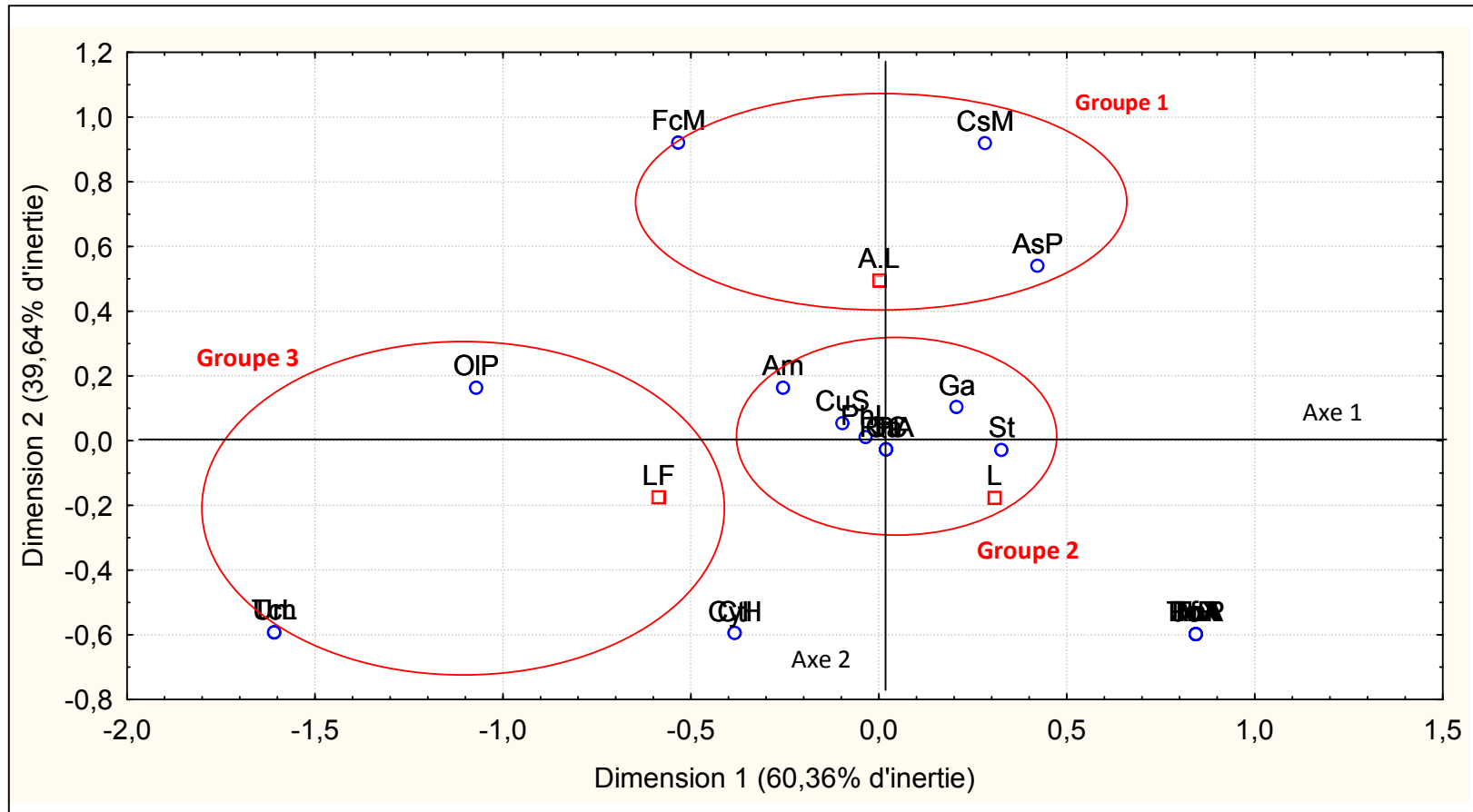


Figure n°38 : Plan factoriel entre le type du sol et les espèces

➤ Discussion

Pour ce qui est de l'essence *Tetraclinis* proprement dite, on peut distinguer que grâce à sa plasticité et à sa résistance écologique elle peut coloniser des milieux sylvatiques, préforstières et présteppiques. Elle joue alors un rôle important dans la structure végétale de ces milieux là où elle est présente. (FENNANE, 1988).

Ce type de végétation correspond à un stade avancé de la dégradation des forêts ; il est décrit selon les auteurs sous diverses dénominations : maquis (sur substrat siliceux), garrigue (sur substrat calcaire). Cependant, au Maghreb, le terme de matorral semble le plus usité compte tenu du fait que le caractère "calcifuge/calcicole" n'apparaît pas déterminant sur la physionomie et la distribution de ce type de végétation.

Cette formation est liée à l'étage bioclimatique méditerranéen semi-aride à hiver frais, avec des précipitations moyennes annuelles de l'ordre de 400 mm. (KAABECHE, 1996).

Le profil de cette station est fortement calcaire, le taux moyen est de 68,29 %. Le couvert végétal est composé des espèces qui résistent au calcaire ou « calcarotolérants», telle que *Tetraclinis articulata*, *Globularia alypum*, selon POUGET (1980) et LE Houerou (1995), les espèces *Tetraclinis articulata*, *Globularia alypum* liées au sol squelettique (sols calcaires) ; il y a une affinité entre les espèces de cette station et le calcaire.

Il est souvent admis que lorsque la quantité de calcaire augmente, la quantité de gypse diminue et vis versa (FAO, 1990). À cause de leur forte teneur en calcaire, le sol de la zone d'étude est non gypseux.

Comme le thuya est un arbre rustique, il a la faculté de rejeter de souche (faculté rare chez les résineux que possèdent aussi *Pinus canariensis*, *Pinus rigida* et *Sequoia sempervirens*) lui permettant de résister dans une certaine mesure aux mutilations les plus profondes y compris aux incendies.

Les substrats calcaires et une température élevée favorisent l'extension du thuya vers la mer.

D'après REBBAS et al (2011), des espèces comme *Asparagus acutifolius*, *chamaerops humilis*...etc. sont des espèces de rochers, forêts et broussailles.

Nous retrouvons les espèces liées aux formations sur calcaires : *Quercus coccifera*, *Tetraclinis articulata*, *Stipa tenacissima*. (REBBAS et al, 2011).

Les autres espèces très caractéristiques de cette association sont, d'après FENNANE (1987), *Thymus broussonetii*, *Cistus salviifolius*, *Halimium halimifolium* et *Helianthemum canariense*. Avec l'arganier souvent présent, *Periploca laevigata* se range dans le même groupe.

Tetraclinis articulata est une espèce indifférente à la nature chimique du sol. Cependant, il préfère les sols calcaires et les sols fersiallitiques meubles plus au moins profonds (GRECO, 1966).

Le facteur climatique joue un rôle prépondérant dans l'écologie du thuya. Sa distribution est liée aux climats méditerranéens semi-arides (Benabid, 1979). Les résultats relatifs à la synthèse climatique de notre zone d'étude signifient que cette dernière est sous l'influence d'un climat semi-aride à hivers frais et un indice Q_2 est de l'ordre de 34,37. Ceci est en accord avec plusieurs travaux en ce terme.

Tetraclinis articulata est peu exigeant au point de vue pluviométrie ; 250 mm d'eau lui suffit avec un optimum est de 350 à 400. C'est également l'une des essences caractéristiques de l'étage bioclimatique semi-aride, avec le pin d'Alep et le genévrier (QUEZEL, 1980).

Le thuya est pratiquement le seul élément arborescent. Cependant, malgré sa densité en général importante, il n'arrive pas à couvrir entièrement le sol si bien que la structure physiologique dominante de l'association est celle de matorral arboré plus ou moins dense, en fonction de l'importance des arbustes préforestiers comme: *Calycotome intermedia*, *Pistacia lentiscus*, *Olea europaea* var. *oleaster*. (FENNANE, 1988).

Rosmarinus tournefortii a un très bon pouvoir de conquérir les terrains dénudés. Elle est très commune dans l'aire de Thuya, vu sa fidélité qui est très élevée à cette espèce comme le témoigne également ALCARAZ (1982).

Le *Calycotome intermedia* et *Tetraclinis articulata* est lié aux bioclimats semi-aride supérieur et subhumide inférieur dans les variantes fraîche, tempérée et douce. Au subhumide, le Thuya est présent sur des substrats chauds et secs filtrants qui sont généralement des calcaires plus ou moins gréseux ou dolomitiques. Ces substrats sont recherchés même à faible altitude. (FENNANE, 1988)

Cette végétation constitue par la suite un milieu favorable aux incendies très souvent volontaires. BENBADJI et al, 2007.

Étant donnée la prédominance de *Ampélodesmos mauritanicum* qui indique un milieu fréquemment incendié (DEBAZAC, 1959).

Les conséquences des incendies sur le sol ont été signalées par AUBERT (1991), à savoir, le changement de la structure de l'horizon humifère, la réduction de la capacité de rétention d'eau, l'élévation du pH, l'accroissement du taux de calcaire par éclatement de la roche mère et la diminution de la capacité totale d'échange.

D'après les remarques des auteurs, nous pouvons constater que le sol peut agir sur le développement végétal, ainsi que les incendies de forêt peuvent agir sur le type du sol, alors nous pouvons dire qu'il ya une relation réciproque entre le type de sol et les incendies de la végétation forestière.

III.3.4. Conclusion

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 sur le milieu.

Les facteurs agissant sont le bioclimat et l'action humaine. En effet, le bioclimat, à travers la sécheresse atmosphérique, constitue le facteur principal de la diversité de ces formations des monts des Beni Affane. Ce facteur semble soutenir la majorité des axes AFC.

Ensuite entre en jeu l'action humaine (surpâturage, déboisement), qui contribue à renforcer l'assèchement des milieux. La nature du substrat agit dans le même sens que les deux facteurs cités ci-dessus, accentue cette pression phylogénétique.

Ce traitement global, nous a permis d'avoir une vue d'ensemble sur certains aspects et formations dans la zone d'étude, et de vérifier qu'il existe bien un cortège floristique original qui participe à la série de *Tetraclinis articulata*.

CONCLUSION GENERALE

Conclusion générale :

Les monts de Bni Affene partie de l'Ouest Algérien, ont été choisis comme modèle pour une étude phytoécologique des groupements à *Tetraclinis articulata*, du fait que cette espèce domine la région et se caractérise par sa résistance aux conditions de dégradation.

L'étude bioclimatique de la région révèle un régime méditerranéen caractérisé par deux saisons bien distinctes : une période pluvieuse de cinq mois et une période sèche plus longue, qui s'étale sur sept mois. L'évolution progressive de la période de sécheresse impose à la végétation une forte évapotranspiration, ce qui lui permet de développer des systèmes d'adaptation modifiant ainsi le paysage en imposant une végétation xérophile.

De point de vue végétation, nous avons pu décrire une liste de 21 espèces caractéristiques du *Tetraclinis articulata* ou encore les espèces qui constituent les groupements de cette dernière. Parmi eux nous avons 5 espèces fréquentes : *Tetraclinis articulata* 33%, *Pistacia lentiscus* 11 %, *Globularia alypum* 8%, *phylleria angustifolia* 9%, *Rosmarinus tournefortii* 15%.

Les autres espèces ne dépassent pas 6% : *Quercus coccifera* 2%, *Cistus salviifolius* 6%, *Ferula communis* 1%, *Stipa tenacissima* et *Olea europaea* 5%, *Calycotome intermedia* 2%.

Le reste des espèces sont représentées par des faibles pourcentages : *chamaerops humilis*, *thymus ciliatus ssp. Munbyanus*, *Thymelea passerina*, *Teucrium polium*, *Urginea maritima*.

L'analyse floristique de la zone d'étude nous a permis de faire ressortir les résultats suivants :

- Le couvert végétal est formé surtout par les espèces appartenant aux familles des lamiacées, liliacées, fabacées, cupressacées..., et d'autres familles moins riches en espèces ne représentent qu'un taux de 5%, fagacées, Thymelaeacées...etc.
Ch > Ph > Ge > Th = He
- Le type biologique est représenté par des formations assez dégradées, marquées par une dominance des Chamaephytes, viennent en deuxième position les

Phanérophytes, les géophytes enfin les thérophytes et les Hémicryptophytes. Ces derniers selon BARBERO et al (1989), exigent un milieu riche en matière organique et une forte altitude.

Les principales espèces qui imposent une dominance dans la composition floristique grâce à leur pouvoir de résistance aux diverses agressions se résument au *Tetraclinis articulata*, pour les espèces forestières et *Pistacia lentiscus*, *phillyrea angustifolia* pour les espèces pré-forestières.

« L'AFC est une bonne méthode pour représenter les relevés à classer et une bonne méthode pour trouver des gradients (CHESSEL et al, 2004). »

L'analyse factorielle des correspondances (AFC), nous a permis de considérer la végétation dans son dynamisme et sa physionomie, et de retirer des hypothèses quant à l'action que peut jouer un certain nombre de facteurs écologiques sur l'installation des formations végétales dans cette région.

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 sur le milieu.

Les facteurs agissant sont le bioclimat et l'action humaine. En effet, le bioclimat, à travers la sécheresse atmosphérique, constitue le facteur principal de la diversité de ces formations des monts des Beni Affane. Ce facteur semble soutenir la majorité des axes AFC.

Étant donnée la prédominance de quelques espèces végétales qui indique un milieu fréquemment incendié (DEBAZAC, 1959).

Les conséquences des incendies sur le sol ont été signalées par AUBERT (1991), à savoir, le changement de la structure de l'horizon humifère, la réduction de la capacité de rétention d'eau, l'élévation du pH, l'accroissement du taux de calcaire par éclatement de la roche mère, se qui agit sur le comportement du couvet végétal.

Comme l'incendie est le principal facteur menaçant la végétation existante dans la zone d'étude, il est indispensable de proposer un plan d'aménagement approprié :

1- Proposition d'un plan d'aménagement en matière de DFCI

Pour lutter contre les incendies il faut installer des équipements sur terrain qui permet d'accéder au feu le plus rapidement possible, et de faciliter l'intervention des moyens de secours (zone d'appui, points d'eau). Leur conception et leur réalisation doivent

permettre aux équipes de secours de travailler dans les meilleures conditions de sécurité possibles (CEMAGEREF, 1989).

- L'ouverture des pistes : permet la circulation des patrouilles mobiles, assure l'accès rapide des véhicules d'intervention et de constituer éventuellement une ligne de lutte dans le cas d'incendie de faible ampleur (SAFA, 2013).

La zone d'étude nécessite l'ouverture des pistes dans les zones de haut risque (principalement le versant Sud).

- Les points d'eau : étant le principal moyen d'extinction des feux de forêts, l'eau reste indispensable, comme la zone d'étude possède deux sources non aménagées et le barrage Bekhadda sauf qu'il est loin des régions de haut risque, sur le plan d'aménagement il faut installer des Baches d'eau pour faciliter l'intervention (SAFA, 2013).
- Les tranchées pare feu : sont des discontinuités qui fragmentent la forêt et permettent de contenir l'incendie dans les massifs isolés ainsi créés, mais elles ont un impact paysager négatif.
- L'installation des postes vigies : installés sur des hautes altitudes (au niveau des points culminants), pour avoir une bonne visibilité sur l'ensemble du territoire.

2- Sur le plan sylvicole

Définie comme une autoprotection des peuplements forestiers permettant de réduire de la propagation d'un feu.

- Débroussaillage et coupure verte : définit par CEMAGREF (1989) comme: « Débroussailler, c'est éliminer les végétaux ligneux bas et élaguer les végétaux ligneux hauts afin de créer une discontinuité verticale d'au moins 2 mètres de haut entre la litière et le houppier des arbres ».
- Dépressage : Le dépressage consiste à enlever les sujets surabondants, à commencer par ceux qui sont malades, tarés, mal conformés (BELAROUCI, 1992).
- Elagage : Cette opération consiste à couper les branches basses des arbres, se qui facilite la pénétration dans les peuplements lors des opérations d'entretien.
- Elimination des rémanents : l'accumulation des rémanents des éclaircies et de l'élagage favorise la propagation des incendies.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- **ACHHAL A., BARRERO M., ECH-CHAMIKSH S. (1985).** Productivité du *Tetraclinis articulata* (Vahl.) Masters dans le bassin versant du n'fis. *Ecologia Mediteranea. Tome XI. Fascicule 2/3.*
- **ACHHAL A. (1986).** *Etude phytosociologique et dendrométrique des écosystème forerstiens du bassin versant du N'Fis (Haut Atlas central).* Thèse Doctorat Univ. Aix Marseille III, 204p.
- **AIDOU D. A. (1983).** Contribution à l'étude des écosystèmes steppiques du Sud oranais : phytomasse, productivité primaire et applications pastorales''. Thèse doct. 3^ocycle. USTHB. Alger. 180p.
- **AIME S. (1976).** *Contribution à l'étude écologique du Chêne-liège. Étude de quelques limites.* Thèse de Doctorat, Université de Nice. Pp.
- **AINAD-TABET L. (1988).** Étude d'un échantillon représentatif des pelouses de l'Oranais en relation avec les conditions de sol. *Mém. Mag. Univ. Es-Senia. Oran.* 180 p.
- **ALCARAZ C. (1969).** Principaux types de successions géographiques concernant le pin d'Alep et ses principales espèces-climax concurrentes dans le Tell Oranais. *Bull. Soc. Hist. nat. Af.* 60 : 103-115.
- **ALCARAZ C. (1982).** La végétation de l'ouest Algérien. Thèse d'état. Univ. Perpignan, 415p.
- **ANONYME. (1977).** Laboratoire du sol : Méthodes d'analyses physiques et chimiques du sol, 3^{eme} et 4^{eme} année. Institut de technologie agricole, Mostaganem, 105p.
- **AUBERT G. (1991).** Effet de l'incendie sur les sols forestiers. Symposium « La forêt carbonisée, son présent, son futur » revue- les cahiers du conservatoire du littoral – n°2 Forêt méditerranéenne : vivre avec le feu. Pp.
- **BAGNOULS F., GAUSSEN H. (1953).** Saison sèche et indice xérothermique. Doc. Carte. Vég. Art.8.Toulouse.47p.
- **BAIZE D. (2000).** Guide des analyses en pédologie. *Ed. INRA, Paris, 257p.*
- **BAIZE D. (1990).** Guide des analyses courantes en pédologie. Choix expression présentation interprétation. Sery. Etude des sols et de la carte péd. France. I.N.R.A. Paris. 172 p.

- **BARBERO M., LOISEL R., MEDAIL F., QUEZEL P. (2001).** Signification biogéographique et biodiversité des forêts du bassin méditerranéen”. *Boccone*, N° 13 .pp. 11-25.
- **BARBERO M., QUEZEL P ., RIVAS MARTINEZ S. (1981).** Contribution à l'étude des groupements forestiers et pré forestiers du Maroc. *Phytocoenologia*, 9, 30: 311-412.
- **BARBERO M., QUEZEL P., RIVAS MARTINEZ S. (1988).** Contribution à l'étude des groupements forestiers et préforestiers du Maroc. *Phytocoenologia*, 9, 3 : 311-412.
- **BASTIN CH., BENZEKRI JP., BOURGARIT CH., CAZES P. (1980).** Pratique de l'analyse des données, T2, Abrégé théorique, étude de cas modèles. Ed. Dunod.466p.
- **BELKACEM A. (2010).**Ecologie et pathologie du pin d'Alep de la forêt de Telmouni (Algérie occidentale). Mémoire de magister. 90p.
- **BELLAKHDAR J. (1997).** Traditional medicine and west saharian toxicology. Ed. *Techn. Nord Afric. Rabat*.
- **BENABADJI N., BENMANSOUR D., BOUAZZA M. (2007)** .la flore des monts d'ain fezza dans l'ouest algérien, biodiversité et dynamique. *Sciences & Technologie*.26 : 47-59.
- **BENABID A. (1976).** Etude écologique, phytosociologique et sylvo-pastorale de la Tetracinaie de l'Amisttène. Thèse 3^{ème} cycle. Univ. Aix Marseille III.155p.
- **BENRBIHA A. (1984).** Contribution à l'étude l'aménagement pastoral dans les zones steppiques : cas de la région d'Ain Ouessara la wilaya de Djelfa. Thèse de magister. INA EL Harrach. Pp.
- **BENTHAM G., HOOKER. J.D. (1883).** Genera plantanum and examplaria imprimis in Hebariis kewensibus. Servata definite.
- **BENZECRI J.P. (1973).** L'analyse des données. Tome 1. La taxonomie. Ed Dunod. Paris. 675p.
- **BLANDIN P. (1986).** Le bios évaluation, présentation générale des concepts et des recherches. Bulletin d'écologie. 17(4): 217-231.
- **BONIN G., TATONI T.H. (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.
- 📖 **BONNEAU M., SOUCIDER B. (1979).** Pédologie. Constituants et propriétés du sol. Tome II. Ed. Masson.
- 📖 **BOUDY P. (1950).** Economie forestière Nord Africaine. Monographie et traitement des essences. Ed. Larose. Paris. pp 29 - 249.
- 📖 **BOUDY P. (1952).** Guide du forestier en Afrique du Nord. Pris maison rustique. 509 p.
- 📖 **BOURKHISS B., OUHSSINE M., HNACH M., BOURKHISS M., SATRANI B., FARAH AB. (2007).** Composition chimique et bioactivité de l'huile essentielle des rameaux de *Tetraclinis articulata* (Vahl). *Bull. soc. Pharm. Bordeaux.* 146 : 75-84.
- 📖 **BUHAGIAR J., PODESTA M.T., LIONI P. L., FLAMINI G ., MORELLI I.(2000).** Essentiel oil composition of different parts of *Tetraclinis articulata* (Vahl.) Masters. *J. Ess. Oil. Res.* .12(1) : 29-32 p.
- 📖 **CASAGRANDE A. (1934).** Die oraemeter methodzûr bestimmung der koruverbeilung von boden. Berlin. 66p.
- 📖 **CELLES J.C. (1975).** Contribution à l'étude de la végétation des confins saharo-constantinois (Algérie). Thèse. Doc. Univ. Nice. 364 p.
- 📖 **CEMAGREF. (1989).** Le Guide technique du forestier méditerranéen français, chapitre IV : protection des forêts contre les incendies. Division technique forestiere, Aix- en – Provens (France).p.
- 📖 **CFT. (2013).** Service gestion, la répartition des formations forestières dans la Wilaya de Tiaret .Communication personnelle.
- 📖 **CHAABANE A. (1993).** Etude de la végétation du littoral septentrionale de Tunisie: Typologie, Syntaxonomie et éléments d'aménagement .Thèse Doct. Sc. Univ. Aix-Marseille III, 205p.
- 📖 **CHARLES G ., CHEV ASSUT G. (1957).** Sur la présence des peuplements de végétaux steppiques: *Lygeum spartum* L. et *Artemisia herba-alba* Asso. Dans la région de Hammam Righa (Tell Algérois). *Bull. Soc. Hist. Nat. Afrique du Nord.* pp : 524 - 536.
- 📖 **CHERIF I. (2012).** Contribution à une étude phytoécologique des groupements à *Tetraclinis articulata* du littoral de Honaine (Algérie occidentale). Mémoire de

magister. 167p.

- **CHESEL D ., BOURNAUD M. (1987) .** Progrès récents en analyse des données écologiques. IV Coll. AFIE : la gestion des systèmes écologiques. Bordeaux. pp: 65-76.
- **CHESEL D., TIDOULOUSE J., DUFOUR A.B. (2004).** Introduction à la classification hiérarchique. Fiche de Biostatistique-Stage 7, 56 p. Disponible à l'adresse Internet: <http://pbi1.univlvon1.fr/R/stage/stage7.pdf>.
- **CHYTRY M., TICHY L. (2003).** Diagnostic, constant and dominant species of vegetation classes and alliances of the Czech Republic: a statistical revision. *FoUa, Fae. Sei. Nat. Univ.Masaryk. Brun., Biol.*108 :1-231.
- **CORDIER B. (1965).** L'analyse factoriel des correspondances. Thèse spèc. Univ. Rennes. 66 p.
- **DAGNELIE P. (1960).** Contribution à l'étude des communautés végétales par l'analyse factorielle. *Bull. Serv. Carte Phytogéogr.* 5 (1) :7-71 , (2) : 93-195.
- **DAGNELIE. P. (1970).** Théorie et méthode statistique. V 01.2 Ducolot, Gembloux. 415p.
- **DAHMANI M. (1984).** Contribution à l'étude des groupements de chêne vert des monts de Tlemcen (Ouest Algérien). Approche phytosociologique et phytoécologique. Thèse de doctorat 3^{ème} cycle. Univ. H. Boumedien, Alger. 238 p.
- **DAHMANI M. (1997).** Le chêne vert en Algérie syntaxonomie phytosociologie et dynamique des peuplements .Thèse. de Doctorat .Es.Sci.Univ.Houari Boumédiene. Alger. 384p.
- **DAJOZ R. (1996).** Précis d'écologie Ed Dunod 2^{ème} et 3^{ème} cycles universitaires. 551p.
- **DAJOZ R. (2006).** Précis d'écologie. Edit. Dunod, 8ème édit., Paris. 631p.
- **DEBAZAC E. (1959).** La végétation forestière de la Kroumirie. *Ann. Ecol. Nat. Eaux et Forêts, Nancy*, 14 (2) : 1-131.
- **DEMARTONNE E. (1926).** Une nouvelle fonction climatologique : l'indice d'aridité. *La météo*, pp 449-459.
- **DJEBAILI S . (1984).** Steppe Algérienne, phytosociologie et Ecologie O.P.U. Alger. 127p.

- **DJEBALI S. (1978).** Recherche phytoécologique et phytosociologique sur la végétation des hauts plaines steppiques de l'atlas saharien Algérien. Th. Doc. Univ. Sci et tech. De la langue doc. Montpellier. 299 p.
- **DUCHAUFFOUR P. (2001).** Introduction à la science du sol. Sol, végétation, environnement membre de l'académie d'agriculture de France.6e édition de l'abrégé de pédologie. 331 p.
- **DUCHAUFFOUR Ph. (1977).** Pédologie. Tome I : Pédogénèse et classification. Masson. Paris. 477 p.
- **DURIETZ E. (1920).** Zur methodologisschen grundlauge der modem pflau genziologie. Upsala. 252 p.
- **DUVIGNEAUD P. (1985).** La synthèse écologique, populations, communautés, écosystèmes, biosphère noosphère. 2^{ème} ed. Doin editeur, Paris, 380 p.
- **ELLENBERG L. (1956).** Aufgaben und methoden des végétations kunde-ulmer stuttgart. 136 p.
- **EMBERGER L. (1939).** Aperçu général sur la végétation du Maroc. *Verof. Geobot. Inst. Rubel Zurich*.14 : 40-157.
- **EMBERGER L. (1955).** Une classification biogéographique des climats. Recueil. *Trav. Géol. Zool. Fac. Sei. Montpellier*. 48 p.
- **EMBERGER L. (1971).** «Travaux de botanique et d'écologie» .Ed . Masson. Paris. 520p.
- **FAO (1990).** Management of gypsiferous soils. *Soils Bulletin* 62, 81 p.
- **FENNANE M (1987).** Etude phytoécologique des Tetraclinais Marocaines. Thèse d'état.Univ. Aix Marseille III. 150 p.
- **FENNANE M. (1988).** Phytosociologie des tétraclinaies marocaines. *Bull. Inst Sci. Rabat* 12: 99-148.
- **FENNANE M. (1986).** Contribution à l'étude phytosociologique des Tetraclinis Marocaine. *Bulletin de l'Institut Scientifique , Rabat* .10 : 57-78 p.
- **FENNANE M. (1988).** Tetraclinis formations of Morocco: Syntaxonomy and key to associations. *Documents Phytosociologiques*, 11: 303-310.
- **FENNANE M. (1988).** Phytosociologie des Tetraclinaies marocaines. *Bull. Inst. Sei. Rabat*. 12 : 99 - 148.
- **FLORET C. PONTANIER R. (1982)** . L'aridité en Tunisie présaharienne.

- Climat, sol végétation et aménagement. Mémoire de thèse. Travaux et documents de l'O.R.S.T.O.M. Paris. 544p.
- **FRONTIER. S. (1983).** Stratégie d'échantillonnage en écologie. Ed. Mars et Cie. Coll. Décol. Press. Univ. Laval. Quebec. Pp : 26 - 48.
 - **GASTON BONNIER. (1990).** La grande flore en couleur (la flore de France). Edit. Belin Tome I, II, III, IV. Index. Paris. France.
 - **GAUSSEN H. (1954).** Géographie des plantes. Ed 2. P 333.
 - **GEHU J.M., RIVAS-MARTINEZ S. (1981).** Notion fondamentale de phytosociologie. Berichpe. Intern. Sym. V erein. Végétation. Sk syntaxonomie Rinteln. Vaduz. Pp 5-33.
 - **GODRON M. (1971).** Essai sur une approche probabiliste de l'écologie des végétaux. Thèse Doct. Univ. Sci. Techn. Languedoc. Montpellier. 247p.
 - **GRECO J. (1966).** L'érosion, la défense et la restauration des sols, le reboisement en Algérie. Pub. Univ. AgI. Révolution Agraire. Algérie.
 - **GUINOCHET M. (1954).** Sur les fondements statistiques de la phytosociologie et quelques unes de leurs conséquences. *Veroff. Geobot. Inst. Rübel*, 29,41-67.
 - **GUINOCHET M. (1955).** Logique et dynamique du peuplement végétal. Masson éd., Paris, 144p.
 - **GUINOCHET M. (1952).** Contribution à l'étude phytosociologique du sud Tunisien. Bull. Soc. Hist. Nat. Afrique du Nord. Pp 131-153.
 - **GUINOCHET M. (1973).** Phytosociologie. Ed Masson et Cie Paris. P 227.
 - **HADDAD A., LACHENAL D., MARECHAL A., KAID-HARCHE N., JANING G. (2006).** Caractéristiques papetières de bois de thuya de berbérie (Algérie) obtenue par procédé soude-anthraquinone. *Arn. For. Sci.* 63 : 493-498p.
 - **HADJADJ AOUAL S. (1988).** Analyse phytoécologique du Thuya de Berbérie en Oranie. Thèse. Mag. Univ. Oran. ISO.p.
 - **HADJADJ AOUAL S. (1995).** Les peuplements du thuya de berbérie en Algérie: phytoécologie syntaxonomie, potentialité sylvicoles. Thèse Doct. Es. Sci. Univ. Aix - Marseille. 159p.
 - **HADJADJ AOUAL S. (2009).** Effet des facteurs environnementaux sur les premiers stades de la régénération naturelle de *Tetraclinis articulata* (Vahl, Master) en Oranie (Algérie). *Ecologia mediterranea.* 35 : 20 - 31.

- **HADJADJ AOUL S., CHOUILEB M., LOISEL R. (2009).** Effet des facteurs environnementaux sur les premiers stades de la régénération naturelle de *Tetraclinis articulata* (Vahl Master), en Oranie (Algérie). *Ecologia Mediterranea*.35 : 19-31.
- **HADJADJ AOUL S. (1991).** Les peuplements de *Tetraclinis articulata* sur le littoral d'Oran (Algérie). *Écol. médit.* pp. 63-78.
- **HALIMI A.(1988).** Sols des régions arides d'Algérie. O.P.U, Alger, pp1-75.
- **JUDD W. S. CAMPBELL C. S. KELLOGG E. A. STEVENS P.** Botanique systématique: Une perspective phylogénétique. De Boeck Supérieur. New York. 467 p.
- **KAABECHE M.(1996).** Les relations climat-végétation dans le bassin du Hodna (Algérie). *Acta bot. Gallica.* 143 (1) : 85-94.
- **LARABI F. (2011).** Ecologie du thuya (*Tetraclinis articulata* (Vahl.) Masters.) et valorisation de ces co-produits à effets insecticides. Mémoire de magister.77p.
- **LE BISSONNAIS Y., SINGER M.J., BRADFORD J.M.(1993).** Assesment of soil erodability: the relationship between soil properties, erosion processus and susceptibility to erosion. Farm land erosion: In tempo Plants Environement and hillus. pp : 87.
- **LECOMTE H., RONDEUX J. (2002).** Les inventaires forestiers nationaux en Europe : tentative de synthèse. Les cahiers forestiers de Gembloux N°05, 29 p.
- **LE-HOUEROU H. N. (1992).** An overview of vegetation and land degradation in world arid lands, In Dregne H. E., ed. Degradation and restoration of arid lands. Lubbock: International Center for semi arid land studies. Texas Tecn. Univ. pp. 127-63.
- **LETREUCH - BELAROUCI N. (1981).** Les reboisements en Algérie et leurs perspectives d'avenir. Thèse doc. Ing. agro. faculté des sciences agronomiques de l'état. Gembloux. Belgique. 588p.
- **LOISEL R. (1978).** Phytosociologie et phytogéographie, signification phytogéographique du Sud-Est méditerranéen continental Français. V Doc. Phytosociologique, N.S. Vol. II. Lille pp : 302-314.
- **LOISEL R., GAMILA H., ROLANDO CH. (1990).** Déterminisme écologique de la diversité des pelouses dans la plaine de la Crau (France méridionale). *Volume*

jubilairer du prof. Quezel. Ecol. Med. XVI. Marseille. Pp : 255 - 267.

- **LONG G. (1974).** Diagnostic phytoécologique et aménagement du territoire. I : Principes généraux et méthodes. Ed .Masson. Paris.252 p.
- **MAATOUG M. (2003).** Effets des facteurs stationnels sur les propriétés physiques, mécanique et papetières du bois du Thuya de Maghreb, *Tetraclinis articulata Vahl*. Master (Algérie occidentale). Thèse de Doctorat D'état en Ecologie végétale et foresterie. Univ. Djilali Liabès. Sidi Bel Abbès. 140 p.
- **MAIRE R. (1952).** Flore de l'Afrique du Nord. Tl. Ed. Le chevalier. Paris.
- **MATHIEU C., PIELTAIN F. (2003).** Analyse chimique des sols: Méthodes choisies. Ed. Tec & Doc. Lavoisier. ISBN. 387 p.
- **MATHIEU C., PIELTAIN F. (2007).** Analyse chimique des sols: Méthodes choisies. Ed. Tec & Doc. Lavoisier. ISBN. 275 p.
- **METRO A., ANDRE A ., JOLY F. (1958).** Carte des forêts, échelle 1/1000000 : 4 feuilles + notice, Atlas du Maroc. *Cam. Géogr. Maroc ; inst. Scient. Chérif., Rabat.*
- **MIARA M. D., HADJADJ AOUL S., AIT HAMMOU M. (2012).** Analyse phytoécologique et syntaxonomique des groupements végétaux dans le Massif de Guezoul-Tiaret (N-O Algérie). *Bul. Soc. Bot. du Centre-Ouest.43 : 279-316.*
- **MILOUDI A. (1996).** La régénération du Thuya de Berberie (*Tetraclinis articulata*), dans la forêt de Fergoug (Maroc). Thèse de magister. Inst. Nat. Agr. El Harrach. 150 p.
- **MOROT J.F., GAUDRY ROGER P. (2009).** Biologie végétale croissance et développement. *Ed. Dunod. Paris.* 241 p.
- **OZENDA P. (1982).** Les végétaux dans la biosphère. Ed. Doin. Paris. 431 p.
- **PALM R. (1977).** Dendrométrie. INA, Alger. 112 p.
- **PERICHAUD L ., BONIN G. (1973).** L'analyse des correspondances appliquées aux groupements végétaux d'altitude du grans Sasso d'Italie. *Not. Fitosoc. 7.* pp. 29-43.
- **PIETRACARPRINA P. (1988).** Morphologie et classification des sols CIHEAM (Bari), 96 p.
- **POUGET M. (1980).** Les relations sol-végétation dans les steppes sud Algérien. Thèse Doct. Etat, Univ. Aix-Marseille III. 555p.

- **QUÉZEL P ; 1980** - Biogéographie et écologie des conifères sur le pourtour méditerranéen. In Pesson : Actualité d'écologie forestière. Bordas Edit, Paris: 205 256.
- **QUEZEL P., MEDAIL F., 2003.** Écologie et biogéographie des forêts méditerranéennes. Paris, Elsevier. pp.
- **QUEZEL P. (1981).** Flore et végétation de l'Afrique du Nord, leur signification en fonction de l'origine, de l'évolution et des migrations des flores et structures de végétation passées. *Bothalia*. 14: 411- 416.
- **QUEZEL P. (2000).** Reflexion sur l'évolution de la flore et de la végétation au Maghreb Méditerranéen .Ed. Ibis.Press.Paris.117 p.
- **QUEZEL. P., SANTA S. (1962- 1963).** Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Paris.1170 p.
- **RAMADE F. (2003).** Eléments d'écologie, écologie fondamentale. Ed. Dunod. Paris, 690 p.
- **RAMADE F. (1984).** Eléments d'écologie: écologie fondamentale. *Auckland, McGraw-Hill*. 394 p.
- **RANKIAR C. (1904).** Biological types with reference to the adaptation of plants to survive the unfavorable season. In Kaunkiaer,pp. 1-2.
- **RANKIAR C. (1907).** The life forms of plants and their bearing on geography. Claredon. Press. Oxford (1934).
- **REBBAS K., VELA E., GHARZOULI R., DJELLOULI Y., ALATOU D., GACHET S. (2011).** Caractérisation phytosociologique de la végétation du parc national de Gouraya (Bejaïa, Algérie). *Rev. Écol. (Terre Vie)*.Vol. 66 : 267- 289.
- **RONDEUX J. (1999).** La mesure des arbres et des peuplements forestiers. Les presses agronomiques de Gembloux. Belgique, 521p.
- **RONDEUX J. (1992).** La mesure des arbres et des peuplements forestiers. Les presses agronomiques de Gembloux. 521 p.
- **RONDEUX J., LECOMTE H., FLORKIN P., THIRION M. (2002).** L'inventaire permanent des ressources ligneuses de la région Wallonne: Principaux aspects méthodologiques. Les cahiers forestiers de Gembloux N°19. 22 p.
- **S.A.T.E.C. (1976).** Etude développement intégré de la daïra de Saida. Rapport technique. 93 p.

- **SAFA O. (2013).** Elaboration d'une carte de risque des feux de forêt dans la forêt de Béni affene (Tiaret) à l'aide du model de stimulation DEVS. Mémoire de magister. 98 p.
- **SCHNELL R. (1971).** Introduction à la phytogéographie des pays tropicaux. Vol. II : les milieux, le Groupements végétaux. Gauthier-Villars, Paris. 951p.
- **SELTZER P. (1946).** Le climat de l'Algérie. Inst. Météor. Et de phys. Du globe. Univ. Alger. 219 p.
- **STEWART P. (1969).** Quotient pluviothermique et dégradation biosphérique. *Bull. Soc. Hist. Nat Afr. Nord.*59:23-36.
- **TARIK B., ARS LAN A. (2010).** Dégradation des écosystèmes steppiques et stratégie de développement durable. Mise au point méthodologique appliquée à la Wilaya de Nâama (Algérie).
- **TERRAS M. (2011).** Typologie, cartographie des stations forestières et modélisations des peuplements forestiers. Cas des massifs forestiers de la wilaya de Saida (Algérie). Thèse de doctorat. Université Abou Bakr Belkaid. Tlemcen. 401 P.
- **THIBAUT A., CLAESSENS H., RONDEUX J. (2002).** Etablissement de courbes de productivité pour les peuplements de Frêne (*Fraxinus excelsior* L.) en région limono – calcaire du Condroz et de l'Entre – Sambre – et – Meuse. Les cahiers forestiers de Gembloux N°07. 18 p.
- **THINTHOIN R. (1948).** Les aspects physiques du tell oranais. Essai de morphologie de pays semi aride: ouvrage publié avec les concours du C.N.R.S. Ed. L Fouque. 639 p.
- **TRICART J., RIMBERT S., LUTZ ?.(1973).** Introduction à l'utilisation des photographies aériennes en géographie, géologie, écologie, aménagement du territoire. Tome I : Notions générales, données structurales et géomorphologie. Paris, Société d'Édition d'Enseignement Supérieur. Cahiers de géographie du Québec, vol. 17, n° 42, p. 564-565.
- **VAHL M.** *Symbolæ botanicæ* (3 volumes, 1790-1794).
- **WHITE F. (1986).** La végétation de l'Afrique du Nord. Institut Français de recherche scientifique. Paris.
- **WILSON A.D. (1986).** Principals of gazing management system in Regelands under siège (Proc-2d, intemational Regland congress-Adelaide,1984).Australain

Acab.Sic-canberra.pp. 221-225.

- ❏ **ZIYYAT A., CEGSSYER H., MEKHFI H., DASSOILI A., SERHROUCHNI M., BENJELLOUN W.(1997).** Phytotherapy of hypertension and diabets in oriental of Morroco. *J. Ethnopharmacology*. 58: 45-54.

SITE WEB CONSULTE:

- ❏ **SITE WEB 01:** www.tutiempo.net. 2013
- ❏ **SITE WEB 02:** http://www.lano.asso.fr/web/analyse_granulometrique.html, consulté le: 21-05-2013.
- ❏ **SITE WEB 03 :** http://www.lano.asso.fr/web/calcaire_actif.html, consulté le: 18-05-2013.
- ❏ **SITE WEB 04 :** http://www.lano.asso.fr/web/potentiel_dhydrogene.html, consulté le: 18-05-2013.

