

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE ABOU-BEKR BELKAID - TLEMCEM
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE ET DES SCIENCES DE LA
TERRE ET DE L'UNIVERS
Département des Ressources Forestières



THESE DE DOCTORAT EN FORESTERIE

Thème

**Etude des groupements à matorral dans le littoral de la région de
Tlemcen. Aspects phytoécologiques et cartographie**

Présentée par

M^{elle} BARKA FATIHA

Président	M. HADDOUCHE Idriss	M.C.A Université de Tlemcen
Directeur de Thèse	M. BOUAZZA Mohamed	Profes Université de Tlemcen
Examineurs	M. MAHDADI Zoheir	Profes Université de Sidi Bel Abbes
	M. HASNAOUI Okkacha	Profes Université de Saida
	M. MEDJAHDI Boumediene	M.C.A Université de Tlemcen
	M ^{ME} SOUIDI Zahéra	M.C.A Université de Mascara
Invité	M. KAZI Sidi Said	Directeur du Parc National de Tlemcen

Année universitaire : 2015/2016

DÉDICACES

J'ai le plaisir de dédier avec fierté ce modeste travail à :

- ⊕ La mémoire de mon défunt père « **MOHAMED** » qui a su nous transmettre l'essentiel de son énergie morale et matérielle pour réussir ; que Dieu accorde paix et miséricorde éternelles à son âme.
- ⊕ Ma mère, qui a été très patiente et qui m'a toujours encouragée et poussée aux études.
- ⊕ Mes frères et sœurs : Réda, Benamer, Farouk, Mohamed, Fatima Zohra, Nacéra, Naïma, Kheira et leurs maris Nasr Eddine et Sid Ahmed pour leur compréhension et soutien moral qu'ils ont pu m'apporter tout au long de cet itinéraire.
- ⊕ Mes neveux et nièces : Mohamed Salim, Yacine, Riad, Younes, Aya Ceryne, Rania Alaa Hadil, Nassima, et Amina ainsi qu'à toute la famille **BARKA**.
- ⊕ Mon encadreur, Monsieur **BOUAZZA Mohamed**.
- ⊕ Tous les amis que j'ai connus et avec lesquels j'ai partagé mes meilleures années d'études. Qu'ils trouvent ici la marque de mon estime et toute ma considération, spécialement HASSANI Fatima Zohra, BELBACHIR Houria, Belhoucine latifa et Belhacini fatima, preuve de ma sincère amitié.
- ⊕ Tous ceux ou celles qui aiment **FATIHA**.

*Je dédie ce modeste travail
Fatïha*

REMERCIEMENTS

Avant tout, je remercie le Seigneur de m'avoir donné le courage, la volonté et la patience pour être arrivée à réaliser ce travail modeste.

Je remercie particulièrement Madame et Messieurs les membres du jury :

- ⊕ En premier lieu, j'exprime ma profonde gratitude à mon Directeur de thèse Monsieur **BOUAZZA Med**, Professeur à la faculté des sciences de la nature et de la vie, des sciences de la terre de l'univers, de l'université Abou Bekr Belkaid de Tlemcen. Je lui serai toujours reconnaissante pour avoir accepté d'encadrer ma thèse de Doctorat malgré ses multiples occupations, et d'avoir accepté de mettre à ma disposition son expérience, son esprit de synthèse et ses conseils qui ont été une base d'appui pour mon travail, surtout le fait de m'avoir accordé une grande liberté dans l'expression de mes idées. De même, sa gentillesse m'a encouragée pour poursuivre la réalisation de ce projet de recherche. Je ne m'arrêterai pas de le remercier vivement pour sa contribution et sa patience. Je lui exprime toute ma sympathie et ma gratitude.
- ⊕ Mes vifs remerciements vont aussi à Monsieur **HADDOUCHE I.**, Maître de conférence au Département de Foresterie, à la faculté des sciences de la nature et de la vie, à l'université Abou Bekr Belkaid de Tlemcen de m'avoir fait l'honneur d'accepter de présider le jury de ma soutenance, aussi pour son soutien moral pendant les moments difficiles et ses encouragements durant notre travail.
- ⊕ Toute ma gratitude et tous mes remerciements à Monsieur **MAHDADI Z.**, Professeur à l'Université de Sidi Bel Abbés, lequel a aimablement accepté d'examiner mon travail, qu'il trouve ici, l'expression de mon profond respect.
- ⊕ J'adresse ma plus chaleureuse reconnaissance à Monsieur **HASNAOUI O.**, Professeur à l'université de Tahar Moulay de Saïda, pour m'avoir fait l'honneur de participer au Jury de thèse en qualité d'examineur.
- ⊕ J'adresse mes sincères remerciements à Monsieur **MEDJAHDI B.**, Maître de conférence au Département de Foresterie à la faculté des sciences de la nature et de la vie, à l'université Abou Bekr Belkaid de Tlemcen, pour ses conseils, ses critiques, son expérience sur terrain et surtout son humanité qui m'ont été d'un apport précieux pour mener à bonne fin cette étude. Je lui exprime toute ma profonde et éternelle gratitude.
- ⊕ **M^{me} SOUIDI Z.**, Maitre de conférences à Université de Mascara, j'adresse mes sincères remerciements pour avoir bien voulu admettre d'examiner ce travail, qu'elle trouve ici toute ma sympathie.
- ⊕ Mes remerciements s'adressent à Monsieur **KAZI TANI S.**, Directeur du Parc National de Tlemcen, de m'avoir accueillie au sein de ses Services, et de m'avoir permis de travailler dans de meilleures conditions. Il a mis à ma disposition tous les moyens nécessaires pour réaliser ce modeste travail. Je le remercie aussi d'avoir accepté d'être l'invité d'honneur. Qu'il trouve ici ma profonde reconnaissance.
- ⊕ Je tiens aussi à remercier **M^{me} STAMBOULI H** et **M^{me} SARI ALI A.**, pour ses aides, ses multiples conseils, ses dévouement et l'accueil très chaleureux qu'elles m'a toujours réservé dans le laboratoire de l'écologie végétale et environnement.

- ⊕ Mes vifs remerciements vont aussi à Monsieur **LETRECH BELAROUCI N.** Ce Professeur m'a donné la chance d'aller au monde de la recherche. Son accueil, toujours attentif et bienveillant, ses conseils judicieux, son aide bibliographique et son appui sans faille ont été des encouragements décisifs pour moi.
- ⊕ J'adresse un merci spécial et combien méritant à Messieurs **HASSANI F et FEROUANI T.**, pour ses aides en histologie, leurs conseils, leurs gentillesse et leur présence régulière, trouvez ici l'expression de ma reconnaissance. Je ne peux manquer de citer les chercheurs du laboratoire d'écologie végétale et de gestion des écosystèmes naturels pour la réalisation des coupes histologiques et leur soutien de terrain.
- ⊕ Je remercie infiniment Monsieur **BETIOUI R.**, je lui exprime ma reconnaissance pour l'aide précieuse qu'il a apportée, notamment dans l'analyse des données histométriques, les traitements et l'interprétation des résultats statistiques.
- ⊕ Mes remerciements s'adressent également aux enseignants du Département de Foresterie, de l'Agronomie et de l'Ecologie, pour leur soutien et la sympathie qu'ils ont manifestée, ainsi que pour leur rôle important dans ma formation de Graduation et Post-Graduation durant ces huit excellentes années.
- ⊕ Que Monsieur **TRIQUI G.**, trouve ici ma reconnaissance pour l'aide qu'il m'a apportée pour la saisie et les calculs de données statistiques, d'avoir contribué à élaborer cette thèse. Il m'a beaucoup apporté, de remarques pertinentes, ses conseils et ses corrections ; qu'il en soit vivement remercié.
- ⊕ Ma reconnaissance la plus sincère va vers les Ingénieurs et les Techniciens du Parc National de Tlemcen pour leur bienveillante aide et leur contribution.
- ⊕ Je voudrais également remercier Monsieur **SARIDJ Med**, Docteur en anthropologie et chargé de cours de français pour ses conseils et son aide dans la correction de cette thèse de Doctorat.
- ⊕ Mes remerciements sont adressés également aux employés de l'administration de l'INRF et particulièrement **MOHAMED** et **MAAMAR**, qui ont participé indirectement à la réalisation de ce travail par leurs conseils et leurs apports cartographiques.
- ⊕ Enfin, je trouve qu'il s'agit là d'un très grand devoir de reconnaissance et de sympathie que je devrai rendre à tous ceux qui à titre divers, m'ont aidé à réaliser cette thèse ; laquelle sera d'une utilité capitale pour les futurs chercheurs de notre pays.



دراسة حول التجمعات الشجرية في المنطقة الساحلية لتلمسان. الجوانب الفيتوإيكولوجية والخرائطية.

الملخص:

تتواجد شجرة العرعار في شمالي غرب إفريقيا (المغرب، الجزائر وتونس)، حيث أن معظم المناطق التي تُعمرها هذه الأشجار السروية تتموقع في المناطق البيومناخية المعتدلة الشبه الجافة والدايفة. كما توفر هذه الشجرة تنوعا بيئيا كبيرا في مجال دراستنا وبالتالي اعتمدها كاستراتيجية هامة لمقاومة التصحر.

ترتكز دراستنا على تقييم دينامية الغطاء النباتي عبر تحليل النباتات الإيكولوجية المتواجدة في التجمعات الشجرية لنباتات العفص السروي في ساحل هنين في منطقة تلمسان (شرق غرب الجزائر). وتقوم هذه الدراسة على الجوانب الفيزيولوجية، البيومترية، عوامل تربية، التصنيف العلمي ورسم الخرائط.

تُبين لنا المقارنة بين مختلف الأنواع البيولوجية والمورفولوجية والبيوغرافية أهمية الشجيرات البذرية التي تُؤكد من دون شك تدهورا بسبب تأثير عملية إنتشار هذا النوع من النبات بسبب كل المعلومات المُعلن عنها من قبل العديد من الكُتاب. فعلى الرغم من وجود طبقة شجرية حتى وإن كان هذا شبه منعدم، فالأمر لا يتعلق بنظام بيئي للغابات فقط بل بنظام ما قبل النظام البيئي للغابات التي تتحول إلى تجمعات شجرية متناثرة.

هذا التدهور دليل على وجود نقص في أنواع النباتات، خاصة النباتات التي تنمو في الغابة التي تركت مكانها للنباتات من النوع البذري والشجيرات القزمة بسبب الحرائق الموسمية المتكررة. إن النتائج المُتحصل عليها بخصوص الدراسة الكمية للكائنات المجهرية تُشكل عنصرا أساسيا لتقييم إمكانية مقاومة شجرة العرعار ضد عوامل هذا التدهور. تمت التحاليل الإحصائية والتحليلات بواسطة الطرق الحديثة بفضل المراسلة التحليلية التي سمحت لنا بمعرفة مُختلف العوامل التي تُؤثر على تطور وتقسيم الأنواع النباتية في هذه المنطقة.

كما ساعد إنشاء خريطة لانتشار أشجار العرعار ومُختلف النباتات المتواجدة في التجمعات الشجرية بجبال تراراس على تقدير الوضع الحالي للنباتات الطبيعية لهذا النوع.

وفي الأخير سمحت لنا هذه الدراسة بحصر السلوك البيئي والبيولوجي لشجرة العفص السروي وبعض الأنواع الشبيهة بها التي تُقاوم بصعوبة التوتر البيئي لأنه إذا زادت حدة هذا الأخير سيكون اختفاؤها من الوجود حتميا.

الكلمات المفتاحية: تلمسان، شجرة العرعار، شبه قاحل، التجمعات الشجرية، الأنتروبوزوجية، المورفوالنسيجي، التصنيف، التنوع البيئي، التحليل المراسلاتي، رسم الخرائط.

Etude des groupements à matorral dans le littoral de la région de Tlemcen : Aspects phytoécologiques et cartographie.

Résumé

Le Thuya de Berbérie, est une espèce endémique d'Afrique du Nord occidentale (Maroc, Algérie et Tunisie). La majeure partie de l'aire des *Tetraclinis* se situe dans l'étage bioclimatique semi-aride tempéré et chaud. Elle offre une grande diversité écologique dans notre zone d'étude et donc une grande stratégie adaptative à la sécheresse.

Notre étude se focalise sur l'évaluation de la dynamique de la végétation par l'analyse phytoécologique des groupements à matorrals du *Tetraclinis articulata* dans le littoral de Honaine dans la région de Tlemcen (Nord-Ouest Algérien). Elle est basée sur les aspects physiologiques, biométriques, climatiques, édaphiques, syntaxonomiques et cartographie.

La comparaison des différents spectres biologiques, morphologiques et biogéographiques nous montre l'importance des thérophytes qui confirme sans nul doute la dégradation par l'effet de la thérophytisation de toutes les formations annoncées par plusieurs auteurs. Malgré la présence d'une strate arbustive, qui peut faire illusion, il ne s'agit plus d'un écosystème forestier mais d'un écosystème pré-forestier se transformant en matorral clairsemé.

Cette dégradation confirme un appauvrissement du cortège floristique, surtout concernant les espèces sylvatiques qui ont cédé la place aux thérophytes éphémères et aux chamæphytes adaptés aux feux courants et répétitifs. Les résultats de l'histo-morphométrie constituent un premier élément de base pour l'évaluation du potentiel adaptatif du thuya contre les facteurs de dégradation.

Les analyses statistiques et l'interprétation ont été effectuées par les méthodes modernes à l'aide de l'analyse factorielle des correspondances (A.F.C). Elles nous ont permis de connaître les divers facteurs qui influent sur le développement et la répartition des espèces végétales dans cette zone.

La réalisation d'une carte de répartition du thuya et des différentes formations végétales existantes dans les matorrals des Monts des Traras a aidé à apprécier l'état actuel de l'aire de répartition naturelle de cette espèce.

Enfin, cette étude nous a permis de cerner le comportement écologique et biologique de *Tetraclinis articulata* et certaines espèces accompagnatrices qui résistent difficilement au stress écologique ; et il faut croire que si ce dernier s'accroît, leur rareté, voire leur disparition sera inéluctable.

Mots clés : Tlemcen (Oranie- Algérie), *Tetraclinis articulata* (Vahl.) Masters, Semi-aride, Matorral, anthropozoogène, Taxonomie, Morpho-histologie, Phytodiversité, Analyse factorielle, Cartographie.

Study groups to scrub in the coast of the Tlemcen region.

Aspects Phytoecological and mapping.

Abstract:

The Barbary Thuya is endemic to western North Africa (Morocco, Algeria and Tunisia). Most of the areas of *Tetraclinis articulata* is in the semiarid bioclimatic stage temperate and warm. It offers a wide ecological diversity in our study and therefore a large adapted strategy against drought.

Our study focuses on the assessment of vegetation dynamics by phytoecological analysis of groupings of matorrals *Tetraclinis articulata* in Honaine coastline in the region of Tlemcen (West Algeria). It is based on the physiological aspects, biometric, climatic, edaphic, syntaxonomic and mapping.

The comparison of different biological, morphological spectrum and biogéographiques show us the importance of therophytes that undoubtedly confirms the degradation caused by the effect of therophytisation of all forms announced by several authors. Despite the presence of a shrub, which can deceive, it is not just a forest ecosystem, but a pre-forest ecosystem turning into scrub sparse.

This deterioration confirmed depletion in the floristic, particularly sylvatic species that have made space to ephemeral therophytes and chamaephytes due to routine and repetitive fires. The results for the histo-morphometry are a first basic element for assessing the potential resistance against these factors of degradation.

The statistical analysis and interpretation were performed by modern methods using the correspondence analysis (AFC). They allowed us to know the various factors that influence the development and distribution of plant species in this area.

The realization of a Barbary Thuya distribution map and different vegetation formations existing in the Mountains matorrals Traras helped in the assessment of the current state of the natural range of the species.

Finally, this study allowed us to identify the ecological and biological behavior of *Tetraclinis articulata* and some accompanying species that hardly resist environmental stress; and we must believe that if it deepens, their rarity or their disappearance is inevitable.

Keywords: Tlemcen (Algeria Oranie-) *Tetraclinis articulata* Masters, Semi-Arid, Matorral, anthropozoogène, Taxonomy, Morpho-histology, plant diversity, Factor Analysis, Cartography (Vahl.).

Table des matières

Introduction générale

Introduction	1
---------------------------	----------

PARTIE I Analyse Bibliographique

CHAPITRE I Synthèse Bibliographique et Syntaxonomique

Introduction	4
---------------------------	----------

I. La végétation méditerranéenne	5
---	----------

I.1 - Le cas de l'Afrique du Nord	6
---	---

I.1.1 - En Algérie	7
--------------------------	---

I.1.2 - Tlemcen	8
-----------------------	---

II. Schéma des unités supérieures et leurs dynamiques.....	9
---	----------

II.1 - Classe des <i>Quercetea ilicis</i> BRAUN BLANQUET, (1947).....	12
---	----

II.2 - Classe des <i>Cisto-lavanduletea</i> BRAUN-BLANQUET (1952)	12
---	----

II.3 - Classe des <i>Rosmarinetea officinalis</i> (BRAUN BLANQUET, 1947) RIVAS-MARTINEZ, et al, (1991)	12
--	----

II.4 - Classe : Thero-brachypodietea BRAUN BLANQUET (1947)	13
--	----

II.5 - Classe des <i>Tuberarietea guttata</i> (BRAUN-BLANQUET, 1931).....	13
---	----

II.6 - Classe des <i>Stellarietea mediae</i> BRAUN BLANQUET (1931)	13
--	----

II.7 - Classe des <i>Helianthemetea annua</i> (BRAUN-BLANQUET, 1952 ; RIVAS-GODAY, 1957)	13
--	----

Conclusion.....	14
------------------------	-----------

CHAPITRE II Monographie et Auto-Écologie de *Tetraclinis articulata*

Introduction	15
---------------------------	-----------

I. Critères de reconnaissance.....	15
---	-----------

I.1 - Les gymnospermes	15
------------------------------	----

I.2 - Les résineux	16
--------------------------	----

II. Historique et origine de l'essence	17
---	-----------

II.1 - Origine.....	17
---------------------	----

II.2 - Historique	18
-------------------------	----

III. Statut.....	18
-------------------------	-----------

IV. Travaux réalisés	19
-----------------------------------	-----------

V. Aires de répartition	19
--------------------------------------	-----------

V.1 - Au Maroc	19
----------------------	----

V.2 - En Tunisie	19
------------------------	----

V.3 - En Algérie	19
------------------------	----

V.4 - À Tlemcen.....	20
----------------------	----

VI. Systématique de <i>Tetraclinis articulata</i>	22
--	-----------

VII. Caractéristiques botaniques et dendrométriques.....	23
---	-----------

VII.1 - Physionomie des Tetraclinaies	23
---	----

VII.1.1 - Forme de l'arbre	25
----------------------------------	----

VII.1.2 - Hauteur	26
VII.2 - Phénologie	26
VII.2.1 - Les rameaux.....	26
VII.2.2 - Feuillage	27
VII.2.3 - La fleur	29
VII.2.4 - La racine	29
VII.2.5 - Le fruit.....	30
VII.3 - Floraison et fructification	32
VII.4 - Le bois	32
VII.4.1 - Description macroscopique du bois du thuya.....	32
VII.4.2 - La loupe de thuya	33
VIII. Type biogéographique	34
IX. Les conditions du développement.....	35
IX.1 - L'altitude.....	35
IX.2 - Conditions édaphiques.....	35
X. Ecologie du thuya	36
X.1 - Cortège floristique des formations de Thuya	36
X.2 - Régénération du thuya.....	36
X.2.1 - Comportement du thuya après incendie	36
PARTIE II_Analyse et Synthèse des Données du Milieu	
CHAPITRE I_Le Cadre Physique	
I. Présentation de la région d'étude	3
II. Synthèse des caractéristiques générales des Monts des Traras	4
III. Description de la zone d'étude.....	7
III.1 - La géomorphologie et la géologie de la zone.....	10
III.1.1 - Structure géologique	10
I.1.1. Le relief	14
III.2 - Réseau hydrographique :.....	14
III.3 - Aperçu pédologique :	17
CHAPITRE II	
Le Milieu Humain	
Introduction	63
I. Les facteurs de dégradation.....	64
II. L'occupation du sol.....	64
II.1 - Répartition de la superficie forestière selon la région	66
II.1.1 - Répartition de la superficie forestière par Monts	66
II.2 - La répartition des terres agricoles dans la région d'étude	68
II.2.1 - L'agriculture.....	68
II.3 - Recensement général de la population et de l'habitat	73

III. La situation des parcours dans la zone l'étude	76
III.1 - L'élevage.....	77
III.2 - Le pâturage.....	80
III.3 - Le surpâturage.....	81
III.3.1 - Action anthropozoogène	81
III.4 - Le défrichement	84
III.5 - Bilan et importance des incendies sur le bassin méditerranéen	85
III.5.1 - En Algérie	85
III.5.2 - Bilan des incendies dans la wilaya de Tlemcen	86
III.5.3 - Les principaux stades de dégradation.....	86
III.5.4 - Lutte et prévention des incendies	88
III.6 - La désertification.....	89
III.7 - L'urbanisation	89
Conclusion.....	91

CHAPITRE III Le Bioclimat

Introduction	96
I. Généralités sur le climat méditerranéen.....	96
II. But de l'étude climatique.....	98
III. Méthodologie.....	99
III.1 - Choix de la période, la durée et les stations météorologiques	99
III.2 - Données géographiques des stations météorologiques	99
III.2.1 - Les facteurs hydriques.....	100
III.2.2 - Les facteurs thermiques.....	112
III.2.3 - Les facteurs mécaniques	118
IV. Synthèse bioclimatique.....	121
IV.1 - Indice de sécheresse estivale.....	121
IV.1.1 - Indice xérothermique	122
IV.1.2 - Indice de Demartonne	123
IV.1.3 - Diagrammes ombrothermiques	125
IV.1.4 - Le quotient pluviothermique.....	133
Conclusion.....	138

PARTIE III Autoécologie de *Tetraclinis articulata*

CHAPITRE I Morphométrie

Introduction	153
I. Objectifs.....	153
II. Méthode d'étude.....	154
II.1 - Mesure des caractéristiques stationnelles	155
II.2 - Mesures dendrométriques et présentations graphiques	155
II.2.1 - Comparaison biométrique entre les stations d'études	161

II.2.2 - Résultats et discussions des graphes.....	162
II.3 - Les corrélations des variables.....	164
II.3.1 - Résultats et interprétation des corrélations.....	165
Conclusion.....	168

CHAPITRE II Anatomie

Introduction.....	163
I. Choix de l'espèce et des stations.....	164
I.1 - Échantillonnage.....	164
II. But et objectifs.....	166
III. Matériel et méthodes.....	166
III.1 - Mode opératoire.....	166
III.1.1 - Matériels et solutions.....	167
III.2 - Préparation et réalisation des coupes anatomiques :.....	168
III.2.1 - Obtention des coupes transversales « à main levée »:.....	168
III.2.2 - La double coloration.....	168
IV. Descriptions des tissus et discussions des résultats :.....	169
IV.1 - La structure anatomique de la feuille.....	169
IV.1.1 - Les tissus de protection ou de revêtement.....	169
IV.1.2 - Les tissus conducteurs (Faisceaux Cribro-Vasculaires).....	172
IV.1.3 - Les Tissus sécréteurs.....	174
IV.2 - La structure anatomique de la tige.....	175
IV.2.1 - Tissus conducteurs.....	179
IV.3 - La structure anatomique de la racine.....	181
IV.3.1 - Les tissus de protection.....	181
IV.3.2 - Les tissus conducteurs.....	181
Conclusion.....	183

CHAPITRE III Histométrie

Introduction.....	199
I. Méthodes et résultats.....	199
I.1 - Les coefficients de corrélations de la feuille.....	200
I.2 - Les coefficients de corrélations de la tige.....	202
I.3 - Les coefficients de corrélations de la racine.....	203
II. Interprétations des résultats.....	205
III. Comparaisons entre les moyennes des tissus dans la zone d'étude.....	206
III.1 - La feuille.....	207
III.2 - La tige.....	207
III.3 - La racine.....	207

III.4 - Les trois organes (Feuille-Tige et racine)	208
- Station de Honaine	208
- Station de Beni Snous.....	208
Conclusion.....	208

CHAPITRE IV _Approche Pédologique

Introduction	211
I. Matériels et méthodes.....	212
I.1 - Choix des emplacements	212
I.2 - Matériel d'étude et d'observation	213
I.2.1 - Matériel pour recueillir et transporter les échantillons	213
I.2.2 - Matériel au laboratoire.....	213
I.3 - Méthodes d'analyses utilisées.....	215
I.3.1 - Analyse physique.....	215
I.3.2 - Analyse chimique au laboratoire	215
II. Résultat et interprétation	220
Conclusion :	223

CHAPITRE V _Spectre Ecologique

Introduction	226
I. Méthode utilisée :.....	226
I.1 - Les classes :	227
II. Résultats et interprétations :	227
Conclusion :	227

PARTIE IV _Analyse floristique

CHAPITRE I _Méthodes d'étude

Introduction	231
I. Méthodologie	231
I.1 - La stratification de la végétation.....	231
I.2 - Échantillonnage et choix des stations	232
I.3 - L'échantillonnage utilisé	233
I.4 - Localisation et choix des stations	233
II. La physiographie des stations choisies:	233
III. Méthode des relevés.....	235
III.1 - Courbe d'aire minimale	237
III.2 - La surface minimale d'échantillonnage	238
III.3 - Abondance - dominance.....	238
III.4 - Coefficient de sociabilité	238
III.5 - Recouvrement	239
III.6 - Fréquence.....	239

CHAPITRE II Phytodiversité

Introduction	243
I. Composition systématique	244
I.1 - Répartition des espèces par Sous – Embranchement.....	244
I.2 - Répartition des espèces par classe	246
I.3 - Répartition des familles, genres, ordres et espèces :.....	247
I.4 - Les spectres biologiques	251
I.5 - Les spectres morphologiques.....	254
I.6 - Les spectres biogéographiques	256
I.7 - Les espèces rares ou menacées	258
II. Indice de perturbation	262
Conclusion.....	262

PARTIE V Statistiques et Cartographie

CHAPITRE I TRAITEMENT ET ANALYSE FACTORIELLE (AFC)

Introduction	265
I. Analyse floristique par l'AFC.....	265
I.1 - Objectifs.....	265
I.2 - Méthodologie.....	266
II. Résultats et interprétation	268
II.1 - Interprétation et signification écologique des axes.....	268
II.1.1 - Signification écologique de l'axe 1	269
II.1.2 - Signification écologique de l'axe2	272
II.1.3 - Signification écologique de l'axe3	273
III. Dendrogramme	273
Conclusion.....	275

CHAPITRE II Cartographie Végétale

Introduction	277
I. Principes cartographiques	277
II. Résultats et discussions de la cartographie des quatre cartes.....	278
II.1 - Cartes des groupements végétaux	279
Conclusion.....	282
Conclusion générale et perspectives	284
Références bibliographique	391

Liste des figures

Fig. 1 : Les Tetraclinaies en association avec d'autres espèces végétales	10
Fig. 2 : Schéma récapitulatif des unités supérieures qui caractérisent la zone d'étude	11
Fig. 3 : Illustration d'un résineux de la zone d'étude (Photo BARKA F.).....	16
Fig. 4 : Aire de répartition des résineux et des feuillus dans le monde (LAAROUK.1998)	17
Fig. 5 : Confusion entre <i>Tetraclinis articulata</i> et <i>Juniperus phoenicea</i> (Photo BARKA F.).....	18
Fig. 6 : Appellation du Thuya de Berbérie dans les différentes stations (Photo BARKA F.)....	Erreur ! Signet non défini.
Fig. 7 : La superficie de thuya en Afrique du Nord (AYACHE ; 2008).....	20
Fig. 8 : Le recul des forêts en Algérie (Source : conservation des forêts)	21
Fig. 9 : Comparaison entre les essences climaciques et actuelles.....	21
Fig. 10 : Les différentes parties de <i>Tetraclinis articulata</i> (Vahl)Master).....	23
Fig. 11 : Matorrals du Tetraclis dans la zone d'étude (Photo BARKA F.).....	24
Fig. 12 : Les formes pyramidales de <i>Tetraclinis articulata</i> dans la zone d'étude (Photo prise par BARKA F.).....	26
Fig. 13 : La ramification du thuya dans les stations d'études (Photo BARKA F.).....	27
Fig. 14 : Feuillage de Tetraclinis (Station Filaoucene) (Photo BARKA F.).....	28
Fig. 15 : Observations au microscope binoculaire des feuilles dans différents stades de développement (Station de Honaïne) (Photo BARKA F.).....	Erreur ! Signet non défini.
Fig. 16 : Les différents stades de floraison du Thuya (Photo BARKA F.).....	29
Fig. 17 : Les racines du Thuya (Photo BARKA F.).....	30
Fig. 18 : L'écorce du tronc d'arbre du Thuya de la zone d'étude (Photo BARKA F.).....	30
Fig. 19 : Les stades de développement du fruit (Photo BARKA F.)	31
Fig. 20 : Les dimensions du fruit au microscope binoculaire (Photo BARKA F.)	Erreur ! Signet non défini.
Fig. 21 : Vue de la graine au microscopique binoculaire (Photo BARKA F.).....	Erreur ! Signet non défini.
Fig. 22 : Description et implantation de la graine dans le fruit (Photo BARKA F.).....	Erreur ! Signet non défini.
Fig. 23 : Floraison et fructification (Photo BARKA F.)	32
Fig. 24 : Les différents composants structuraux macroscopiques du tronc	33
Fig. 25 : Différentes échelles dans le bois du thuya (EL MOURIDI, 2011).....	Erreur ! Signet non défini.
Fig. 26 : Arbre de thuya à loupe avec une coupe locale perpendiculairement à la direction longitudinale des excroissances (échelle macroscopique).....	34
Fig. 27 : Le thuya de Berbérie en régénération (station de Honaïne)	Erreur ! Signet non défini.
Fig. 28 : Régénération du thuya après incendie (Station de Fillaoucene) (photo BARKA F.).....	Erreur ! Signet non défini.
Fig. 29 : Les quatre ensembles physiques de la wilaya deTlemcen.....	3
Fig. 30 : Répartition de la superficie forestière par espèce.....	9
Fig. 31 : Consistance du patrimoine forestier	10
Fig. 32 : La couverture forestière dans les Monts des Traras	67
Fig. 33 : Répartition des terres au niveau de la zone d'étude (Période ancienne et actuelle)	70
Fig. 34 : Répartition de production végétale au niveau de la zone d'étude	70
Fig. 35 : Répartition de production végétale au niveau de la zone d'étude	70
Fig. 36 : Répartition des terres agricoles au niveau de la zone d'étude	71
Fig. 37 : Taux d'accroissement démographique des stations d'étude.....	75
Fig. 38 : Le parcours dans différentes stations d'étude (Photos BARKA F.).....	Erreur ! Signet non défini.
Fig. 39 : Répartition moyenne des effectifs de ruminants au niveau de la zone d'étude (Période 1995- 2013).....	79
Fig. 40 : Influence de l'expansion démographique sur l'écosystème naturel (selon Chaabane, 1993)	83
Fig. 41 : Influence de l'action anthropique sur le milieu dans la zone d'étude	83
Fig. 42 : Bilan d'incendie de la zone d'étude	86
Fig. 43 : Schéma de deux séquences de Végétation sur Terra Rosa ou sol squelettique à partir, des formations à <i>Tetraclinis articulata</i> ou <i>Quercus rotundifolia</i>	87
Fig. 44 : Exemple de stades de dégradation dans un écosystème au Maghreb.....	Erreur ! Signet non défini.

Fig. 45 : Les moyennes mensuelles des précipitations (en mm) des trois périodes	103
Fig. 46 : Les moyennes mensuelles des précipitations (en mm) des trois périodes (Beni Bahdel-Zenata-Nedroma)	104
Fig. 47 : Les moyennes mensuelles des précipitations (en mm) des trois périodes (Fillaoucene-Ghazaouet-Beni Saf)	105
Fig. 48 : Régime saisonnier de Musset des trois périodes (Tlemcen-Sebdou-Maghnia)	108
Fig. 49 : Régime saisonnier de Musset des trois périodes (Beni Behdel-Zenata-Nedroma)	109
Fig. 50 : Régime saisonnier de Musset des trois périodes (Fillaoucene-Ghazaouet-Beni Saf).....	110
Fig. 51 : Moyennes mensuelles des températures (en °C) des trois périodes	115
Fig. 52 : Moyennes mensuelles des températures (en °C) des trois périodes	116
Fig. 53 : Moyennes mensuelles des températures (en °C) des trois périodes	117
Fig. 54 : Roses des vents de quelques stations de l'Ouest algérien (BOUABDALLAH, 1991)	120
Fig. 55 : Abaque pour le calcul de l'indice d'aridité de De Martonne	124
Fig. 56 : Diagrammes Ombrothermiques (Ancienne période).....	126
Fig. 57 : Diagrammes Ombrothermiques (Ancienne période).....	127
Fig. 58 : Diagrammes Ombrothermiques (Période intermédiaire).....	128
Fig. 59 : Diagrammes Ombrothermiques (Période intermédiaire).....	129
Fig. 60 : Diagrammes Ombrothermiques (Nouvelle période)	130
Fig. 61 : Diagrammes Ombrothermiques (Nouvelle période)	131
Fig. 62 : Diagrammes Ombrothermiques (Périodes ancienne, intermédiaire et nouvelle)	132
Fig. 63 : Climagramme Pluviothermique du Quotient d'Emberger (Q2)	136
Fig. 64 : Stratification de la végétation avec Q2 d'EMBERGER selon le schéma de correction de QUEZEL (1980)	Erreur ! Signet non défini.
Fig. 65 : Les stations des arbres mesurés (Cliché original)	155
Fig. 66 : Moyennes des mesures des variables dans les différentes.....	157
Fig. 67 : Moyennes des mesures des variables dans les différentes.....	158
Fig. 68 : Moyennes des mesures des variables dans les différentes.....	159
Fig. 69 : Moyennes des mesures des variables dans les différentes.....	160
Fig. 70 : Moyennes des mesures des variables dans les différentes.....	161
Fig. 71 : Comparaison biométrique des variables mesurées dans les cinq (05).....	162
Fig. 72 : Les échantillons mesurés (graines et écailles) Cliché original)	Erreur ! Signet non défini.
Fig. 73 : Comparaison Moyenne Diamètre/ Hauteur du fruit	Erreur ! Signet non défini.
Fig. 74 : Comparaison Moyenne Diamètre/ Hauteur de la graine	Erreur ! Signet non défini.
Fig. 75 : Corrélations Moyenne Fruit/Graine du thuya.....	Erreur ! Signet non défini.
Fig. 76 : Comparaison Moyenne Graine/ Nombre écailles dans le fruit.....	Erreur ! Signet non défini.
Fig. 77 : Les corrélations les plus significatives de la zone d'étude	166
Fig. 78 : Les prélèvements des échantillons de la station de Honaine et Beni Snous.....	165
Fig. 79 : Techniques de coupes transversales utilisées « à main levée » (Photo originale)	Erreur ! Signet non défini.
Fig. 80 : Technique de « Double coloration » et montage des préparations (Photo originale)..	Erreur ! Signet non défini.
Fig. 81 : Organisation des organes observés du Thuya (Feuille, tige et racine)	Erreur ! Signet non défini.
Fig. 82 : La structure anatomique de la feuille <i>Tetraclinis articulata</i> (Honaine et Beni Snous)	Erreur ! Signet non défini.
Fig. 83 : La structure anatomique de la tige de <i>Tetraclinis articulata</i>	Erreur ! Signet non défini.
Fig. 84 : La structure anatomique de la racine de <i>Tetraclinis articulata</i>	Erreur ! Signet non défini.
Fig. 85 : Les tissus de protection ou de revêtement de <i>Tetraclinis articulata</i>	Erreur ! Signet non défini.
Fig. 86 : Les collenchymes dans les organes de <i>Tetraclinis articulata</i>	Erreur ! Signet non défini.
Fig. 87 : Les parenchymes dans les organes de <i>Tetraclinis articulata</i>	Erreur ! Signet non défini.
Fig. 88 : Les sclérites foliaires dans les organes de <i>Tetraclinis articulata</i>	Erreur ! Signet non défini.
Fig. 89 : Les sclérenchymes dans les organes de <i>Tetraclinis articulata</i>	Erreur ! Signet non défini.
Fig. 90 : Le cambium dans les organes de <i>Tetraclinis articulata</i>	Erreur ! Signet non défini.

Fig. 91 : Les tissus conducteurs (Faisceaux Cribro-Vasculaires) de <i>Tetraclinis articulata</i>	Erreur ! Signet non défini.
Fig. 92 : Le phloème dans les organes de <i>Tetraclinis articulata</i>	Erreur ! Signet non défini.
Fig. 93 : Le xylème dans la tige de <i>Tetraclinis articulata</i>	Erreur ! Signet non défini.
Fig. 94 : Les trachéides de <i>Tetraclinis articulata</i>	Erreur ! Signet non défini.
Fig. 95 : Les rayons ligneux de <i>Tetraclinis articulata</i>	Erreur ! Signet non défini.
Fig. 96 : Le cylindre central et la moelle de <i>Tetraclinis articulata</i>	Erreur ! Signet non défini.
Fig. 97 : Les mesenchymes de <i>Tetraclinis articulata</i>	Erreur ! Signet non défini.
Fig. 98 : Les lacunes des cristaux d'oxalate de calcium de <i>Tetraclinis articulata</i>	Erreur ! Signet non défini.
Fig. 99 : Les Tissus sécréteurs et canaux resinifères de <i>Tetraclinis articulata</i>	Erreur ! Signet non défini.
Fig. 100 : Développement des canaux sécréteurs et de <i>Tetraclinis articulata</i>	Erreur ! Signet non défini.
Fig. 101 : Les positions des canaux secreteurs dans les organes de <i>Tetraclinis articulata</i>	Erreur ! Signet non défini.
Fig. 102 : Les cernes anatomiques transversales de <i>Tetraclinis articulata</i>	Erreur ! Signet non défini.
Fig. 103 : L'intersection de la feuille avec la tige de <i>Tetraclinis articulata</i>	Erreur ! Signet non défini.
Fig. 104 : Comparaison histométrique entre les différents tissus de la feuille de <i>Tetraclinis articulata</i> dans les deux stations (Honaine et Beni Snous).....	200
Fig. 105 : Les corrélations de la feuille de Beni Snous.....	201
Fig. 106 : Les corrélations de la feuille de Honaine	202
Fig. 107 : Les résultats de mesure des coupes transversales des tiges de <i>Tetraclinis articulata</i> dans les deux stations (Honaine et Beni Snous).....	202
Fig. 108 : Les corrélations de la tige de Honaine et Beni Snous	203
Fig. 109 : Les résultats de mesure des coupes transversales des racines de <i>Tetraclinis articulata</i> dans les deux stations	204
Fig. 110 : Les corrélations de la feuille de Beni Snous.....	204
Fig. 111 : Les corrélations de la tige de Honaine.....	204
Fig. 112 : Diagramme des moyennes de texture ou (Triangle textural) des sols des stations étudiés.	Erreur ! Signet non défini.
Fig. 113 : Echelle de salure en fonction de la conductivité de l'extrait aqueux au 1/5 (relation de RICHARDS IN AUBERT, 1978).....	218
Fig. 114 : Représentations graphiques des résultats des analyses pédologiques	221
Fig. 115 : Les spectres écologiques de <i>Tetraclinis articulata</i> dans les trois stations.....	228
Fig. 116 : Méthode des relevés utilisées sur terrain pour l'ensemble des stations d'étude	Erreur ! Signet non défini.
Fig. 117 : Courbe de l'aire minimale dans les matorrals des stations de Honaine, Ghazaouet, Fillaoucène et Nedroma).....	Erreur ! Signet non défini.
Fig. 118 : Courbe de l'aire minimale dans les matorrals des stations de Beni Snous et Azail). Erreur ! Signet non défini.	
Fig. 119 : Coefficient d'abondance- dominance (recouvrement) de Braun- Blanquet.....	Erreur ! Signet non défini.
Fig. 120 : Coefficient de sociabilité.....	Erreur ! Signet non défini.
Fig. 121 : Composition de la flore par sous-embranchement	245
Fig. 122 : Composition de la flore par classe.....	246
Fig. 123 : Composition de la flore par famille.....	248
Fig. 124 : Composition de la flore par genre	249
Fig. 125 : Composition de la flore par ordre.....	250
Fig. 126 : Composition de la flore par type biologique	253
Fig. 127 : Composition de la flore par type morphologique.....	255
Fig. 128 : Composition de la flore par type biogéographique	257
Fig. 129 : Composition de la flore par rareté.....	259
Fig. 130 : Les fréquences de végétation de la zone d'étude.....	261
Fig. 131 : Plan factoriel des espèces de la zone d'étude (axe1-axe2).....	270

Fig. 132 : Plan factoriel des espèces de la zone d'étude (axe3-axe1)	270
Fig. 133 : Dendrogramme des espèces de la zone d'étude	274

Liste des photos

Photo 1 : Espace forestier défriché (Fillaoucene, Honaine et Béni Snous)	84
Photo 2 : Les échantillons.....	214
Photo 3 : Matériels utilisés	214
Photo 4 : Méthode d'analyse pédologique	214
Photo 5 : La station de Honaine (vue générale).....	Erreur ! Signet non défini.
Photo 6 : La station de Fillaoucene (vue générale).....	Erreur ! Signet non défini.
Photo 7 : La station de Nedroma (vue générale)	Erreur ! Signet non défini.
Photo 8 : La station de Ghazaouet (vue générale)	Erreur ! Signet non défini.
Photo 9 : La station de Beni Snous et Azaïl (vue générale)	Erreur ! Signet non défini.
Photo 10 : Quelques espèces végétales de la zone d'étude	260

Liste des cartes

Carte 1 : Aire de répartition de <i>Tetraclinis articulata</i> en Méditerranée Sud occidentale d'après QUEZEL (1980) et FENNANE (1987) modifiée.....	Erreur ! Signet non défini.
Carte 2 : Les quatre ensembles physiques de la Wilaya de Tlemcen.....	Erreur ! Signet non défini.
Carte 3 : Le réseau hydrographique de la Tafna	6
Carte 4 : Les Stations d'étude dans les Monts des Traras.....	8
Carte 5 : Carte d'esquisse géologique de la zone d'étude.....	Erreur ! Signet non défini.
Carte 6 : Carte lithologique des Monts des Traras.....	13
Carte 7 : Carte histométrique des stations d'étude (Tlemcen)	Erreur ! Signet non défini.
Carte 8 : Carte hypsométrie des stations d'étude (Monts des traras).....	Erreur ! Signet non défini.
Carte 9 : Carte hydrologique de la région d'étude	16
Carte 10 : Carte d'occupation du sol dans la région de Tlemcen.....	65
Carte 11 : Vocation agricole des Monts de Traras.....	Erreur ! Signet non défini.
Carte 12 : Production animale des Monts des Traras.....	Erreur ! Signet non défini.
Carte 13 : Localisation des stations climatiques de références	Erreur ! Signet non défini.
Carte 14 : Carte de situations et localisation de <i>Tetraclinis articulata</i> dans la zone d'étude ...	Erreur ! Signet non défini.

Introduction générale

Introduction

Les forêts de l'Algérie occidentale et notamment les forêts de la région de Tlemcen ont connu depuis des décennies une régression continue due, le plus souvent, à une action conjuguée des facteurs climatiques, écologiques et anthropiques incontrôlés (défrichement, incendies, urbanisation, parcours...etc.). Ces derniers peuvent engendrer des processus de dégradation irréversibles. L'exploitation irrationnelle et abusive de ce patrimoine a conduit et a contribué à sa dégradation.

L'évolution régressive a entraîné une diversification du cortège floristique en favorisant la prolifération de certaines espèces épineuses et/ou toxiques qui dominent le territoire.

La flore de la région de Tlemcen est unanimement considérée comme étant d'une exceptionnelle diversité, et mérite à ce titre, une considération particulière pour sa conservation au vu de son importance (écologique, historique et patrimoniale).

Les écosystèmes forestiers et préforestiers de la zone d'étude connaissent actuellement de grands bouleversements. L'une des questions essentielles qui sont soulevées est de comprendre comment et dans quelle mesure la biodiversité végétale contribue à la stabilité de l'écosystème et de ses fonctions. Dans un contexte national et international de préservation, l'étude de la dynamique de végétation présente un grand intérêt.

À l'heure actuelle, les essences forestières des écosystèmes méditerranéens arides et semi-arides, qui sont déjà mis en péril depuis longtemps à cause de la très forte pression anthropozogène, ne sont plus immuables.

Le *Tetraclinis articulata* fait partie de ces essences forestières. Situé dans l'extrême Nord-Ouest Algérien, il occupe aujourd'hui une bien maigre proportion du territoire qu'il couvrait jadis.

Notre étude porte sur la connaissance de la biodiversité végétale et l'utilisation durable de ces ressources qui se rattachent aux groupements végétaux de la région de Tlemcen. Elle est basée sur les aspects phytoécologique, biologique et physiologique de ces formations avec un inventaire de la végétation réalisé dans des stations représentatives et appuyé par un échantillonnage stratifié. Nous avons aussi mené une étude pédologique, bioclimatique et histomorphométrique du Thuya sur huit stations présentant des caractéristiques géographiques et climatiques différentes.

De nombreuses recherches, à travers des publications du laboratoire d'Écologie et Gestion des Écosystèmes Naturels (Université de Tlemcen) ont souligné le rôle majeur de la région de Tlemcen comme réservoir essentiel de la biodiversité végétale. C'est dans ce contexte qu'il nous a paru intéressant à travers cette thèse d'étudier les groupements à Tetraclinaies largement répandus dans la région du Nord-Ouest Algérien.

L'objectif de ce travail est d'illustrer l'état actuel de *Tetraclinis articulata* et de décrire les différents cortèges floristiques liés à cette espèce dans les matorrals des Monts des Traras et Monts de Tlemcen et de connaître la dynamique et les évolutions des écosystèmes anthropisés et leurs

Introduction générale

transformations au cours du temps par différents facteurs de dégradation et par l'action directe ou indirecte de l'homme.

Le choix de ces Monts comme terrain d'étude s'est imposé à cause de leur proximité, mais, surtout pour les multiples oppositions qu'ils comportent. Un espace tantôt dégradé présentant des versants dénudés, une végétation rabougrie et tantôt préservée avec une végétation luxuriante exhibant les dernières zones refuges de l'Algérie du Nord. Cette étude est donc principalement guidée par l'espoir de contribuer à la conservation des sites préservés et la restauration des autres.

Pour atteindre cet objectif, nous avons eu recours à la méthode sigmatiste basée sur les relevés phytosociologiques suivis par des traitements statistiques. À cette effet, il était nécessaire d'abord de connaître la flore, en réalisant un inventaire des espèces et ainsi, un herbier pour identifier notre cortège floristique des différentes stations représentatives de la zone d'étude. D'autre part, les statistiques multivariées permettent la structuration phytoécologique de ces relevés réalisés en fonction des données floristiques déterminant la diversité et l'originalité des groupements.

À la suite des incendies destructifs par leur intensité, l'aire du *Tetraclinis articulata* a diminué et l'allure de la forêt se trouve constamment modifiée et transformée en un matorral plus ou moins dense. La connaissance du risque d'incendie et les mesures de sa prise en charge constituent la principale action de prévention des forêts contre les feux. Cette mesure est efficace non seulement pour limiter les déclarations de foyer d'incendie et réduire leur ampleur, mais aussi intéresse les équipes de la lutte en leur offrant les meilleures conditions d'extinction.

Afin de contribuer à une meilleure valorisation de cette essence, nous développons ici des problématiques fondamentales et appliquées à différents niveaux de l'écologie végétale, tels que le fonctionnement des écosystèmes et leurs relations avec la biodiversité, la valorisation de cette biodiversité et son évolution. Nos travaux sont axés essentiellement sur l'évolution de la phytodiversité, à la fois sous un angle descriptif et fonctionnel, avec des références sur la phytoécologie et la phytosociologie.

L'étude floristique a permis de faire ressortir les principales familles ainsi que le type biologique, morphologique et biogéographique le plus dominant. Le calcul de l'Indice de perturbation est proportionnel à la dominance des espèces thérophytiques dans l'ensemble des stations.

L'étude anatomique a été abordée afin d'identifier les types d'adaptations à l'aridité. L'analyse des paramètres édaphiques permet de préciser les qualités trophiques et hydriques du sol de chaque groupement. Elle traduit une grande plasticité écologique de l'espèce que l'on retrouve sur des textures très différentes. Cependant, cette essence forestière fuit les sols argileux mal drainés. Elle se développe aussi dans les domaines subhumides et aride supérieur, indifféremment de la nature du substrat (calcaire ou siliceux).

Ces recherches ont montré qu'à partir des données numériques, nous proposons une interprétation des corrélations obtenues. L'interprétation de la structure du tapis végétal est mise en évidence par une analyse factorielle des correspondances (AFC).

À propos de l'aspect cartographique, nous avons élaboré une carte de répartition de cette espèce avec les différentes formations végétales existantes actuellement dans notre zone d'étude.

Devant la gravité de la situation écologique dans la région de Tlemcen, la mise en place d'un plan d'action de préservation du tapis végétal et de la biodiversité ne peut être assurée que si la connaissance de la flore et de la dynamique de la végétation est maîtrisée par les gestionnaires.

Ces écosystèmes particuliers doivent rapidement faire l'objet de mesures de protection, dans le but d'assurer la pérennité des cortèges floristiques exceptionnels qui les constituent.

Pour atteindre notre objectif, nous avons traité les chapitres suivants :

- ❖ **Introduction générale** ;
- ❖ **Analyse bibliographique et la syntaxonomie des groupements** : Elle permettra de mettre une vue générale sur l'espèce *Tetraclinis articulata* ;
- ❖ **Milieu physique et méthodologie** : Permet d'avoir une description générale de la zone d'étude et les méthodes utilisées sur le terrain ainsi qu'au laboratoire ;
- ❖ **Analyse bioclimatique** : Permet de faire une comparaison entre les données chronologiques des trois périodes (Ancienne, intermédiaire et Nouvelle) ;
- ❖ **Milieu humain** : On tentera ici de comprendre les causes profondes des perturbations qui ont induit cette dégradation (parcours, incendies, déforestation, érosion...etc.) ;
- ❖ **Autoécologie et analyse histomorphométrie** de l'espèce dans deux stations choisies au niveau de la zone d'étude (Monts des Traras et Monts de Tlemcen) ;
- ❖ **Aperçu pédologique et spectre écologique** dans le but d'identifier l'exigence et la plasticité de l'espèce vis-à-vis des facteurs édaphiques.
- ❖ **La phytodiversité** : On présentera d'abord une étude floristique descriptive approfondie se basant sur plusieurs types de classification, on s'intéressera ensuite aux méthodes analytiques qui permettront l'étude de la structure et le fonctionnement des formations après un exposé sur la méthodologie. Elle se poursuivra par une étude syntaxonomique des groupements individualisés et caractérisés sur le plan écologique de notre espèce ;
- ❖ **Analyse factorielle des correspondances** : Ce chapitre sera consacré à la présentation de la méthode d'approche utilisée et la démarche méthodologique pour la réalisation de l'expérimentation et l'analyse des données avec un traitement des résultats et discussion ;
- ❖ **Cartographie végétale** : Elle permet l'établissement d'une carte des types de peuplements et des groupements végétaux à *Tetraclinis articulata* ;
- ❖ Nous terminerons ce travail par une **conclusion générale** et des perspectives.

PARTIE I



Analyse Bibliographique

CHAPITRE I



Synthèse Bibliographique et Syntaxonomique

Introduction

I. La végétation méditerranéenne

II. Schéma des unités supérieures et leurs dynamiques

Conclusion

Introduction

La véritable forêt en région méditerranéenne est essentiellement localisée aux étages humides et subhumides, alors qu'aux étages semi-aride et aride, on ne rencontre pratiquement que des matorrals. Ceci est généralement notre cas (les matorrals de la région de Tlemcen).

Cette région a représenté jusqu'au siècle dernier un ensemble biogéographique particulièrement riche et relativement en équilibre grâce à une utilisation très particulière du milieu par l'homme.

Malgré les incessantes agressions qu'elles ont subies, depuis plus d'un millénaire, les forêts méditerranéennes offrent encore par endroits un développement appréciable. Différentes méthodes ont été utilisées pour évaluer ce patrimoine floristique nous avons : La phytosociologie.

La phytosociologie synusiale intégrée est née dans les années quatre-vingt à partir des travaux de trois chercheurs : **BRUNO DE FOUCAULT, FRANÇOIS GILLET** et **PHILLIPPE JULVE**. Elle repose sur la définition des synusies végétales qui sont des communautés très homogènes du point de vue fonctionnel écologique. Elles regroupent des espèces qui vivent ensemble et ont des stratégies de vie similaires.

Les chercheurs phytogéographes utilisent fréquemment dans leurs études des unités phytosociologiques et phytodynamiques pour justifier la destruction des territoires (**EMBERGER, 1939** ; **QUEZEL, 1957-1964** ; **OZENDA, 1991** ; **BARBERO** et **LOISEL, 1997**). Ces études constituent un élément prépondérant pour comprendre l'organisation de cette végétation.

L'hétérogénéité floristique de ces forêts s'accompagne paradoxalement sur le plan phytosociologique d'une uniformité remarquable, du moins au niveau des unités supérieures majeures « classe et ordre ». Alors que, au contraire, la diversité s'accroît au niveau des alliances et des associations.

De nombreux travaux ont été réalisés sur le circum méditerranéen, nous citons : **BRAUN – BLANQUET (1953)**, **EL HAMROUNI** et **LOISEL (1979)**, **QUEZEL (1981)**, **AIME** et *al* (1986), **FENNANE (1987)**, **BARBERO** et *al* (1988), **BARBERO** et *al* (1992), **EL HAMROUNI (1992)**, **CHAABANE (1993)** et **QUEZEL (2000)**.

Le bassin méditerranéen est une région particulièrement riche en espèces végétales (25.000 à 30.000). **QUEZEL (1985)**, **GREUTER (1991)**, **QUEZEL** et **MEDAIL (1995)**.

Ces éléments représentent une part très importante de la flore méditerranéenne actuelle, mais si de nombreux genres peuvent y être rattachés, des différences importantes du point de vue floristique existent entre la méditerranée occidentale, centrale et orientale au niveau des compositions spécifiques et souvent génériques (**QUEZEL, 1957**).

Elle apparaît donc sur le plan mondial comme un centre majeur de la différenciation des espèces végétales et elle est considérée comme une région très privilégiée dans sa diversité

floristique et dans son endémisme. **QUEZEL (1983)** explique cette importante diversité par les modifications climatiques durement subies par cette région.

Malgré sa richesse floristique globale remarquable, cette région présente une hétérogénéité considérable, tant au niveau du nombre des espèces que celui de l'endémisme, en fonction des zones géographiques qui la constituent (**QUEZEL et MEDAIL, 1995**).

Ces taxons endémiques, en général des herbacées vivaces, constituent un groupe spécialisé caractérisé par une même stratégie de tolérance au stress. Ils sont souvent associés à un manque de compétitivité plus ou moins modéré (**WILSON, 1986**).

Le capital forestier et préforestier a connu une large régression en comparaison avec le passé. Les forêts ne sont plus des forêts, mais des lambeaux de forêts. Ceci dérive d'une activité humaine intense (**RIVAS – MARTINEZ, 1981**).

À ce sujet, **QUEZEL** en **1981** a pu réaliser une première étude concernant la définition des affinités et des différences floristiques et phytionomiques existantes entre ces formations.

Les structures préforestières, présteppiques et des matorrals ont été rapportées, quant à leur statut, au Maroc par **QUEZEL et al (1981)**; **BENABID, BARBERO, LOIZEL, QUEZEL** et **RIVAS-MARTINEZ (1988)**; en Tunisie par **EL HAMROUNI (1992)** et **CHAABANE (1993)**. En Algérie, on peut ajouter les travaux de **DJEBALI (1974, 1984 et 1990)**; **GUINOCHE (1980)** et **DAHMANI (1984 et 1996 -a)**.

Nombreux sont ceux qui se sont intéressés à cette végétation, phytosociologues, phytoécologues, phytogéographes et forestiers ont été frappés par l'équilibre instable des forêts méditerranéennes et ce d'autant plus qu'elles sont soumises à un climat rigoureux, et manifestent plutôt une tendance à se dégrader vers des formations clairières et à évoluer vers le matorral ou la steppe à poacées **KADIK., 1987**.

Cette analyse bibliographique va nous permettre de mieux appréhender notre sujet de recherche et ainsi de comprendre nos résultats.

I. La végétation méditerranéenne

Les écosystèmes d'Afrique du Nord sont marqués par l'impact drastique et croissant des activités humaines.

QUEZEL en **1981**, **BARBERO** et **QUEZEL** en **1988** ont publié dans leurs écrits des synthèses concernant la définition des grandes structures forestières en tenant compte de la réalité phytosociologique.

Toujours à ce sujet, **BARBERO** et **LOISEL** en **1980** ont montré dans leurs écrits que tous les pays méditerranéens savent qu'en terme d'occupation du tapis végétal, le chêne vert joue un rôle indiscutablement plus important dans la partie occidentale du bassin méditerranéen que dans sa partie orientale.

Ces écosystèmes ont été fortement perturbés au cours des dernières décennies sous l'effet d'une longue histoire d'exploitation intensive des ressources naturelles (**LE-HOUEROU., 1995, AIDOUUD ., 1983**).

D'après **BARBERO et al, 1990**, déforestation, dématossilisation, coupes anarchiques, mises en cultures incontrôlées, surpâturage excessif généralisé ont profondément perturbé les équilibres écologiques qui existaient encore il y a une vingtaine d'année.

BARBERO et al. (1995), souligne que les éléments circum-méditerranéens, caractérisés par *Arbutus unedo*, *Ceratonia siliqua*, *Myrtus communis*, *Olea europea var. Oleaster*, *Phillyrea subsp*, *Pistacia lentiscus*, *Quercus coccifera*, *Rhamnus alaternus*. colonisent tout le pourtour méditerranéen et sont présents sur toutes les grandes îles où ils se cantonnent préférentiellement à l'étage thermoméditerranéen.

En effet, les structures sclérophylles (chêne vert, chêne-liège, olivier, lentisque, caroubier, voire arganier), ou les formations conifères thermophiles (Pin d'Alep, Pin brutia, Cyprès, Thuya de Berbérie) s'inscrivent dans des lignées biogéographiques (espèces constitutives et cortège floristique associé) et des dynamiques spécifiquement méditerranéennes (**HADJADJ - AOUEL, 1995**).

De nombreux travaux ont été réalisés sur Circum méditerranéen, nous citons : **BRAUN-BLANQUET, 1953 ; EL HAMROUNI et LOISEL, 1978 ; QUEZEL (1976, 1981, 1985) ; SEIGUE (1985) ; AIME et al. (1986) ; BARBERO et al. (1988) ; BARBERO et al. (2001) ; QUEZEL (2000) ; QUEZEL et MEDAIL (2003) ; PALAHI et al. (2009)**.

I.1 - Le cas de l'Afrique du Nord

QUEZEL en 2000 souligne que « l'Afrique du Nord qui ne constitue qu'une partie du monde méditerranéen (environ 15%), ne possède pas actuellement un bilan précis relatif au nombre de ses espèces et de ses endémiques, toutefois, il est possible de situer autour de 5.000 et 5.300 le nombre des espèces végétales qui y sont connues.

Une ambiance continentale donne avec une vaste ceinture de végétation de type préforestier qui, lorsqu'elle n'a pas été détruite par l'homme se situe entre les formations pré steppiques et les vraies forêts sclérophylles (**KADIK, 1983 ; FENNANE, 1987 ; QUEZEL, 1999**).

Cette flore présente actuellement un taux d'endémisme élevé, environ 50 % de quelque 25.000 espèces présentes dans la zone climatiquement méditerranéenne (**QUEZEL, 1985**). Les hauts plateaux algéro-marocains portent une flore de souche nettement méditerranéenne (**OZENDA, 1958**). **MEDAIL et QUEZEL en 1997** ont toutefois recensé environ 3.800 espèces au Maroc méditerranéen, 3.150 en Algérie méditerranéenne et 1.600 en Tunisie méditerranéenne. Le nombre approximatif des endémiques est respectivement de 900, 320 et 39. Parmi les travaux réalisés au Maroc sur les structures forestières, préforestières et présteppiques, nous avons ceux de :

METRO et SAUVAGE (1953) ; SAUVAGE (1961) ; (BARBERO et al (1981) ; BENABID (1985) ; FENNANE (1987) ; QUEZEL et al. (1992) ; QUEZEL et al. (1994) ; AAFI (2003) ; AAFI et al. (2005).

I.1.1 - En Algérie

L'Algérie de par sa position géographique présente une grande diversité de biotopes naturels occupés par une importante richesse floristique. Sa végétation a fait l'objet de plusieurs études.

MAIRE en **1926** englobe la végétation dans la carte phytogéographique de l'Algérie et de la Tunisie et fournit des indications sur les principales essences forestières algériennes, **BAUMGARTNER (1964)** pour le littoral algérois.

Les recherches botaniques forestières ont débuté avec la venue en Algérie en 1938 du fondateur des services forestiers **RENON** in **CHAABANE, 1993**.

Son travail achevé sur les espèces ligneuses de l'Algérie fut repris par **LAPIE et MAIGE (1914)** qui publient une flore forestière dans laquelle ils indiquent la répartition des principales essences. C'est avec **COSSON (1853)** puis **BATTANDIER** et **TRABUT (1888-1890)** et **FLAHAULT (1906)** que commencent les premiers essais d'études phytogéographiques.

À partir de 1941, l'information sur la végétation est raffinée avec la flore de **MAIRE** qui vient compléter l'inventaire de la végétation Oranaise, suivie par celle de **QUEZEL** et **SANTA (1962 – 1963)**.

En **1950**, **BOUDY** a donné une monographie assez détaillée sur ces essences en Algérie.

Ce même auteur (**1952**) signale aussi que vu les associations végétales du *Pinetum halepensis*, *Quercetum ilicis*, *Callicitretum* et *Juniperetum phonicea*, la région appartient au domaine Mauritanien Méditerranéen, secteur Oranais.

Les premiers travaux phytosociologiques ont été menés par **BRAUN BLANQUET (1931)**, **GUINOCHET (1952)**, **LONG (1951)** et **DEBAZAC (1959)**. Ces travaux ont été suivis et réalisés par **BAUMGARTNER (1965)** et **NEGRE (1966)** sur quelques faciès du littoral Algérois.

Les études géobotaniques du tell Oranais ont commencé avec **ALCARAZ (1969, 1982, 1991) ;** ensuite, **ZERAIA (1981)**, **DAHMANI (1989)**, **BOUAZZA (1991 et 1995)**, **BENABADJI (1991 et 1995)**.

En **1991**, **MESSAOUDENE** et **TESSIER** ont axé leurs études sur une population de chênes des forêts domaniales.

ALCARAZ (1969, 1982) a utilisé une méthode dite des « Groupes écologiques » et décrit quelques groupements du Thuya dans les plus proches environs d'Oran, mais en privilégiant cependant l'écologie du pin d'Alep.

Ce même auteur en **1982** avec **FENNANE (1988)** a décrit deux groupements à thuya sur la végétation de l'Ouest Algérien.

AIME (1991) à travers l'Oranie occidentale a pu distinguer 24 groupements qu'il a pu rattacher à six (06) classes phytosociologiques dont *Quercetea ilicis* est la plus importante.

Cette étude édaphique reste jusqu'à maintenant la plus récente en Algérie.

DJEBAILI (1984) a axé ses recherches sur l'étude des groupements steppiques en tenant compte des travaux de **MAIRE (1926)**, **OZENDA (1954)**, **LE HOUEROU (1969)** et **CELLE (1975)**. Cet auteur a mis l'accent sur les groupements à *Stipa tenacissima* de 1978 à 1984.

La steppe à alfa est intégrée à la classe des *Téro-Brachypdetea* et à l'ordre de *lygro - stepetalia* par **LAZARE et ROUX en 1979**.

D'autres travaux complémentaires ont été réalisés pour décrire les unités syntaxonomiques concernant les groupements steppiques du Maghreb (**POUGMET, 1980** ; **AIDOU, 1983** ; **ABDELKRIM, 1984** ; et **KAABACHE, 1990**).

Plus récemment, **MEDJAHDI (2001)** a identifié sept groupements végétaux dans le littoral des Monts des Traras, regroupés en deux ensembles, l'un correspondant aux peuplements mixtes de thuya et genévrier et l'autre aux tetracliniaies pures.

Ces groupements forestiers présentent une proportion élevée de peuplements dégradés et ouverts dotés d'une capacité d'adaptation et de réponse aux diverses pressions qu'ils subissent. Ils constituent un capital qu'il convient de protéger en le préservant des dégradations naturelles, humaines et animales (**DAHMANI, 1997**).

Les formations végétales représentées dans la zone littorale sont celles du Pin d'Alep avec une strate arborescente riche en Lentisques et Phyllaires (**KADIK, 1987**).

En Algérie occidentale (Mostaganem), *Pistacia lentiscus*, *Olea europea*, *Phillyrea angustifolia*, *Ceratonia siliqua* se rencontrent sous forme d'arbustes ou occasionnellement de petits arbres dans le sous-bois (**FRANK, 1986**). *Tetraclinis articulata* qui est un arbre ou arbuste à feuilles persistantes est l'une des espèces caractéristiques de la région méditerranéenne, où il contribue à constituer des forêts, broussailles, et des maquis. (**QUEZEL et SANTA , 1962-1993**).

I.1.2 - Tlemcen

Les Monts de Tlemcen dans leur ensemble offrent un paysage botanique excentrique et très diversifié lié strictement avec les circonstances du climat, du sol et du relief, allant continuellement du littoral à la steppe.

Les formations préforestières s'intègrent plutôt à l'ordre des *Pistacio-Rhamnetalia alaterni*. Cet ordre réunit les structures préforestières issues d'une intense dégradation des formations forestières en bioclimat humide et subhumide.

En ce qui concerne la végétation de région de Tlemcen, beaucoup d'études détaillées du couvert végétal dans l'Oranie ont été menées et réalisées, on peut citer celles de **TRABUT (1887)** ; **FLAHAULT (1906)**; **ALCARAZ (1969, 1982, 1991 et 1992)**; **ZERAIA (1982 – 1984)** ; **BOUDY, (1948)**; (**BESTAOUI, 2001**); (**AIME, 1991**); **DAHMANI (1984-1989, 1997)**; **KADIK (1984)** ;

(**BENABDELLI, 1996**) ; (**BOUAZZA et BENABADJI, 1998**) ; (**BENABADJI et al, 2004**) ; **MEZIANE (2010-2004)** ; (**HADJADJ - AOUEL, 1995**) ; **HASNAOUI (1998)**. Au semi-aride et à l'aride, c'est le seul climax potentiel signalent **BARBERO, QUEZEL et RIVAS-MARTINEZ en 1981**) ; (**DAHMANI, 1997**) ; **CHIALI (1999)** et **BARKA (2001-2009)** ; etc.

Les grands écosystèmes naturels de la région de Tlemcen sont représentés par les phytocénoses qui sont organisées par les essences arborescentes suivantes : *Quercus ilex*, *Quercus suber*, *Quercus coccifera*, *Quercus faginea*, *Juniperus oxycedrus subsp rufescens*, *Olea europea var oleaster*, *Pistacia lentiscus*, *Ceratonia siliqua*, *Myrtus communis*, *Crateagus oxycantha*, *Phillyrea angustifolia*...etc. (**AYACHE et BOUAZZA, 2008**).

À Tlemcen, c'est également **DAHMANI (1984)** qui, en étudiant les groupements à chêne vert, a accessoirement décrit les groupements de dégradation de cette chênaie où figure le genévrier oxycèdre. Il a montré aussi que vers l'étage méso-méditerranéen, les formations du *Pistacis-Rhamnetalia* dominent celles des *Quercetea ilicis* qui sont abondantes au supra - méditerranéen inférieur.

II. Schéma des unités supérieures et leurs dynamiques

L'analyse phytosociologique des formations forestières et des matorral de la zone d'étude consiste à définir les unités dans lesquelles se rangent ces formations, à préciser leurs affinités floristiques avec les groupements qui leur sont proches et leurs positions dans les séries dynamiques de la région (Fig.1).

Nous avons ordonné nos groupements en prenant pour référence les schémas des *Quercetea ilicis*, *Rosmarinetea officinalis*, *Cisto-lavanduletea stellarietea mediae* et *Thero-Brachypodietea* proposés par **QUEZEL et al (1987)** et **BENABID et FENNANE (1994)** au Maroc.

Les formations ouvertes des *Pistacio-Rhamnetalia alaterni* trouvent leur optimum de développement dans la région; comme exemple le *Calycotome villosa subsp intermedia* et *Ampelodesma mauritanicum*. Elles peuvent être caractéristiques ou transgressives des *Quercetea ilicis* et des *Ononido-Rosmarinetea*. Comprenant les groupements forestiers, préforestiers, présteppiques et steppiques essentiellement sclérophylles, et appartenant à la classe des *Quercetea ilicis* ; les groupements mésophiles développés en altitude et s'intégrant dans la classe des *Quercetea pubescentis* ; et les groupements de matorrals et quelques autres de steppes, des *Cisto lavanduletea*, des *Rosmarinetea* , des *Tuberrarietea guttatae*, des *Thero-Brachypodietea*, des *Lygeo-Stipetea* et des *Stellarietea mediae*.



Fig. 1 : Les Tetraclinaies en association avec d'autres espèces végétales
(*Quercus ilex*, *lavandula dentata*, *Ulex boivini*) (Stations de Honaine et Ghazaouet) (Photo BARKA F.)

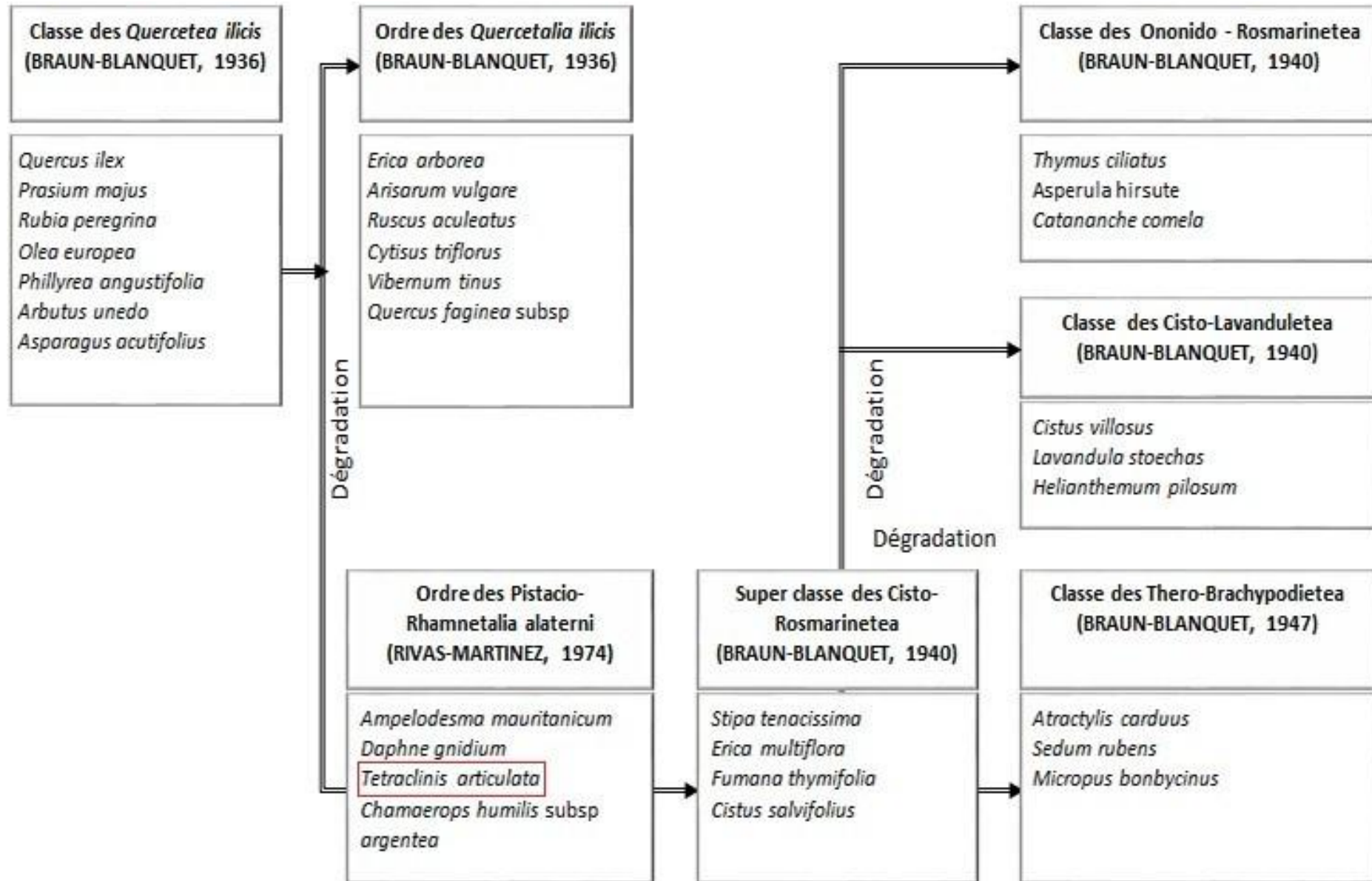


Fig. 2 : Schéma récapitulatif des unités supérieures qui caractérisent la zone d'étude (Quezel, 2000 modifié)

II.1 - Classe des *Quercetea ilicis* BRAUN BLANQUET, (1947)

En 1978, LOISEL a bien distingué qu'au niveau de l'étage méditerranéen, une seule et même classe de *Quercetea ilicis* réunit les groupements climatiques d'arbres et d'arbustes sempervirents sclérophylles ainsi que certaines chênaies (chêne vert et chêne zeen) caducifoliées et certaines cédraies. Cette classe est donc représentée au niveau de tous les étages de végétation et dans toutes les ambiances bioclimatiques dans la région de Tlemcen, et notamment dans les Monts de Tlemcen.

Les espèces caractéristiques de cette classe sont : *Arbutus unedo*, *Lonicera etrusca*, *Arisarum vulgare*, *Olea europea subsp oleaster*, *Asparagus acutifolius*, *Rosa sempervirens*, *Juniperus oxycedrus*, *Rubia peregrina subsp peregrina*, *Lonicera implexa*, *Smilax aspera*...etc. BARBERO et al, (2001).

DAHMANI a montré en 1984 que, vers l'étage méso-méditerranéen, les formations du *Pistacia-Rhamnetalia* dominant celles des *Quercetea ilicis* qui sont abondantes au supra -méditerranéen inférieur. Elle regroupe toutes les associations résultantes de cette dégradation des chênes verts (*Quercus ilex*).

Cette formation à tendance à céder la place à des espèces expansionnistes de stratégie « R » plus toxiques et plus épineuses qui caractérisent le matorral des Monts de Tlemcen et les Monts des Traras à *Rosmarinetea officinalis* et *Cisto-Lavanduletea*.

II.2 - Classe des *Cisto-lavanduletea* BRAUN-BLANQUET (1952)

Cette classe est essentiellement méditerranéenne, elle réunit les bandes à cistes, les pelouses à thérophytes calcifuges d'origine anthropogène. Elle s'installe après les coupes et les incendies dans la partie chaude de la forêt méditerranéenne. Les caractéristiques de cette classe sont les suivantes : *Cistus crispus*, *Cytisus hypocistis*, *Cistus ladaniferus*, *Cistus monspeliensis*, *Cistus populifolius*, *Halimium halimifolium*, *Cistus laurifolius*...etc.

II.3 - Classe des *Rosmarinetea officinalis* (BRAUN BLANQUET, 1947)

RIVAS-MARTINEZ, et al, (1991)

Cette classe réunit les groupements de matorrals où dominant les chamaephytes. La classe des *Ononido-Rosmarinetea* (BRAUN BLANQUET, 1947), caractérisée par les espèces suivantes : *Anthyllis montana*, *Carduncellus monspeliensium*, *Festuca pseudotrychophylla*, *Inula montana*, *Medicago suffruticosa*, *Ononis cenisiaia*, *Ranunculus gramineus*, *Sideritis hyssopifolia*...etc. Les travaux concernant cette classe restent très rares et celle des *Rosmarinetea officinalis* est mieux représentée dans les Monts de Tlemcen. Les espèces caractéristiques sont : *Rosmarinus officinalis*, *Asperula hirsuta*, *Atractylis humilis*, *Fumana thymifolia*, *Teucrium polium*. Cette évolution régressive explique le remplacement des espèces forestières par *Ampelodesma mauritanicum*, *Calycotome intermedia*, *Chamaerops humilis subsp argentea* (QUEZEL et al, 1992).

II.4 - Classe : Thero-brachypodietea BRAUN BLANQUET (1947)

Elle réunit essentiellement des associations végétales à base d'éphémérophytes méditerranéennes plus ou moins xérophiles. Elle réunit les associations de thérophytes qui occupent les clairières des groupements forestiers et préforestiers. Selon BOUAZZA (1990), les espèces caractéristiques sont les suivantes : *Arabis parvula*, *Minuartia campestris*, *Brachypodium dichototum*, *Neostema apulum*, *Ononis reclinata*, *Euphorbia sulcata*.

II.5 - Classe des Tuberarietea guttata (BRAUN-BLANQUET, 1931)

Cette classe rassemble les pelouses éphémères xérophiles d'origine méditerranéenne réparties en trois ordres avec seulement les deux premiers qui sont représentés en Algérie (DAHMANI, 1997).

- *Brachypodietalia distachyae* (RIVAS-MARTINEZ, 1977)
- *Tuberarietalia guttatae* (RIVAS-GODAY, 1957)
- *Malcolmietalia* (RIVAS-GODAY, 1957)

Parmi ses caractéristiques, nous avons : *Sideris montana*; *Evax pygmaea*; *Medicago minima*; *Atractylis cancellata*; *Lagorus ovatus*...etc.

II.6 - Classe des Stellarietea mediae BRAUN BLANQUET (1931)

Elle réunit les pelouses nitratophiles composées principalement des mauvaises herbes annuelles ou vivaces colonisant les décombres, les bords de chemins, les anciennes cultures et les parcelles ayant reçu une fumure organique ou synthétique. Les pâturages thérophytiques méditerranéens, de caractère non nitrophile, se développent sur n'importe quel substrat ; ils sont réunis dans une seule classe phytosociologique (RIVAS-MARTINEZ, 1977). Les espèces caractéristiques sont : *Gallium aparine*, *Avena sterilis*, *Hordeum murinum*, *Bromus madritensis*, *Rostraria cristata*, *Bromus diandrus subs maximus*, *Lolium rigidu*.

II.7 - Classe des Helianthemetea annua (BRAUN-BLANQUET, 1952 ; RIVAS-GODAY, 1957)

Cette classe regroupe les pelouses, essentiellement les thérophytiques et les califuges à dominance d'éphémérophytes. Les pâturages thérophytiques méditerranéens, de caractère non nitrophile, se développent sur n'importe quel substrat. Ils sont réunis dans une seule classe phytosociologique (RIVAS-MARTINEZ, 1977).

Les espèces caractéristiques de cette classe sont : *Coronilla scorpioïdes*, *Rumex bucephalophorus*, *Galium scorpioïdes*, *Plantago serraria*, *Plantago bellardi*, *Lobularia maritime*, *Trifolium tomentosum*.

Conclusion

L'homogénéité relative de la flore, aggravée par l'action destructrice de l'homme est à l'origine de la disparition d'une grande partie de celle-ci dans la région de Tlemcen et, avec elle, l'élimination de beaucoup d'alliances et d'associations syntaxonomiques remplacées par d'autres, car la présence des *Quercetea ilicis* ne peut faire illusion, elle a tendance à disparaître laissant place à d'autres classes, ordres et alliances plus thermoxéophiles.

Suite à cette diagnose phytosociologique, il est évident de confirmer les écrits de plusieurs auteurs ; parmi eux, **EL HAMROUNI (1992)** qui note la similitude des *Quercetea ilicis* et des *Rosmarinetea officinalis* pour tout le Maghreb, mais beaucoup d'alliances et d'associations retrouvées au Maroc sont absentes en Algérie et en Tunisie, d'autres sont rencontrées en Tunisie et en Algérie seulement.

La richesse floristique va en s'amenuisant vers l'Est. A cet appauvrissement d'ordre biogéographique viennent se greffer l'hétérogénéité du substrat et la faible présence d'endémiques.

À travers les différentes associations décrites, nous pouvons avancer l'évolution régressive de ces formations, ce qui ne nous permet pas de généraliser ce constat à toute la région par manque de données récentes du fait que le *Thuya* de Berbérie occupe des surfaces considérables, mais malheureusement aucune *Tetraclinaie* n'est soumise à un plan de gestion, bien que les potentialités de ces milieux soient importantes. Il n'est pas partout pur et dominant là où il est représenté. Ainsi, la nature hétérogène de ces *Tetraclinaies* dans le bassin méditerranéen n'est pas reconnue.

Ces peuplements très hétérogènes constituent des matorrals bas souvent très dégradés, souvent denses et riches en espèces mésophiles lentisque, phillaires, caroubier, chêne kermès, chêne vert...etc.).

CHAPITRE II



Monographie et Auto-Écologie de *Tetraclinis articulata*

Introduction

I. Critères de reconnaissance

II. Historique et origine de l'essence

III. Statut

IV. Travaux réalisés

V. Aires de répartition

VI. Systématique de *Tetraclinis articulata*

VII. Caractéristiques botaniques et dendrométriques

VIII. Type biogéographique

IX. Les conditions du développement

X. Écologie du thuya

Introduction

L'Algérie offre, grâce à sa situation géographique, à son relief et à la diversité de ses conditions agropédologiques et climatiques, des possibilités de croissance et de développement à une abondante variété d'espèces végétales où prédominent les plantes à essences utilisées dans les domaines cosmétiques et pharmaceutiques. (**HAMMICHE, 1988**).

Pour déterminer les traitements sylvicoles adéquats dans un peuplement donné, il faut préalablement connaître les caractéristiques des essences visées. Ainsi, pour assurer la pérennité du thuya dans les peuplements, il est essentiel de s'assurer d'une bonne régénération (**JOHNSTON, 1991 ; MILLER, 1982**).

La botanique systématique reste donc la pierre angulaire, le code de référence fondamental, véritable passage obligé pour aborder les divers domaines de la biologie végétale.

La description des espèces et leur classement en unités taxonomiques de plus en plus vastes sont une première tentative pour mettre de l'ordre dans l'infinie diversité des formes et des structures qu'apparemment la nature a créées dans le désordre.

Dans le contexte de l'endémisme et de la rareté des espèces végétales dans les écosystèmes méditerranéens, l'objectif de cette étude consiste à préciser la monographie et l'autoécologie d'une plante résineuse de type ligneux vivace. C'est une essence également thermophile et xérophile, mais surtout héliophile quasi endémique de la méditerranée sud-occidentale et surtout du Maghreb (**DAKAK, 2002**) ; *Tetraclinis articulata* (Vahl) Masters (Cupressacées) de la région de Tlemcen, qui fait partie des gymnospermes.

I. Critères de reconnaissance

Le plus souvent, la terre est couverte de différents types de formations végétales (Arbres, buissons, herbes, champs cultivés). De tous ces groupements végétaux, le plus épais, le plus magnifique, le plus stable est cette formation qu'on appelle la forêt. L'identification de ces formations sur le terrain s'effectue généralement à partir des critères morphologiques.

I.1 - Les gymnospermes

Les gymnospermes du grec gymnos, nu et sperma, graine, apparurent pendant l'aire primaire, au carbonifère, il y a 350 millions d'années. Ce sont des plantes faisant partie du sous-embranchement des phanérogames, comprenant des plantes ligneuses, arbres ou arbustes dont le port en cône est très caractéristique, l'implantation dans le sol se faisant grâce à une profonde racine en pivot, à cycle de développement s'étalant sur plusieurs années. Ce sont des plantes sans ovaires, ni styles, ni stigmates, à ovules nus, à fleurs unisexuées, sans calice ni corolle. C'est la seule espèce représentant ce genre dans l'hémisphère nord (**BOUDY, 1950**).

I.2 - Les résineux

La plupart des résineux sont des arbres à feuilles persistantes. Ils ont des feuilles en forme d'aiguilles. Les fleurs mâles produisent en abondance des grains de pollen, les cônes femelles écailleux se ferment après la fécondation, puis se rouvrent pour libérer des graines souvent ailées (VADAKOVIC, 1991).



Fig. 3 : Illustration d'un résineux de la zone d'étude (Photo BARKA F.)

La majorité des peuplements résineux sont localisés dans l'hémisphère Nord. Ils forment des cordons ininterrompus de forêts dans les régions Nordiques d'Eurasie, d'Amérique du Nord ainsi que dans les régions montagneuses des régions tempérées, et ce même celles à sécheresse estivale prononcée.

Dans l'hémisphère Sud par contre, les résineux sont moins présents, moins nombreux et sont distribués par taches dans des zones disjointes (ANONYME, 2002). La plupart des genres que l'on retrouve dans cet hémisphère sont typiques de cette zone. Il en va de même pour les espèces d'Afrique du Nord et d'Asie (LAAROUK, 1998).

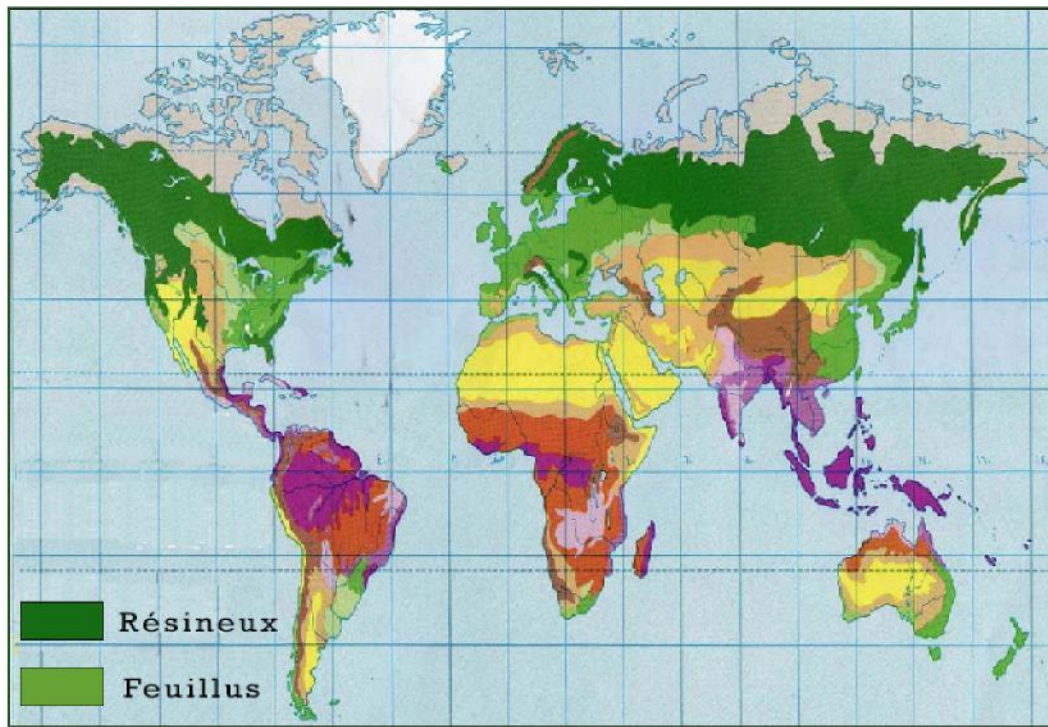


Fig. 4 : Aire de répartition des résineux et des feuillus dans le monde (LAAROUK.1998)

II. Historique et origine de l'essence

II.1 - Origine

De par sa situation géographique particulière, l'Algérie bénéficie d'une gamme très variée de climats favorisant le développement d'une flore riche et diversifiée. Le Thuya de Berbérie reste une espèce peu estimée en Algérie, où elle ne couvre que 143.000 hectares selon **LETREUCH-BELAROUCI (1991)**.

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**). Le nom de Thuya est consacré par l'usage, mais le genre Thuya est constitué par d'autres conifères (*Juniperus phoenicea*). Le Tetraclinis a été décrit sous le nom de *Thuya articulata*, puis de *Callitris quadrivalvis*.



Fig. 5 : Confusion entre *Tetraclinis articulata* et *Juniperus phoenicea* (Photo BARKA F.)

II.2 - Historique

Le thuya fut surnommé au XVII^e siècle « arbre de vie » en raison de la valeur médicinale attribuée à sa résine balsamique. Il fournit un abri et de la nourriture aux chevreuils, aux petits mammifères et à plusieurs espèces d'oiseaux. Avec son feuillage dense de conifères et sa forme conique, c'est un arbre souvent utilisé pour aménager le paysage, un écran végétal (haies) ou un rideau-abri.

Le premier, Théophraste donne de cet arbre une description assez précise. Il vante les qualités de son bois, recherché pour les charpentes et l'ébénisterie, le thyon, autrement dit le thuya, croît aux abords du sanctuaire Ammonien et sur le territoire de Cyrène ; il a l'aspect d'un cyprès sauvage *Cupressus sempervirens*.

Du point de vue taxonomique, *Tetraclinis articulata* a été longtemps assimilé au genre *Callitris*. « Genre qui appartient uniquement à l'hémisphère austral » (EMBERGER, 1968), alors que le genre *Tetraclinis* qui n'inclut qu'une seule espèce « articulata » est endémique du bassin sud-occidental de la Méditerranée. Les peuplements de Thuya sont appelés « Tetraclinaies ». On les trouve dans les anciennes littératures sous le nom de Callitraies » de l'ancien nom *Callitris quadrivalvis*. Cette espèce communément appelée Thuya de Berbérie, en arabe « Arar berhouch » que l'on peut traduire par « Faux cyprès ».

III. Statut

L'espèce est classée comme rare sur la liste rouge de l'UICN des plantes, des populations qui sont vulnérables. En Algérie, la priorité est donnée à la conservation in situ dans les réserves et les aires protégées. (Catégorie Liste Rouge et critères (Année évaluation, 1997)).

IV. Travaux réalisés

Du point de vue de l'écologie de *Tetraclinis articulata*, il faut se référer d'abord aux travaux réalisés au niveau du Circum méditerranéen. Ce dernier apparaît donc sur le plan mondial comme un centre majeur de différenciation des espèces végétales, nous citons : **EMBERGER (1930)**, **RIKLI (1943)**, **GAUSSEN (1952)**, **BRAUN-BLANQUET (1953)**, **QUEZEL (1976, 1980, 1981)**, **AIME et al (1986)**, **FENNANE (1987)**, **BARBERO et al (1989)**, **EL HAMROUNI (1992)**, **BARBERO et al (1992)**, **CHAABANE (1993)**, **QUEZEL (2000)**.

V. Aires de répartition

D'après **GOUNOT, 1969**, la connaissance de l'aire totale de répartition d'une espèce fournit un aperçu assez précis de son écologie avant toute étude approfondie de détail.

Tetraclinis articulata est une essence endémique de la Méditerranée, dont la majeure partie des stations, est en Méditerranée occidentale (**RIKLI, 1943**; **BENABID, 1976**, et **QUEZEL, 1981**). Mis à part une aire très restreinte dans la Sierra de Cartagena en Espagne, et une station à Malte, cette essence n'atteint son plein développement que dans le Nord-Ouest de l'Afrique « Maghreb ». Les plus vastes peuplements d'Afrique du Nord sont observés en Algérie et au Maroc.

Cet arbre constitue un élément important de la végétation magrébine (Maroc, Algérie et Tunisie) puisqu'il couvre plus d'un million d'hectares.

HADJADJ-AOUL (1988) constate également que le *Tetraclinis articulata* est typique des pays Magrébins où sa densité décroît d'Ouest en Est.

V.1 - Au Maroc

Les plus vastes peuplements de thuya sont observés au Maroc. **EMBERGER (1938)** souligne que ce résineux recouvre au Maroc 900.000 ha et vient en deuxième position après le chêne vert de par son étendue.

V.2 - En Tunisie

Les forêts naturelles en Tunisie, sont composées essentiellement de pin d'Alep, de chêne-liège, de chêne zeen et de pin maritime, avec d'autres essences forestières, de grande valeur écologiques, telles que le chêne vert, le chêne kermès, le thuya. Le *Tetraclinis articulata* ne couvre que 30.000 ha (**BOUDY, 1950**), depuis les collines du Nord-Est jusqu'à une ligne allant de Bizerte au mont de Zaghouane et à Hammamet (**MAIRE, 1952**). Il pousse sur le calcaire, la silice, et même sur les terrains gypseux à condition qu'il soit bien drainé (**EL HAMROUNI, 1978**).

V.3 - En Algérie

Dans le tell occidental, l'aire actuelle de *Tetraclinis articulata* est limitée :

- Au nord par le littoral méditerranéen depuis les environs de Ghazaouet jusqu'à Alger.

- Au sud par les versants méridionaux de l'Atlas Tellien, au contact des hautes plaines.
- À l'Ouest par la frontière Algéro-Marocaine.

En Algérie, il occupe de vastes surfaces à l'ouest depuis 200 m jusqu'à 1.400 m d'altitude. Il est répandu en Oranie et dans l'Atlas Tellien (**HADJADJ-AOUL , 1995**). L'aire de sa répartition a fortement régressé sous l'effet de l'action anthropozoogène. Heureusement, on arrive encore à trouver de beaux peuplements, comme on peut assister localement à une très bonne régénération, c'est le cas de la région d'étude (Honaïne, Fillaoucène, Nedroma, Ghazaouet, Beni Snous et Azaïl).

D'après la figure suivante, le thuya en Afrique du Nord occupe une superficie d'environ 30.000 ha en Tunisie et 143.000 ha en Algérie. C'est au Maroc où cette espèce couvre une aire beaucoup plus étendue qui représente 80% des tetracliniaies Nord-Africaines (**FENNANE, 1982**).

Le thuya y aurait occupé 101.000 ha d'après **BOUDY (1950)**. **PEYERIMHOF (1941)** en donne 130.000 ha, aires Algérienne et Tunisienne confondues. Plus récemment, le Ministère de l'Agriculture (**1978**) donnait le chiffre de 143.000 ha. Il occuperait la quatrième position après le pin d'Alep, le chêne vert et le chêne-liège. Il constitue l'élément principal des massifs sous forme de taillis bien venants et denses à Tlemcen.

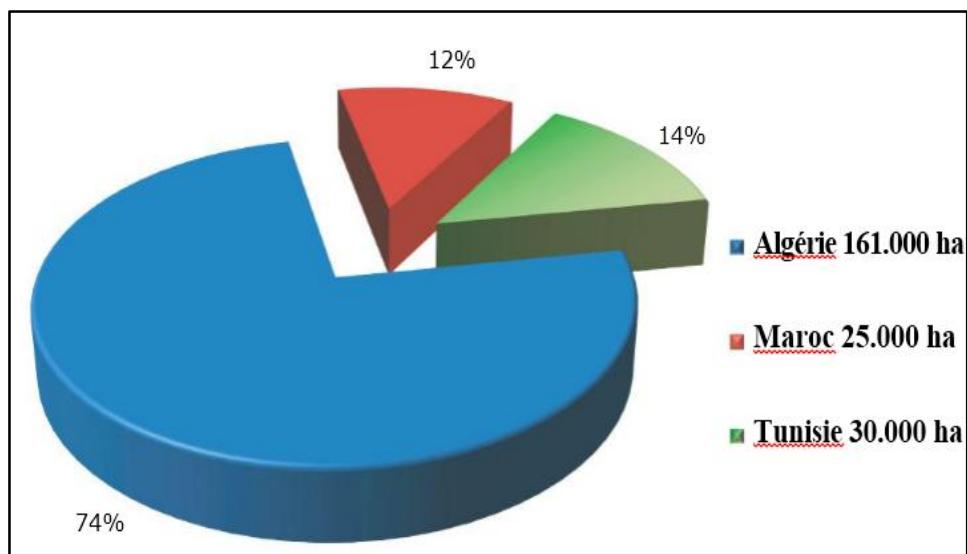


Fig. 6 : La superficie de thuya en Afrique du Nord (AYACHE ; 2007)

V.4 - À Tlemcen

Dans la région de Tlemcen, le thuya réapparaît entre la mer et le grand massif de chêne vert de Sebdou où il ne forme plus que des boisements isolés et presque toujours très dégradés.

L'aire actuelle du thuya de Berbérie résulte aussi bien des potentialités forestières de l'espèce que des contraintes d'ordre anthropique.

Cependant, le froid l'élimine à l'intérieur du pays et l'humidité trop forte l'exclut de l'Est (**LETREUCH-BELAROUCI ; 1991**). Ainsi, cette distribution très diversifiée est semblable à celle du Maroc. Compte tenu des études faites en Afrique du Nord : **FENNANE (1982)** au Maroc,

SCHOENENBERGER (1957-1967) en Tunisie, et de nos observations effectuées dans différents secteurs du Tell occidental (**HADJADJ-AOUL , 1988**), il apparaît que le thuya de Berbérie reste indifférent au type et à l'âge.

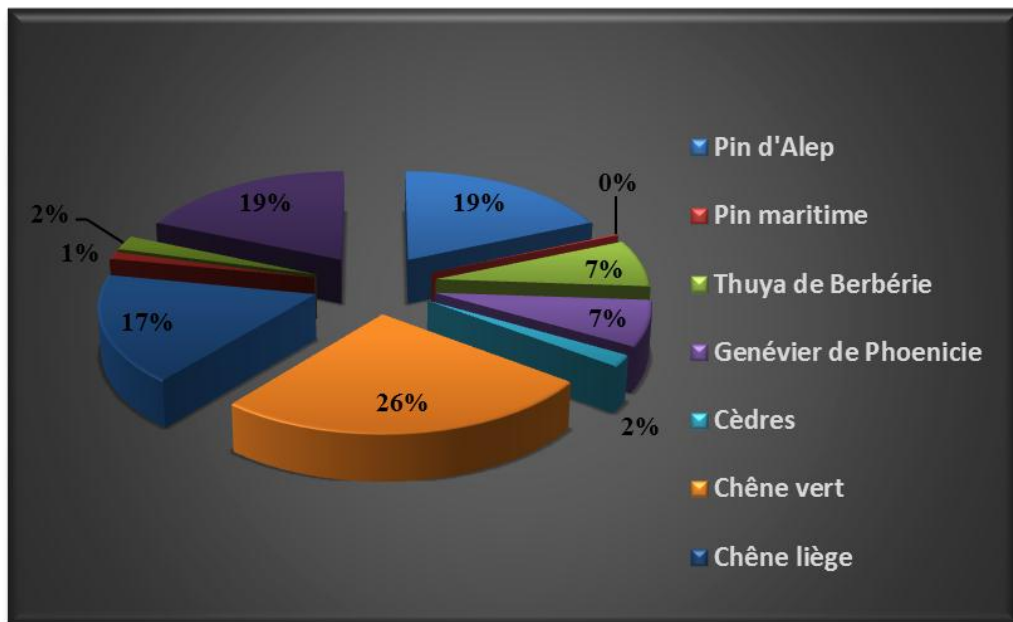


Fig. 7 : Le recul des forêts en Algérie (Source : conservation des forêts)

Il est très souvent en taillis vu sa capacité de rejeter de souche, capacité peu commune chez les résineux, et se présente en général sous forme de peuplements préforestiers où il est rarement présent seul.

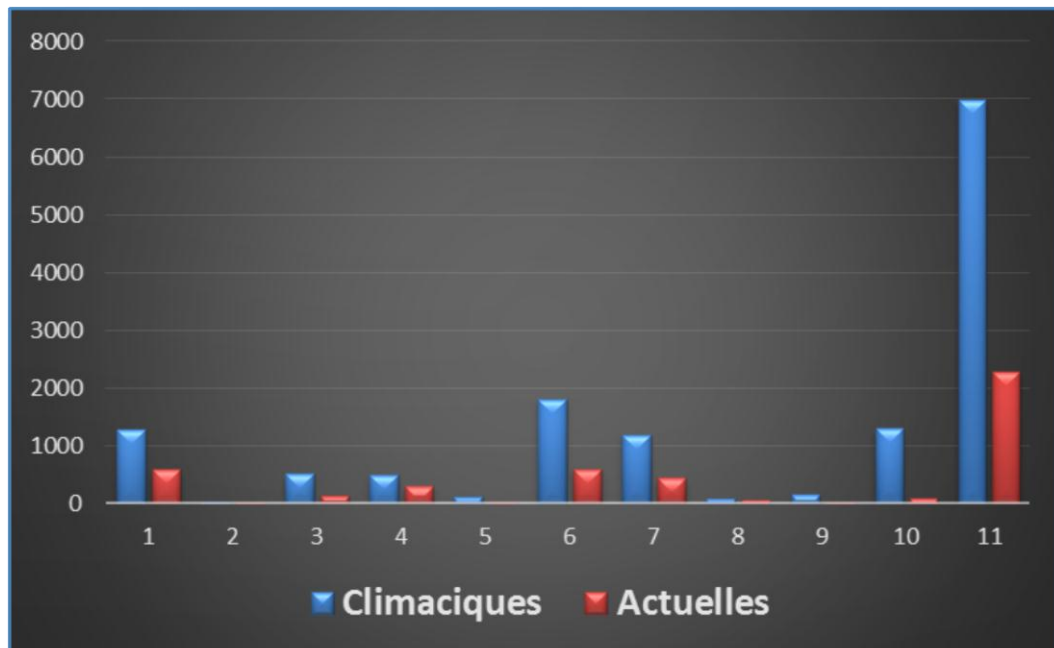


Fig. 8 : Comparaison entre les essences climaciques et actuelles

VI. Systématique de *Tetraclinis articulata*

Le thuya de Berbérie (*Tetraclinis articulata Vahl*) a été décrit par **VAHL** en **1791** sous le nom de *Thuja articulata* ; par la suite il a été reporté au genre *Tetraclinis* par **MAIRE (1926)**.

Il fait partie de :

- **Embranchement** : Spermaphytes
- **S. Embranchement** : Gymnospermes
- **Classe** : Conifères
- **Ordre** : coniférales
- **Sous-ordre** : Taxales
- **Famille** : Cupressacées
- **Genre** : *Tetraclinis*
- **Espèce** : *Tetraclinis articulata Vahl*.
- **Nom Latin** : *Callitris quarivalvis Vent.*
- **Nom français** : Thuya de Berbérie, Thuya de Maghreb, Thuja, *Callitris*, Thuia articulé, Thuia à la sandaraque, Vernix.
- **Nom arabe**: Afsia, Sandarus, Ar'arberboush, Shajratel-Hayat.
- **Nom vernaculaire** : Arar, Berbouche, Tegargar, amezi, azouka.
- **Nom berbère**: Azouka, Imijad, Tazout.
- **English Name**: Arar tree, Arartree, Sandarach tree, Thyia, Sandarac tree, Sandarac Gum Tree, Juniper gum tree, Alerce, Thuja, Gharghar, thuya from Berberie.
- **Synonyme** : *Callitris vulgaris*; *Callitris quadrivalvis*; *Callitris articulata*; *Thuja articulata*; *Thuja articulata*; *Cupressus articulata*; *Thyia articulata*.

VII. Caractéristiques botaniques et dendrométriques

Les caractères botaniques du thuya du Maghreb ont été décrits par **BOUDY (1952)** comme suit :



Fig. 9 : Les différentes parties de *Tetraclinis articulata* (Vahl)Master) (Boudy 1952)

VII.1 - Physionomie des Tetraclinaies

Ce type de *Callitraie* se présente généralement sous forme de matorrals moyens ou élevés, clairs ou troués.



Fig. 10 : Matorrals du Tetraclinis dans la zone d'étude (Photo BARKA F.)

Par ailleurs, nous rappelons que le Thuya de Berbérie est l'un des rares résineux à rejeter de souche, et ce jusqu'à un âge très avancé, 400 ans environ (**BOUDY, 1952**). C'est ce qui donne la physionomie de taillis à ses peuplements et a sans doute contribué de manière significative à son maintien dans les massifs boisés nord-africains.

VII.1.1 - Forme de l'arbre

Le thuya occidental a une forme conique étroite. Lorsqu'il pousse dans des endroits dégagés, son feuillage dense s'étend presque au sol. Lorsqu'il pousse au sein d'une forêt, il peut perdre ses branches inférieures jusqu'au milieu du tronc. Les branches descendent un peu vers le bas près du tronc et remontent vers le haut à leur extrémité. Dans sa jeunesse, son port est pyramidal ; à un âge plus avancé, la ramure est trouée, légère et s'étale parfois en parasol chez les sujets âgés.

Le port est de forme pyramidale et il tend à s'étaler en parasol avec l'âge. Le fût est bien rectiligne et il peut atteindre 3 à 5 m de long. Ce fût est couvert par une écorce très crevassée dans les deux sens, qui est peu épaisse et forme une sorte de quadrillage serré contenant des canaux résinifères et renfermant une résine exploitable dite gomme sandaraque (**KHOTBI 2004**).



**Fig. 11 : Les formes pyramidales de *Tetraclinis articulata* dans la zone d'étude
(Photo prise par BARKA F.)**

VII.1.2 - Hauteur

Tetraclinis articulata est une essence monoïque, aromatique, de forme conique toujours verte. C'est un arbre dont la taille ne dépasse généralement pas 12 à 15 m de haut (6 à 8 m de haut en moyenne) et 0,30 m de diamètre en moyenne. **HADJADJ-AOUL (1995)** mentionne qu'il existe quelques peuplements protégés où les dimensions peuvent être plus importantes (12 m de hauteur pour 0,50 m de diamètre) et quelques vieux sujets allant jusqu'à 20 m de haut pour 1 mètre de diamètre ; mais cela reste relativement rare. Donc, l'accroissement moyen annuel en circonférence de notre espèce est de 1,3 cm jusqu'à 25 ans puis 10 cm jusqu'à 50 ans.

Ces chiffres dépendent de plusieurs paramètres notamment, la profondeur du sol et les précipitations annuelles. Le diamètre d'un thuya à 1,30 m de hauteur est de l'ordre de 0,20 à 0,30 m en moyenne dans les peuplements traités en taillis et allant de 0,50 à 0,60 m dans les vieilles futaies comme témoignent certains arbres trouvés dans des stations maraboutiques (**BOUDY, 1952**).

VII.2 - Phénologie

VII.2.1 - Les rameaux

La ramification est implantée à la tige avec des inclinaisons très variables. Les branches sont de faibles dimensions. Les jeunes rameaux sont aplatis et composés d'articles formés de feuilles opposées, vertes et articulées formant une série de segments. Les feuilles sont opposées, mais paraissant verticillées par quatre (4), en partie soudées à la tige dont chaque entrenœud est entouré par quatre (4) feuilles.

Les Cônes sont glauques, prumineux, dont les 4 valves sont munies au sommet d'un appendice plat et réfléchi. Les rameaux sont couverts par des écailles vert-jaunâtre. Les écailles ont une forme losangique et raide ; elles sont opposées et imbriquées par deux, plates ou carénées.



Fig. 12 : La ramification du thuya dans les stations d'études (Photo BARKA F.)

VII.2.2 - Feuillage

Son feuillage est persistant ; les feuilles sont petites opposées, aplaties et paraissent comme articulées, de couleur vert jaune et ternes, avec des taches glandulaires très visibles remplies d'huile (HADJADJ-AOUL , 1995).



Fig. 13 : Feuillage de Tetraclinis (Station Filaoucene) (Photo BARKA F.)

Nous avons constaté au microscope binoculaire que les écailles sont disposées sur quatre rangs le long des rameaux où l'écorce est fine, de couleur brun rougeâtre. Elles mesurent entre quatre et cinq millimètres de longueur, sauf les jeunes pousses qui ont un feuillage juvénile en aiguilles bleutées, imbriquées, sur quatre rangs le long des rameaux, squamiformes, paraissent verticillées, longuement soudées à la tige .

Les différentes espèces de thuyas hébergent des insectes ravageurs, dont les larves se nourrissent des feuilles, notamment des lépidoptères (*Epirrita autumnata*, *Ectropis crepuscularia* et *Eupithecia pusillata*).

VII.2.3 - La fleur

Le Thuya est une espèce monoïque, dont les fleurs en chatons, sous forme de cônes solitaires, situés à l'extrémité des rameaux. Le cône mâle (≈ 6 mm de long) comporte 12 à 15 étamines qui sont des écailles porteuses de sporanges sur leur face inférieure. Le cône femelle (≈ 4 mm de long) comporte 4 écailles ovulifères disposées en croix. Après la fécondation, le cône femelle ne mûrit et ne donne ses graines qu'à la fin de l'année suivante.



Fig. 14 : Les différents stades de floraison du Thuya (Photo BARKA F.)

VII.2.4 - La racine

L'implantation de *Tetraclinis articulata* dans le sol se fait grâce à une profonde racine. Les racines sont généralement traçantes, mais elles peuvent aussi être pivotantes dans des situations particulières. Elles donnent un réseau serré et dense pour fixer solidement l'arbre dans les sols rocheux et déclives. Cette espèce émet abondamment les rejets de souche jusqu'à un âge très avancé.



Fig. 15 : Les racines du Thuya (Photo BARKA F.)

L'écorce du thuya est mince et brun-rouge. Sur les jeunes arbres, elle est lisse et mince. Sur les arbres adultes, elle forme des crêtes étroites et plates et se fragmente en lambeaux minces qui pendent de l'arbre.



Fig. 16 : L'écorce du tronc d'arbre du Thuya de la zone d'étude (Photo BARKA F.)

VII.2.5 - Le fruit

Les fruits sont des cônes d'allure cubique s'ouvrant par quatre valves sous l'effet de la chaleur, libérant ainsi six graines ailées, de petits strobiles, charnus, ovoïdes d'un vert bleuâtre. Chaque strobile est composé de 6 à 8 écailles mucorinées contenant 1 ou 2 graines non ailées (ARAHOU, 1982). Cette fructification démarre vers l'âge de 15 ans et se répète tous les deux à trois ans jusqu'à un âge très avancé (BOUDY, 1952). Son écorce est mince, lisse, sombre et riche en tanin.

Les cônes globuleux très caractéristiques, fructifères quadrangulaires (10-12 mm de diamètre), solitaires et terminaux, bruns à 4 valves en écailles ligneuses, triangulaires mucronées, avec des graines ailées.



Fig. 17 : Les stades de développement du fruit (Photo BARKA F.)

Les cônes mâles, petits et peu visibles, se trouvent à l'extrémité des rameaux. Ils atteignent à maturité une taille de 15 à 20 mm de diamètre. Ils sont formés de 6 à 12 écailles opposées, coriaces, imbriquées. Les tétrakènes fructifères ont 5 à 6 mm de diamètre, rouge brun à maturité.

VII.2.5.1. Description et implantation de la graine dans le fruit

Les graines mûrissent et se dispersent au début de l'automne, mais les cônes peuvent rester sur les branches pendant plusieurs mois. L'ouverture des cônes n'a lieu qu'à la fin de l'été. La production des graines de cette essence est relativement bonne, voire très bonne et le problème de sa régénération naturelle par semis n'est pas freiné par la quantité de semences produites (100.000 graines/kg) (**HADJADJ-AOUL , 1995**).

Ils atteignent à maturité une taille de 15 à 20 mm de diamètre. Ils sont formés de 6 à 12 écailles opposées, coriaces, imbriquées. Dans la graine, le tissu de réserve est représenté par le prothalle femelle ou endosperme, formé avant la fécondation.

On compte 85.000 graines au kilogramme, celles-ci gardent peu leur pouvoir germinatif, 3 mois environ (**BOUDY, 1950**). Cependant, les graines stockées à l'obscurité et en ambiance sèche gardent une bonne capacité germinative allant jusqu'à 20 mois environ (**HADJADJ-AOUL , 1995**). La dissémination de ces graines est assez limitée et le plus gros de ces

semences se retrouve au pied même de l'arbre, contrairement au pin d'Alep beaucoup plus expansionniste (ACHERAR, 1981).

La récolte des fruits se réalise à partir de mi-septembre, lorsque ces derniers seront mûrs, avant le début de la dissémination. La récolte s'effectue manuellement, en s'aidant en cas de nécessité, d'échelles ou de plate-forme élévatrice.

VII.3 - Floraison et fructification

L'arbre fleurit en automne (octobre) et fructifie l'été suivant (juin – juillet), ses cônes mûrissent en un an. Cette fructification démarre vers l'âge de quinze ans et se répète jusqu'à un âge très avancé. L'ouverture des cônes n'a lieu qu'à la fin de l'été. La période de floraison se situe en automne-hiver et celle de la plantation en automne ou au Printemps.

Floraison	J	F	M	Av	M	J	Jt	A	S	O	N	D
Fructification	J	F	M	Av	M	J	Jt	A	S	O	N	D

La floraison est monoïque sur des rameaux différents. Les chatons mâles ovoïdes ou cylindriques (3-5 x 2mm). Les chatons femelles sont composés de quatre écailles en croix se séparant à maturité, donnant un fruit de forme très caractéristique (LAPIE, MAIGE, 1914).

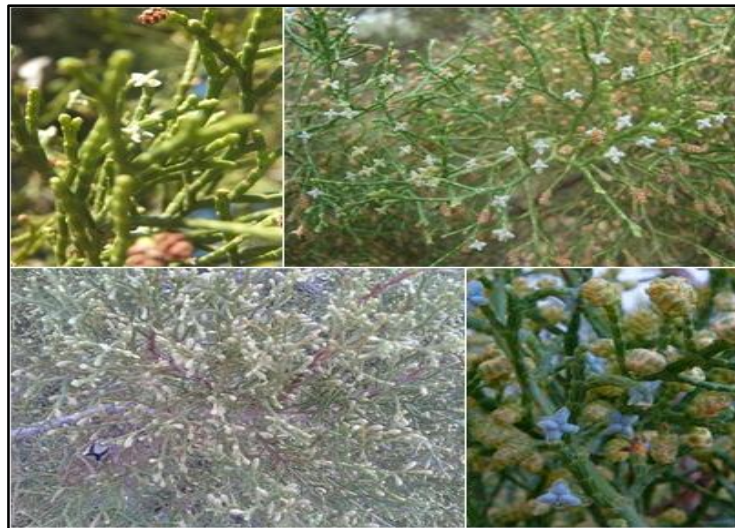


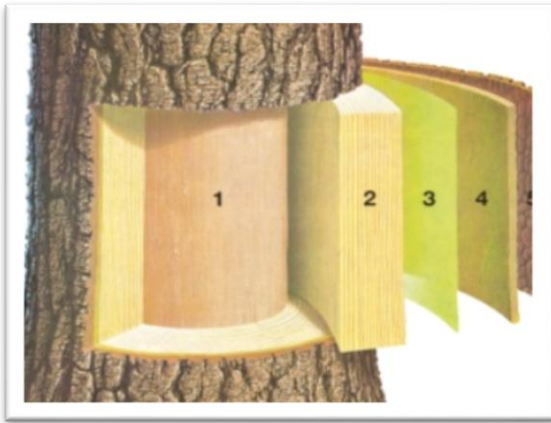
Fig. 18 : Floraison et fructification (Photo BARKA F.)

VII.4 - Le bois

Le bois est un ensemble de tissus d'origine secondaire, à parois lignifiées, résultant du fonctionnement vers l'intérieur de l'assise génératrice cambiale « Cambium » (GUINIER in VENET., 1986). Il est renommé et connu sous le nom de bois de citre en raison de la présence de fameuses « Loupes » utilisées comme placage pour les meubles.

VII.4.1 - Description macroscopique du bois du thuya

L'œil permet une appréciation globale de l'aspect général du bois et de la disposition de ses tissus les plus apparents. Nous pouvons distinguer les parties suivantes (JACQUIOT *et al*, 1973) :



- **Le bois de cœur**
- **L'aubier**
- **Le cambium**
- **Le liber**
- **L'écorce**

Fig. 19 : Les différents composants structuraux macroscopiques du tronc

Le thuya offre un bois dur d'excellentes qualités technologiques ou du bois de chauffage. C'est un bois homogène, à grain fin, rouge-brun avec un aubier blanc et assez mince. Il a une odeur aromatique très agréable et il est connu pour son caractère imputrescible. Il a été toujours recherché par les artisans ébénistes et les marqueteurs en raison de son aspect esthétique (moucheté). Les loupes de thuya sont utilisées principalement pour produire des ouvrages d'art, des meubles de luxes et des outils. Il est utilisé aussi dans le placage industriel (volants et tableaux de bord de voiture de haut de gamme). Les calibres des bois utilisés ne permettent d'ailleurs d'obtenir au débit que des pièces de dimensions faibles ou moyennes (**HALIMI, 1980**).

À l'échelle macroscopique, le bois se présente sous forme de couches concentriques, cernes annuels de croissance, qui correspondent aux accroissements annuels de l'arbre. L'aubier, partie extérieure du tronc, est constitué d'environ 10 % de cellules vivantes sous forme des parenchymes (**NAVI et HEGER 2005**) et a pour rôle la conduction de la sève brute (principalement en périphérie). La partie intérieure du tronc, appelée duramen ou bois de coeur, est constituée de cellules mortes qui n'ont qu'un rôle de soutien mécanique de la structure que constitue l'arbre. Généralement, le duramen se distingue de l'aubier par une couleur plus foncée obtenue par la sécrétion de phénols oxydés favorisant la durabilité du bois.

Le duramen (bois de cœur) est brun pâle avec un peu de rouge. Des thuyas aménagés en rangées forment un rideau-abri efficace pour protéger les maisons, les bâtiments agricoles, les routes, les récoltes et le bétail. Cette essence d'arbre est aussi une des meilleures pour protéger le sol contre l'érosion et pour stabiliser les berges des cours d'eau et des lacs.

VII.4.2 - La loupe de thuya

Le thuya est parmi les rares arbres qui développent une loupe sous forme d'un renflement en dessous de la souche et pas sur le tronc. Selon **BOUDY (1950)**, l'origine de cette protubérance est attribuée aux mutilations répétées (blessures, incendies...etc.) auxquelles l'arbre réagit en formant des bourgeons au niveau du collet. Elle est considérée comme une anomalie ou une singularité de l'arbre, lui conférant un caractère de rareté. Elle n'est cependant pas une maladie.

Son apparence, très caractéristique, est visible sur la partie extérieure de l'arbre par une excroissance de petites pousses formant un ensemble de grappes de petits noeuds.

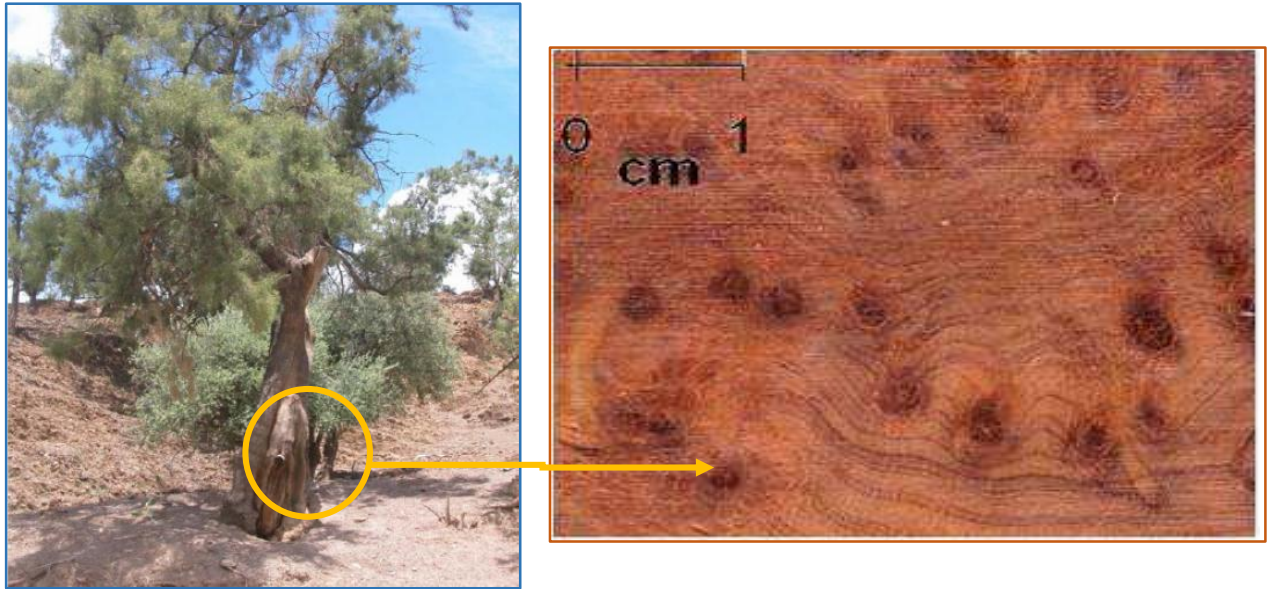


Fig. 20 : Arbre de thuya à loupe avec une coupe locale perpendiculairement à la direction longitudinale des excroissances (échelle macroscopique)

Cette loupe offre un bois de bonne qualité (Dur, homogène et au grain fin). En effet, la présence de petites excroissances foncées noyées dans la matière ligneuse plus claire confère à ce bois un moucheté remarquable.

VIII. Type biogéographique et aire de répartition en Algérie

Élément Ibéro-Nord-Africain, qui se distribue du Nord de l'Afrique en atteignant les côtes de La Murcie, comme unique localité européenne. Il forme des formations arborescentes ouvertes dans les pinèdes ou apparaît en formations isolées à l'étage thermoméditerranéen avec un ombrotype semi-aride sec.

QUEZEL et SANTA (1962-1963) ont mentionné que le thuya est très commun dans le secteur Oranais (O1-O2-O3), assez commun dans le secteur algérois (A1-A2) et dans le sous-secteur des Hauts Plateaux et il est très rare dans la Grande Kabylie. Dans la région Algéro-Ouarsounienne, les peuplements du thuya sont souvent en mélange avec le pin d'Alep. Toutefois, il existe par pieds isolés ou par petits bouquets à l'entrée de Kabylie (Dellys, Lakhdaria) et dans la vallée de l'Oued Sahel vers M'chedallah (sur les piémonts Sud de Lalla Khedidja du Djurdjura) puis, disparaît dans la région de Constantine pour réparaître sous le climat plus chaud de la Tunisie (**LAPIE et MAIGE, 1914**).

On le trouve dans les circonscriptions de Cherchell, Milana, Médéa, Ténès, Théniet El-Had. Le thuya semble constituer la trame de fond de la végétation à l'Ouest; là, le chêne vert n'est plus que sporadique (**HADJADJ-AOUL, 1995**). En Oranie, dans le tell occidental, il se substitue nettement au pin d'Alep et forme des peuplements homogènes dans le secteur littoral, on le rencontre dans les forêts de Ténès, El Guelta, Ouad Ras, puis dans toutes celles forêts de Mostaganem.

IX. Les conditions du développement

Dans la partie occidentale de la région méditerranéenne, la forêt de thuya est certainement le groupement végétal le plus caractéristique de l'étage semi-aride (**EMBERGER, 1930**). D'après **BENABID (1976)**, le Thuya est une essence thermoxérophile liée aux bioclimats de type semi-aride chaud, tempéré ou frais et subhumide tempéré ou frais.

IX.1 - L'altitude

Le Thuya est un résineux des régions chaudes de faible altitude (**GRECO, 1966**). C'est plutôt une espèce de plateaux de basse et moyenne montagne. En Algérie, le thuya existe en altitude maximale de 1.400 m en montagne sèche (Djebel Reouirat). L'altitude la plus élevée au Maroc est de 1800 m (versant sud du Grand Atlas Occidental) (**BOUDY, 1950**). Sa limite descend jusqu'au niveau de la mer (Dunes de Saidia-Mostaganem). En remontant les versants Nord des Monts de Tlemcen, le Thuya réapparaît aux basses altitudes vers 500-600 m environ.

IX.2 - Conditions édaphiques

Cet arbre est « indifférent à la nature du substratum édaphique ; cependant, sur ses limites climatiques déterminées par l'humidité, il se localise sur calcaire, étant éliminé des roches siliceuses par le chêne-liège; lorsqu'il s'agit de roches dures et résistantes, par l'olivier et le lentisque sur sols argileux ».

Le thuya se rencontre sur les sols les plus secs et les plus pauvres, mais il semble cependant préférer le calcaire, plus sec. Il redoute les sables mobiles, mais pousse bien sur les dunes fixes, dans les milieux qui lui sont favorables, il arrive à éliminer toutes les autres espèces arborescentes et arbustives et ceci grâce à son extrême vigueur. La plupart du temps, il ne forme pas de véritable sol forestier et la roche-mère est à nu dans les Callitraies. **BOUDY (1952)**.

Cette réflexion nous a amenés à observer, en premier lieu, les types de roches qui sont à l'origine de ces sols.

Le Thuya peut se contenter des sols superficiels des pentes, mais n'y atteint pas de fortes dimensions. Cependant, on note un développement racinaire important, le plus souvent traçant à travers les éléments massifs (blocs et graviers). D'ailleurs, les affleurements rocheux sont assez communs dans les tétraclinaies comme soulignait **BOUDY (1950)**. Ce même auteur affirmait que le Thuya peut se rencontrer en peuplement où il ne forme pas de sols forestiers et où la roche mère est à nu.

D'après nos observations sur le terrain, on peut dire que le *Tetraclinis* se développe sur terra rossa reposant sur substratum calcaire. Par endroits, le paysage prend une allure karstique.

Cependant, cette essence forestière fuit les sols argileux mal drainés. L'espèce se développe sur des sols squelettiques ainsi que des sols profonds et ne semble pas être très exigeante sur le plan édaphique. Elle est plus fréquente dans les calcaires, mais pousse aussi dans la dolomie, granite, ou les sols de schistes.

X. Ecologie du thuya

X.1 - Cortège floristique des formations de Thuya

Le Thuya de Berbérie, même dans les conditions écologiques peu favorables et sous la pression permanente de l'homme et de l'animal, arrive à conserver un sous-bois qui contribue à lutter efficacement contre l'érosion, le ruissellement et la déforestation d'une manière générale (**BENABDELLI, 1992**). D'après ce même auteur, les principales espèces formant le cortège floristique des formations de Thuya de Berbérie peuvent être classées en :

- **Espèces forestières** : *Pistacia lentiscus* - *Olea europea* - *Phillyrea angustifolia* - *Quercus coccifera*.
- **Espèces préférentielles** : *Lavandula ramosum* - *Arisarum vulgare* - *Ceratonia siliqua* - *Cistus heterophilus*
- **Espèces des matorrals** : *Stippa tenacissima*- *Calycotome villosa*- *Chamaerops humilis*- *Cistus salvifolius*- *Ampelodesma mauritanicum*- *Genista erioclada*- *Asparagus albus*- *Genista tricuspidata*.

X.2 - Régénération du thuya

Le thuya possède la faculté d'émettre vigoureusement des rejets de souche jusqu'à un âge très avancé, environ 250 ans, lui permettant de résister dans une certaine mesure aux mutilations les plus profondes y compris aux incendies. Il est également nécessaire de noter que les écosystèmes du thuya sont restaurés rapidement après des perturbations en raison de haute résilience de cette espèce (**BENABID, 2000**).

Le thuya est une espèce robuste et résistante et de nouvelles régénérations sont observées régulièrement, mais qui, malheureusement, ne peuvent pas aboutir à de jeunes plantules et donner par la suite des arbres, car elles sont très vite broutées par les chèvres en été lorsque l'herbe manque et que les animaux se convertissent à la biomasse foliaire des arbres forestiers, même résineuse. Il subit une régénération naturelle si les conditions écologiques sont favorables et ne se régénère que par multiplication végétative par rejets (Phénomène rare chez les gymnospermes). Il serait donc caractérisé par une régénération naturelle déficiente en semis au vu de l'importante quantité de semences produites.

La régénération naturelle par semis ne participe qu'à titre occasionnel et complémentaire aux autres modes de multiplication du thuya (**BOUDY 1950**). Elle ne se manifeste que rarement en raison de l'influence du surpâturage, de la dégradation du couvert végétal et par conséquent, de l'érosion du sol. (**BENABID, 1976**).

X.2.1 - Comportement du thuya après incendie

Le feu ne semble pas modifier de façon importante la composition floristique des formations végétales à base de *Tetraclinis articulata*. Concurrencé par des espèces à fort pouvoir

de recouvrement comme *Pistacia lentiscus*, *Quercus coccifera*, *Phillyrea angustifolia*, *Rosmarinus tournefortii*. Le thuya se caractérise par une lenteur dans l'occupation de l'espace, il arrive avec le temps à recoloniser son aire (espèces expansionnistes à stratégie R).

Après incendie, le thuya arrive à se développer et à reconstituer son groupement végétal, quelles que soient les conditions climatiques et les pressions anthropozoogènes qui s'y exercent. Les accroissements moyens annuels oscillent entre 9,3 et 15,7 cm pour la hauteur et entre 0,4 et 0,6 cm pour le diamètre. (**BENABDELI, 1992**).

PARTIE II



Analyse et Synthèse des Données du Milieu

CHAPITRE I



Le Cadre Physique

I. Présentation de la région d'étude

II. Synthèse des caractéristiques générales des Monts des Traras (Zone d'étude proprement dite)

III. Description de la zone d'étude

I. Présentation de la région d'étude

La région sur laquelle porte notre étude se localise dans la partie occidentale de l'Ouest algérien. Elle occupe une position privilégiée par rapport à l'ensemble du territoire national ; liée à sa diversité et son patrimoine phytogénétique.

Le territoire de la wilaya de Tlemcen est un « Espace fédérateur » dans des zones de dynamique et de caractéristiques différentes. Il est notamment ouvert sur l'international sur un arc terrestre et maritime de presque 250 km.

Située à l'extrême ouest du pays et frontalière avec le Maroc, la wilaya de Tlemcen longe cette frontière, de Marsa Ben M'hidi à El Bouihi sur 170 km. Elle est limitée, au nord, par la mer Méditerranée, à l'est par la wilaya de Sidi Bel Abbès, au sud par la wilaya de Naâma et au nord-ouest par la wilaya de Ain Témouchent.

De par sa position géographique, la wilaya peut renouer avec plusieurs segments de son histoire en tant que trait d'union entre l'Oranie littorale et les hauts plateaux steppiques ouest du pays d'une part et entre l'Ouest Algérien et les régions du Maroc oriental, d'autre part.

D'après le quadrillage Lambert sur les cartes à l'échelle 1/50 000, la wilaya est limitée géographiquement par les longitudes 1°10' et 2° Ouest et les latitudes 34°20' et 35°10' Nord. Etalée sur une superficie de 902 000 Ha, elle s'étend du littoral au nord à partir de la steppe au sud qui constitue ainsi un paysage diversifié où l'on rencontre quatre ensembles physiques distincts.

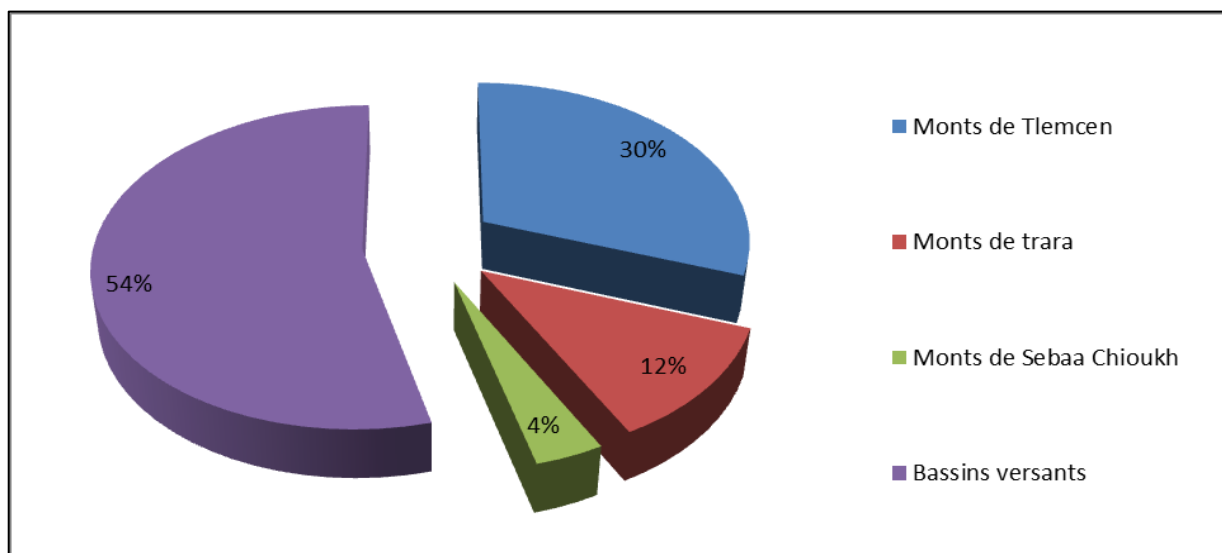


Fig. 21 : Les quatre ensembles physiques de la wilaya de Tlemcen

- **MONTS DE TRARA et SEBAA CHIOUKH** : C'est la zone Nord où elle apparaît comme un massif à grande altitude qui est caractérisé par une érosion assez remarquable et des précipitations peu importantes. Cette dernière est constituée par les Monts des Traras (90 319 ha) et Sebaa Chioukh (59 602 ha).

- **MONTS DE TLEMCEN** : Sont un massif montagneux qui constitue une des réserves hydrauliques les plus importantes au niveau régional avec une superficie de 494 111ha. Ces montagnes s'érigent en une véritable barrière naturelle entre les hautes plaines steppiques et le Tell par leur étendue, leur configuration géologique, leur couvert végétal et leurs apports pluviométriques. La région demeure un paysage spécifique très diversifié et très varié.
- **BASSINS VERSANTS** : Sont d'une superficie de 878 000 ha, ils se composent de la zone de la plaine de Maghnia, des basses vallées de la Tafna et de l'Isser et des plateaux d'Ouled Riah. Ils sont caractérisés par de fortes potentialités agricoles.
- **LES HAUTES PLAINES STEPPIQUES** : La zone sud est constituée par ces hautes plaines en majorité dégradées, suite à plusieurs facteurs (surpâturage, défrichement, urbanisation, érosion, incendies, désertification...etc.).

II. Synthèse des caractéristiques générales des Monts des Traras

À l'extrémité nord-occidentale de l'Algérie apparaît un massif complexe nommé Traras.

Traras : Ethymologiquement, Traress : Cavaliers vaillants et audacieux appartenant à la grande confédération des Beni Koumia. Cette tribu est une fraction de celle des Beni Snous venue s'implanter dans les montagnes qui en ont pris le nom pour combattre les incursions des prédateurs espagnols et vandales (**Edmond Destaing –Perret Basset** – Le dialecte berbère des Beni Snous). 'après la carte ci-dessus, la zone d'étude constitue un ensemble montagneux côtier occupant tout le Nord-Est de la Wilaya de Tlemcen et forme une véritable mosaïque de milieux naturels qui se succèdent de manière grossièrement parallèle et inclinée du nord au sud : Une bande littorale de plus de 70 km dominée par la première chaîne montagneuse des Traras, des plaines et des plateaux limités au sud-ouest, sud-est par les Monts de Tlemcen, plus imposants et plus massifs qui succèdent à cette première unité. Plus au sud, et à la frontière ouest, une zone steppique à vocation pastorale annonce les hautes plaines ouest de l'Algérie.

La disparition progressive du couvert végétal de cette région, le défrichement des parcours et le déficit hydrique de ces dernières années, sont à l'origine de la dégradation du milieu. Du nord au sud, ces grands ensembles naturels pratiquement équivalents en superficie sont fortement hétérogènes et renferment des potentialités naturelles très diversifiées, mais souvent exposées à des perturbations dommageables.

Administrativement parlant, cet espace s'étend sur une superficie de 90319 ha, soit 13,7% de la superficie totale de la Wilaya. Il forme un ensemble territorial composé de dix-neuf (19) communes dont huit (8) bordent, au nord, la mer Méditerranée sur environ soixante-dix (70) kilomètres de côte et trois (3) sont frontalières avec la partie orientale du Maroc (Province de Oujda).

La partie sud de ce territoire est limitrophe des piémonts longeant la plaine de l'Oued Tafna et la partie est qui est bordée par les Wilayates d'Ain Témouchent au nord-est et Sidi Bel Abbès au sud-est comme l'indique le tableau 2 (annexes).

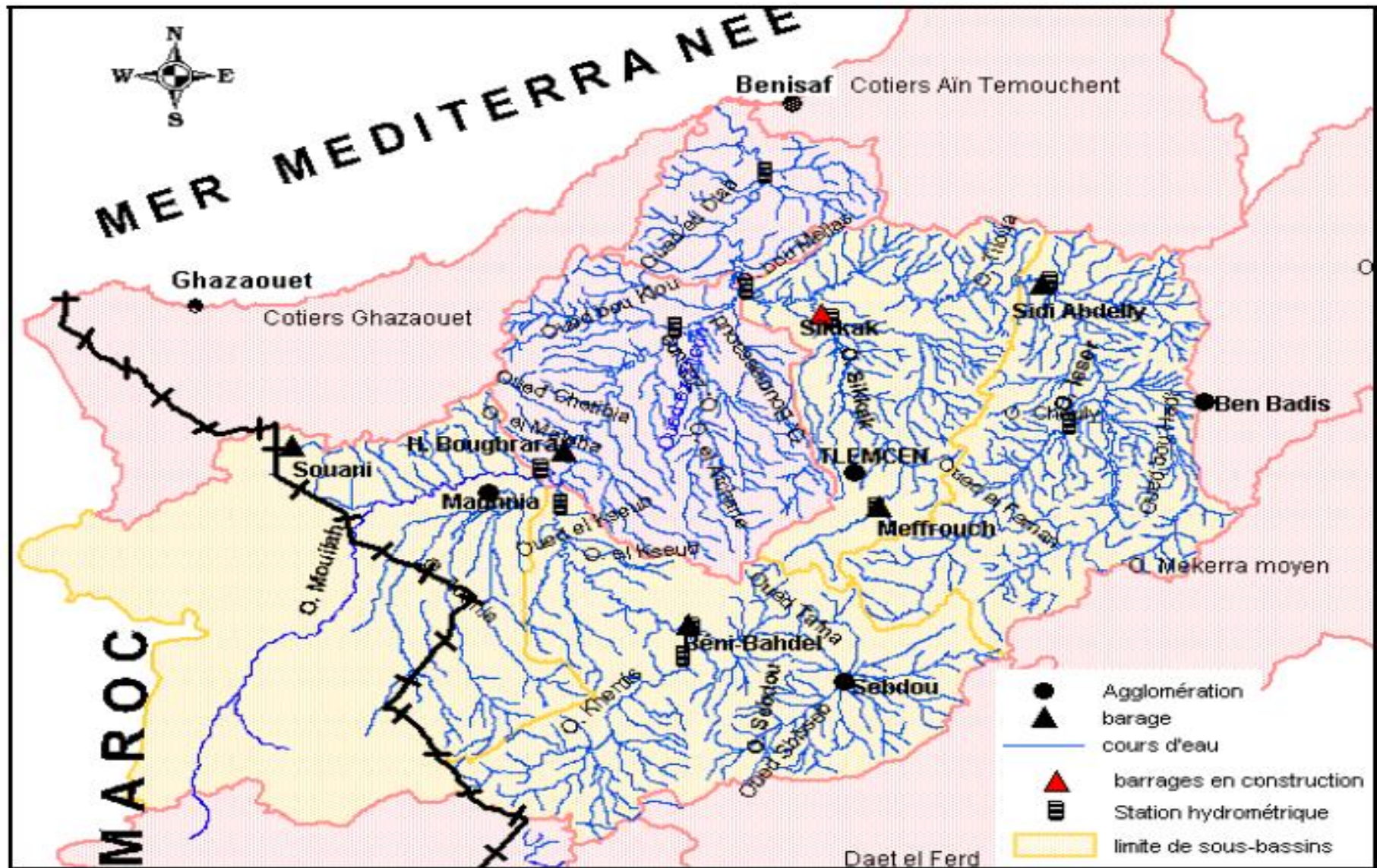
Les Monts des Traras sont limités géographiquement par L'Oued Kiss à l'ouest (frontière algéro-marocaine), par le bassin de la Tafna à l'Est et au Sud et par la mer Méditerranée au Nord. Ce massif est formé par une série de crêtes parallèles d'une disposition Sud-Ouest–Nord-Est, où plusieurs points culminants dominant directement la mer.

*** LA TAFNA**

Le bassin versant de la Tafna se situe au nord-ouest du territoire algérien et compte parmi les plus importants bassins du Nord de l'Algérie. Il s'étend sur une superficie de 7245 km², couvrant ainsi la quasi-totalité de la wilaya de Tlemcen et une partie du royaume marocain. Hydrologiquement, le bassin versant peut être subdivisé en trois grandes parties :

- **Partie orientale** avec comme principaux affluents l'Oued Isser et l'Oued Sikkak,
- **Partie occidentale** comprenant la Haute Tafna (Sebdou et Khemis) et l'Oued Mouilah,
- **Partie septentrionale** qui débute pratiquement du village Tafna et s'étend jusqu'à la plage de Rachgoun.

La longueur de l'oued Tafna est de 170 km ; il prend sa source à Ghar Boumaaza, dans les Monts de Tlemcen. Le cours inférieur de la Tafna (appelé également basse Tafna) s'étend depuis les gorges de Tahouaret vers le village de Hadjarat El Gat, jusqu'à la plage de Rachgoun en mer Méditerranée, sur une distance de 20 km (Carte 1).



Source : Station SIG ; INRF ; Tlemcen

Carte 1 : Le réseau hydrographique de la Tafna

III. Description de la zone d'étude

La description globale des conditions du milieu naturel de la zone d'étude est inspirée des études et travaux antérieurs, effectués dans la région de Tlemcen.

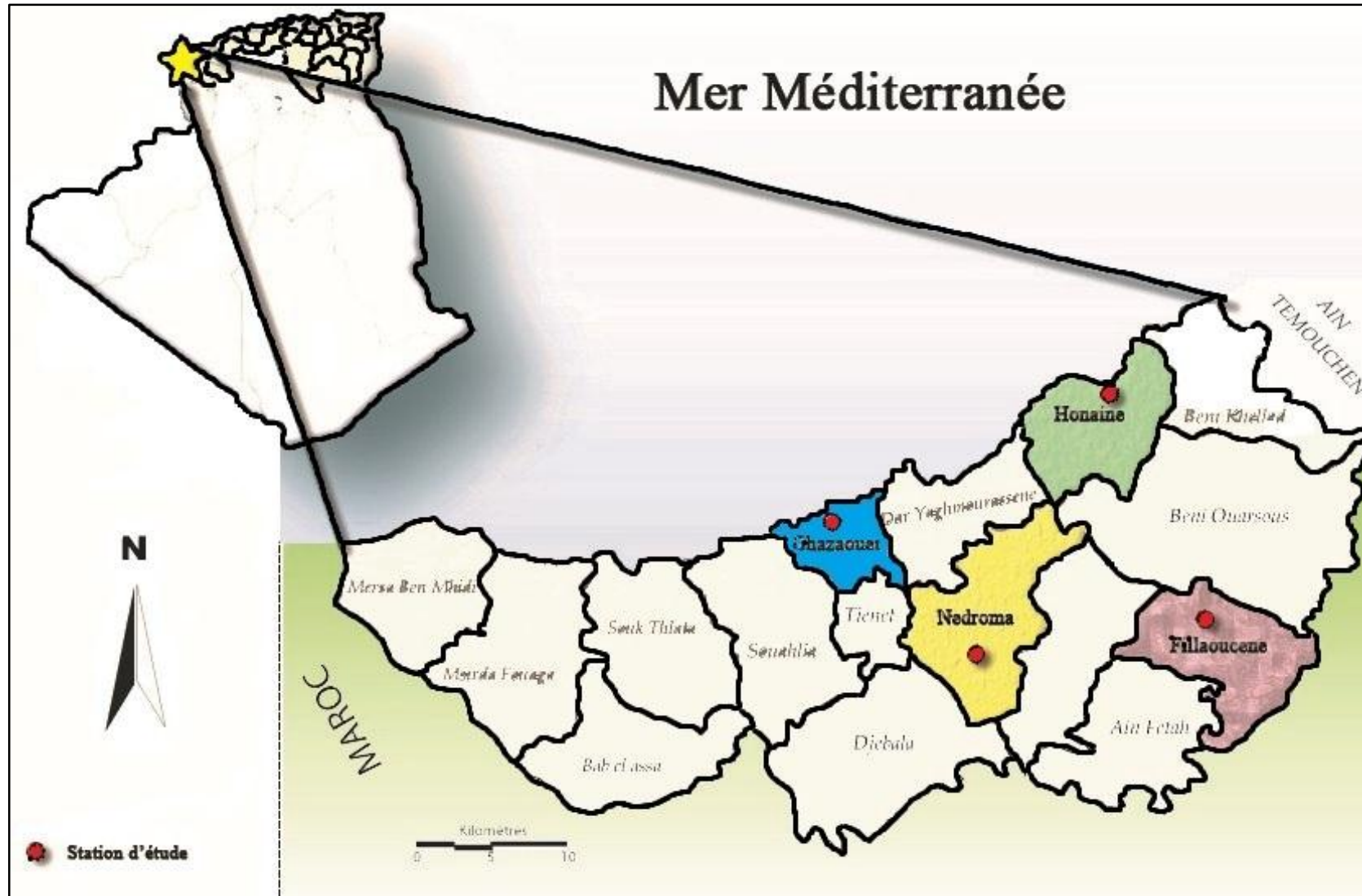
Faisant partie de la chaîne tellienne, le massif des Traras n'est autre qu'un prolongement de cette chaîne. Cette dernière s'étend de l'Ouest (le Rif et les Beni Znassen au Maroc) vers l'Est (Dahra, Zaccar). Le massif des Traras est une chaîne côtière où le relief est faible et tourmenté. Il représente dans le tell oranais un véritable bloc montagneux où l'accès est très difficile. On le rapproche des chaînes montagneuses littorales de l'Oranie.

Ce massif essentiellement montagneux s'intègre dans le bloc oranais Nord-Occidental de la chaîne alpine selon **ELMI (1970)**. Il se situe à l'extrémité et sur la bordure sud-occidentale de l'Algérie et apparaît comme un arc montagneux amygdaloïde ceinturé de dépressions périphériques et, encastré entre la Méditerranée, par sa partie concave, la vallée du Kissqui se localise à l'Ouest, la vallée de la Tafna à l'est et celle de son affluent Oued Mouilah au sud imbibé par sa partie convexe (**THINTHOIN, 1960**).

Cet espace représente une entité géographiquement bien identifiée, compte tenu de son relief accidenté d'orientation est-ouest chevauchant entre les Wilayas de Tlemcen et Ain Témouchent.

Notre zone d'étude appartient aux chaînes littorales de l'Oranie, qui touchent à la fois la mer Méditerranée et le Royaume du Maroc avec les limites suivantes :

- Au Nord, la mer Méditerranée.
- À l'Est, la commune de Souahlia.
- Au Sud, la commune de Maghnia.
- À l'Ouest, la frontière Algéro-Marocaine.
- Administrativement, cet espace regroupe quatre communes :
- La commune de Honaïne.
- La commune de Fillaoucène.
- La commune de Nedroma.
- La commune de Ghazaouet.



Source : Station SIG ; INRF ; Tlemcen

Carte 2 : Les Stations D'étude Dans Les Monts Des Traras

Notre choix de la zone d'étude a été fait d'après une répartition des terres forestières qui occupent une place importante dans la Wilaya de Tlemcen. Ces terres couvrent une superficie de 217 000 ha, y compris les reboisements, soit 24% de la superficie totale de la Wilaya. Plus de 80 % du potentiel sylvicole est concentré au niveau des Monts de Tlemcen.

- Pin d'Alep :83 000 Ha
- Chêne vert :82 000 Ha
- Thuya :16 500 Ha
- Genévrier :130 000 Ha
- Chêne-liège : 4 800 Ha

Autres espèces :8 337 Ha (**Source** :Conservation des forêts de Tlemcen)

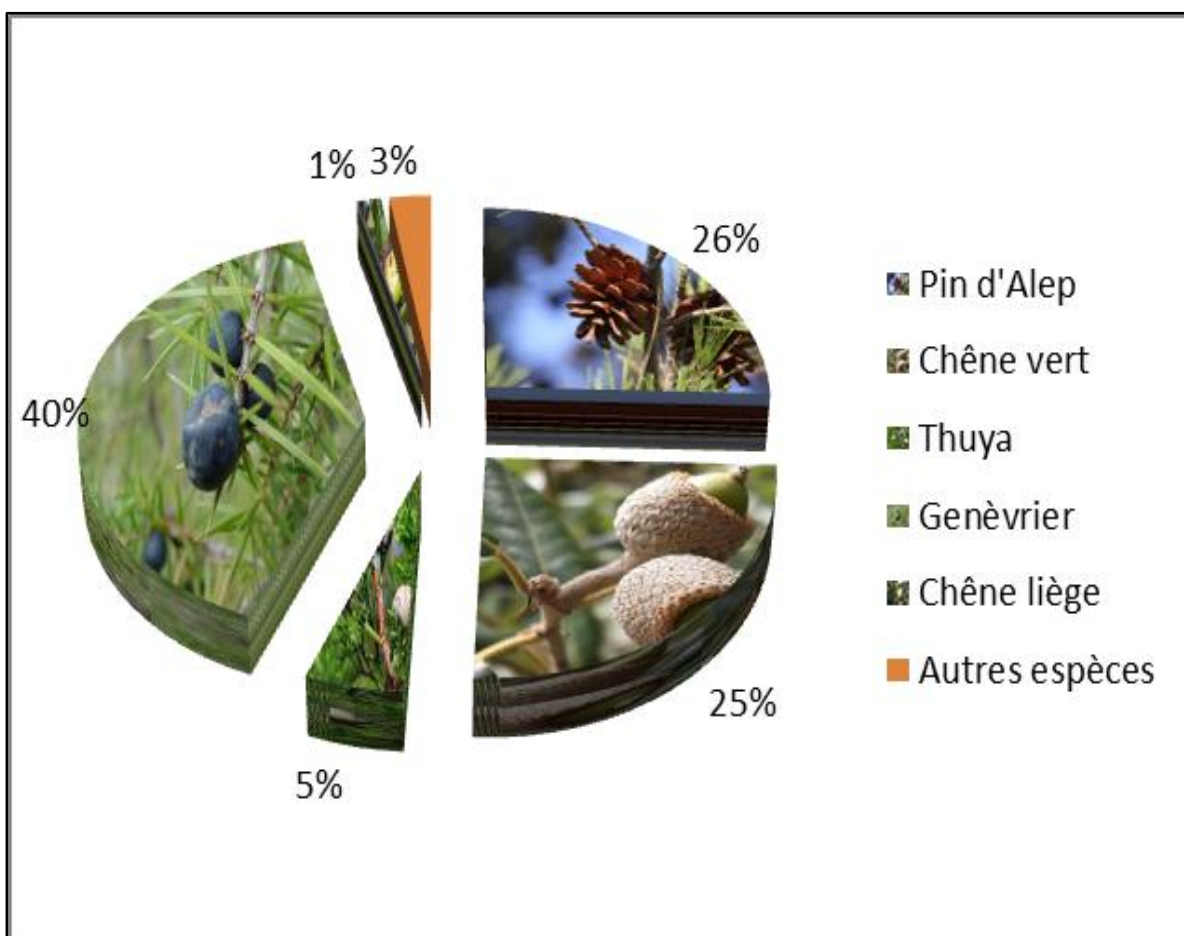


Fig. 22 : Répartition de la superficie forestière par espèce

Les résineux, des espèces phare dans la région de Tlemcen, sont un meilleur exemple d'étude des stratégies qu'offrent ces espèces par rapport aux multiples agressions auxquelles sont confrontées les structures végétales en place.

La place occupée par les résineux (Thuya, pin d'Alep, genévrier rouge, genévrier oxycède, cyprès) avec 115 500 Ha, soit 56% de la surface forestière de la wilaya confirme la priorité qui leur est donnée par les services forestiers dont l'objectif est d'accroître le potentiel national de production de bois.

- Forêts naturelles : 81 866 Ha
- Forêts particulières : 39 603 Ha
- Superficie alfatière : 154 000 Ha
- Autres formations naturelles : 96 168 Ha

La superficie forestière totale est de 371 637 Ha selon la Conservation des forêts de Tlemcen.

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

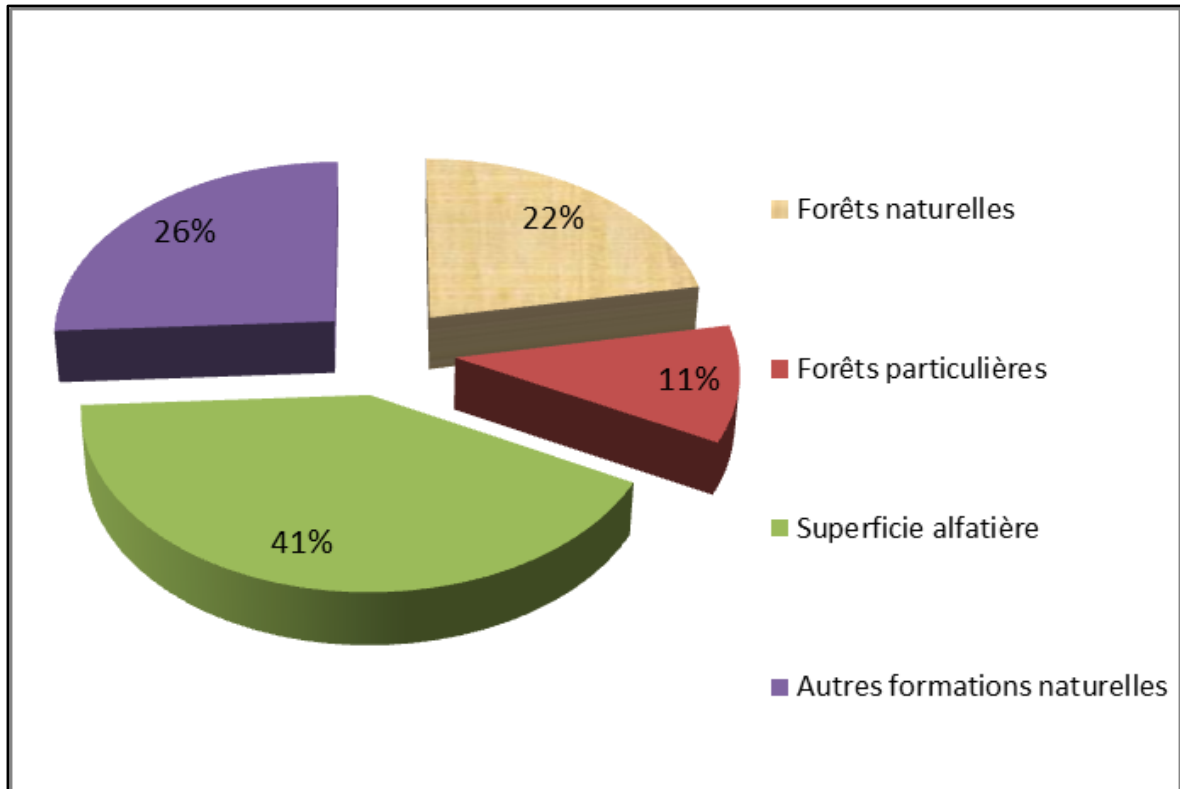


Fig. 23 : Consistance du patrimoine forestier

III.1 - La géomorphologie et la géologie de la zone

La partie littorale de l'Algérie est la plus instable et la plus diversifiée en substrats géologiques. Les strates géologiques appartiennent aux quatre ères allant du primaire au quaternaire. Le jeu de la lithologie, du relief et du climat permet une stratification écologique, par conséquent une diversité floristique et faunistique originale pour la région (MEDJAHDI, 2001).

D'après ELMI (1970), BENEST (1985) et BOUABDELLAH (1991), la région de Tlemcen présente une grande diversité géologique et morphologique de terrains liés à la nature des roches où il est difficile de séparer le relief de la géologie.

III.1.1 - Structure géologique

La géologie constitue une donnée importante pour la connaissance et l'étude du milieu. La zone d'étude comporte deux domaines bien distincts, structurellement et lithologiquement.

Une couverture sédimentaire formée essentiellement de terrains d'âge anté-triasique de formations essentiellement calcaro-marneuses et argileuses, reposant sur un substratum primaire dévonien-péliteux-gréseux et microgonglomératiques conjugué à un granite hercynien.

La structure de l'ensemble des Traras montre une succession de plis et de failles parallèles orientées généralement vers le Sud-Ouest-Nord-Est, dissymétriques renversées ou déversées vers le Nord ou le Nord-Ouest (**BENHAMOU, 1983**).

Géologiquement, cette zone repose sur des formations à base de calcaire jurassique présent, sous différentes formes : dolomite, calcaire friable et autres marneux. Les roches d'origine volcanique se trouvent à l'ouest des Traras et dans les Monts de Tlemcen.

De son côté (**AIMÉ, 1991**) a regroupé les différents substrats géologiques de l'Oranie Nord-Occidentale en quatre formations qui sont aussi les principaux ensembles constituant le substratum géologique des Traras.

* **Formations carbonatées** : Elles sont le calcaire, les grès et les dolomies, les argiles et les marnes.

* **Les formations carbonatées compactes** : Sur ces formations dures se développent essentiellement des sols jeunes de type rendzine calcaire. On peut trouver également des sols fersiallitiques, qui sont hérités le plus souvent de la voie de recarbonatation.

* **Les formations carbonatées tendres** : Ce type de substrat est à l'origine des vertisols plus ou moins salins (marne gypseuse) ou encore des rendzines plus ou moins sableuses (dans le cas des marnes à bancs de grès et marnes plus ou moins sableuses). (**MEDJAHDI, 2001**).

* **Formations non carbonatées** : Ces formations regroupent les terrains non calcaires limités qui ne se rencontrent que dans la partie orientale, dans le secteur de Honaine et Beni-Ouarsous.

* **Formations volcaniques** : Ces formations consacrées sont représentées évidemment par deux types de substrats selon le type d'éruption provoquée et qui leur donne naissance sur des superficies restreintes au niveau de la commune de Marsa Ben M'hidi et M'Sirda Fouaga (supérieur).

La basse altitude de ces formations s'ajoute au caractère filtrant de la roche pour en faire une matière très sèche. » (**AIMÉ, 1991**).

* **Formations quaternaires** : Elles fournissent des substrats diversifiés selon leur origine et leur dynamique. Il s'agit de deux grands types : les formations d'origine éolienne et les formations alluviales.

- **Les formations éoliennes** : L'explorateur **REMAOUN (1981)** a pu distinguer dans une zone étudiée, quatre générations dunaires caractérisées par la présence de niveaux sableux individualisés, horizontaux et rubéfiés.

* **Les formations alluviales** : Elles sont représentées par les terrasses étagées ou non, qui se rencontrent le long de l'Oued Kiss dans les vallées des principaux oueds de la région. (**GUARDIA, 1980**).

De la composition géologique de ce massif accidenté se dégagent des unités lithologiques. Conformément à la résistance à l'érosion, on peut distinguer ce qui suit :

- **Substrat résistant** : La sensibilité à l'érosion des roches volcaniques est de 15 % ; différente de celle des calcaires et dolomies qui est simplement de 10 %.

- **Substrats moyennement résistants** : Ce sont des croûtes calcaires de 5 %, calcaires friables et grès friables de 20 %, Schistes de 10 %.

- **Substrats peu résistants** : On retrouve les marnes à 30 %, les argiles à 5 %, les alluvions et sables 5 à %.

GUARDIA en **1975** a regroupé les diverses unités tello-rifaines en cinq ensembles :

*L'autochtone et para autochtone ;

*L'allochtone à affinité rifaine ;

*L'allochtone à affinité tellienne ;

*L'unité numidique (numide) ;

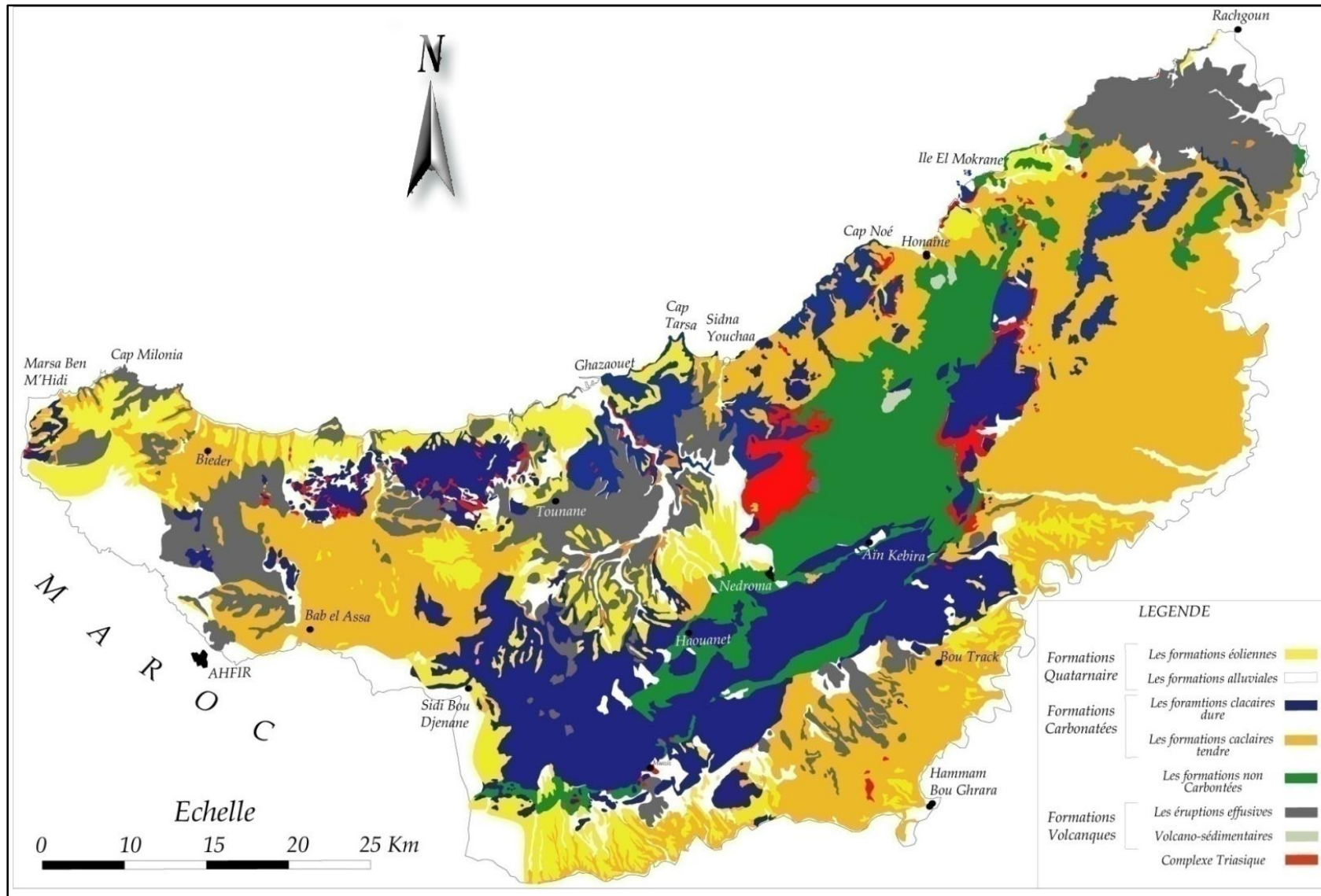
*Le complexe triasique.

Ce sont les principaux ensembles qui constituent le substratum géologique des Monts des Traras. Chaque ensemble comporte des unités et chaque unité comporte des étages de lithologies et de structures différentes.

Selon (**BERRAYAH, 2004**), deux grands types de formations se partagent la zone des Monts des Traras, les formations carbonatées compactes (calcaires, grès et dolomies) et les formations carbonatées tendres (argiles et marnes).

Les crêtes sont constituées par des grès bruns intercalés de calcaires bleus du jurassique supérieur donnant des reliefs abrupts qui reposent sur des schistes et argiles oxfordiens. (**DURAND, 1958**) (Carte 3).

Les collines de Beni Ouarsous sont constituées de schistes et de quartzites primaires avec au Sud des terrains marneux et argileux du Burdigalien et au Nord-Est des terrains disposant souvent de formes lourdes, forment également les collines ouest des Traras.



Source : Medjahdi 2009

Carte 3 : Carte lithologique des Monts des Trara

I.1.1. Le relief

Le relief est généralement montagneux, il dispose de ravins profonds et de précipices qui l'éventrent, en contraste avec la ceinture de la vallée et des plaines qui l'enserrent. (THINTHOIN, 1948).

L'orographie de la région est très caractéristique, avec un allongement parallèle à la côte aux principaux reliefs, formant ainsi des barrières relativement continues, sur le trajet des masses d'air venant de la mer. Ces barrières donnent naissance à des conditions topographiques très favorables pour capter l'humidité atmosphérique.

Le littoral de la zone d'étude occupe toute la limite nord. Il est constitué de côtes sableuses et rocheuses et du massif montagneux des Traras où l'on rencontre des collines marneuses très sensibles à l'érosion. Cette caractéristique est aussi avantagée par la disposition du réseau hydrographique.

Dans la chaîne côtière des Traras, presque la totalité du territoire est montagneuse, s'accroissant surtout dans la partie est (Tadjera et Djebel Sidi Sofiane). Le relief s'adoucit pour arriver à la plaine de la Tafna ; au centre des Traras, la région d'El Bor et Ghazaouet, présente des falaises assez hautes du point de vue de l'altitude.

Le relief devient plus plat dans la région sud de cette partie centrale où se rencontre une série de plaines et plateaux, dont le plus important est celui de Mezaourou. À l'ouest de cette plaine, le relief s'accroît de nouveau surtout dans la région de Souk Tleta, et continue jusqu'à la plaine de l'Oued Kiss.

Les Monts de Traras constituent un ensemble montagneux, à l'exception d'une plaine assez étendue qui se trouve sur la frontière et qui est le prolongement de la plaine marocaine des Terrifia. Ce sont des massifs intérieurs et côtiers dont la partie côtière est constituée par une série de falaises. Les altitudes varient du nord au sud avec des points culminants se localisant dans la partie centrale des Monts (Djebel Fillaoucene, 1 136 m, Djebel El Goulia, 976 m, Djebel Tadjara, 861 m).

III.2 - Réseau hydrographique :

La disposition du relief, ainsi que l'abondance des roches imperméables ont combiné leurs effets et ont permis la naissance d'un réseau hydrographique important. Ce dernier est lié en grande partie à l'évolution des phénomènes structuraux qui ont affecté la région au cours des ères géologiques.

Les Monts des Traras contiennent un réseau hydrographique intermittent, mais la géologie de ces Monts permet une perméabilité des eaux de pluie et favorise leur écoulement souterrain ; c'est la raison pour laquelle on trouve de nombreuses sources.

Cet ensemble a deux importants versants, celui du sud qui est drainé par l'Oued Tafna et qui a deux affluents : l'Oued Boukiou et l'Oued Dahmane. L'Oued Tafna commence à partir

de Ghar Boumaaza au niveau de Sebdou et arrive vers l'aval au niveau de la plage de Rachgoun. Le versant nord est drainé par l'Oued Tleta qui se jette à la mer au niveau de Ghazaouet.

Il est relativement dense en amont du bassin pour drainer suffisamment les hautes montagnes des eaux précipitées, contrairement à la partie aval où les terrains sont plus ou moins plats. L'évacuation des eaux sauvages s'effectue difficilement, particulièrement dans les zones riveraines qui, constituées de dépôts alluvionnaires, ont tendance à former des dépressions humides en périodes de crue.

En matière de ruissellement, il est constitué principalement par trois grandes artères fluviales. Il s'agit en fait des affluents qui, assez importants, drainent la partie occidentale des bassins, dans les Monts des Traras, et au sud des Sébaa Chioukh.

La disposition du relief, ainsi que l'abondance des roches imperméables à tendres, argilo-marneuses qui ont combiné leurs effets et ont permis la naissance d'un réseau hydrographique important. Ce dernier est lié en grande partie à l'évolution des phénomènes structuraux qui ont affecté la région au cours des ères géologiques.

Le réseau hydrographique des Monts des Traras présente une série de bassins situés parallèlement le long du littoral. Il semble être bien structuré en matière de drainage des versants montagneux dont témoignent les fortes crues asynchrones générées dans les crêtes des sous-bassins localisés d'ouest en est suivant leurs affluents respectifs : la Tafna et l'Isser.

Le littoral et en particulier les Monts des Traras, se subdivisent en deux grands bassins versants : au nord, il y a le bassin côtier de Ghazaouet (892 km²) drainé par les oueds Kiss, El Marsa, Honaine et au sud, le bassin versant de la Tafna. Ce dernier marque la limite des Monts, dont le sous-bassin le plus important est celui de l'Oued Boukiou (978 km²).

Les eaux pluviales sont presque entièrement canalisées par un réseau hydrographique emmagasiné qui rejoint rapidement la mer.

Toutefois, deux exceptions peuvent être soulevées de cette cartographie :

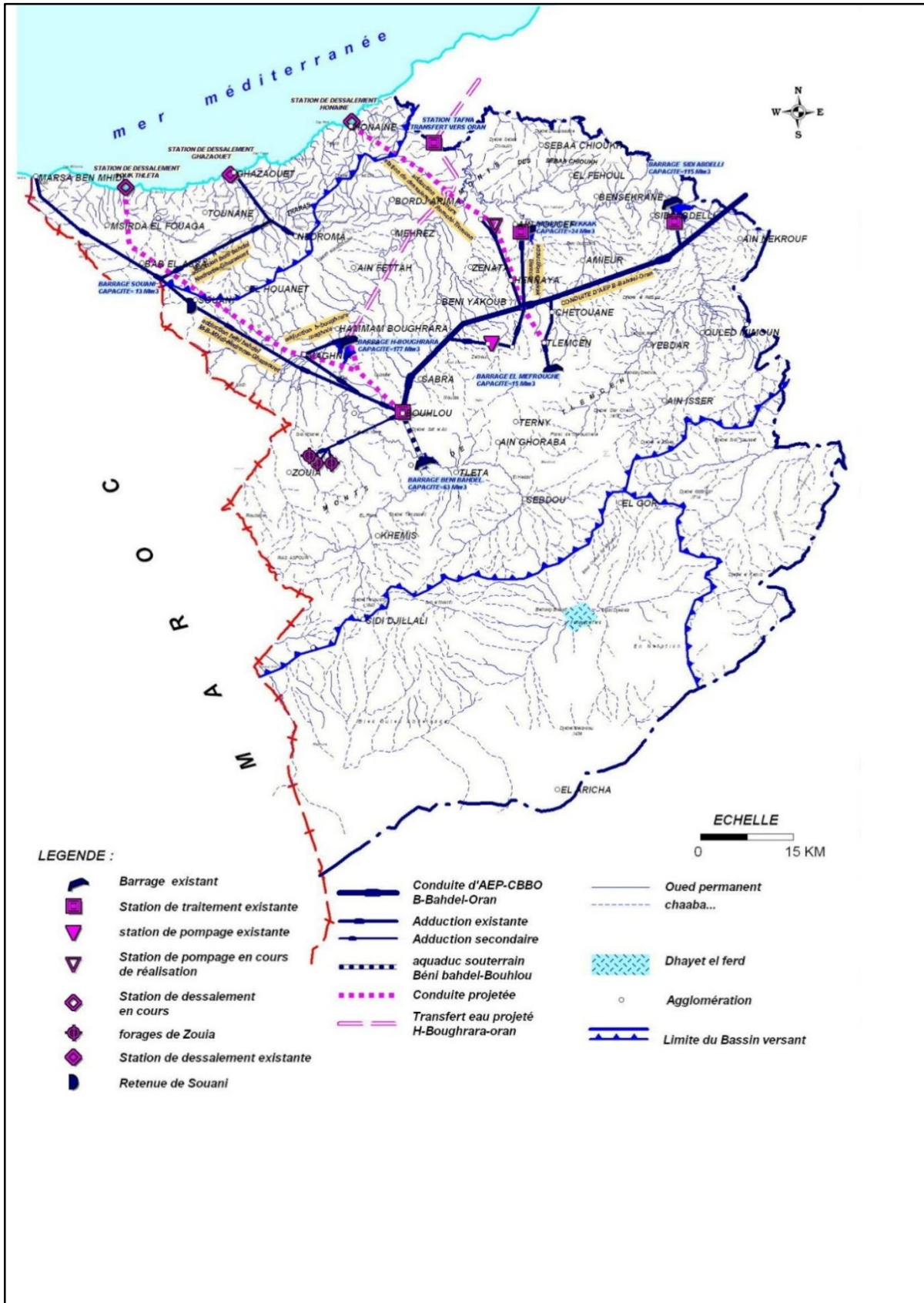
- * **La vallée du Kiss** dispose en aval d'une nappe locale importante dans sa partie intérieure.
- * **Le versant nord de Djebel Zendel** représente le bassin le mieux arrosé de toute la partie occidentale.

* Cet oued prend naissance dans le territoire marocain. Il rentre en confluence avec Oued El Malha au niveau de Bab El Assa avant de se déverser dans la mer Méditerranée au niveau de l'agglomération de Marsa Ben M'hidi. Il représente aussi une limite administrative d'État (frontière avec le Maroc).

Le long de cet Oued, on peut identifier trois petites aires d'irrigation bien distinctes : le Kiss en aval, le Kiss en amont et Oued Sidi Slimane, lesquels totalisent une superficie près de 300 ha.

* **Oued Kouarda** : Cet oued draine un sous-bassin de 82 km². Il est formé par le versant nord de Bab El Assa et Djebel Zendel. La totalité de ses affluents (Oued Berhoum, Oued Mizab, Oued

Ouaddane) conflue au niveau de la commune de Souk Tleta. Ils donnent naissance à un cours d'eau très encaissé qui se jette au niveau de la plage de Ouled Ben Aïd.



Source : A.N.A.T. TLEMCEN

Carte 4 : Carte hydrologique de la région d'étude

III.3 - Aperçu pédologique :

Dans le cadre de cette étude, il est nécessaire d'évaluer d'une part le rôle des caractéristiques édaphiques dans le déterminisme des conditions de la vie végétale, donc dans la différenciation de certains groupements végétaux, et d'autre part d'observer l'influence de la végétation par rapport à l'évolution de certains caractères du sol. Par ailleurs, il est évident qu'au rythme des variations du climat, de la roche mère et de la topographie, correspond une diversité des sols.

La région méditerranéenne de la Wilaya de Tlemcen est caractérisée par des sols dits « fersiallitiques » et ceux dits marron qui sont en relation avec la nature du couvert-paysage végétal (**DUCHAUFOR, 1977**). Il s'agit de sols anciens dont l'évolution serait accomplie sous forêts caducifoliées, en condition plus fraîche et plus humide.

Leur rubéfaction correspond à une phase de végétation sclérophylle qui a rendu des sols rouges fersiallitiques ou « terra rossa » (**DAHMANI, 1997**). Les sols de la région sont multiples et variés. Leur diversité est liée à la grande variabilité lithologique, géomorphologique et climatique. L'étude des sols de la zone est faite d'enquêtes essentiellement grâce à un réseau d'observations et de descriptions des différentes coupes naturelles.

Les sols les plus répandus sur le littoral et sub littoral sont ceux calcimagnésiques sur les marnes calcaires ou les calcaires fissurés (**KADIK, 1987**).

Cependant, les Monts des Traras comportent surtout des sols calcaires (60%) qui sont principalement des régosols sur des faciès marneux, et dans une moindre mesure des lithosols sur calcaire et dolomies durs. (**DURAND, 1954**).

Ces sols calcaires confèrent ainsi des faciès lithologiques à substrat généralement résistant à l'érosion. Les faciès marneux peu résistants touchent 20% des terres, surtout celles localisées dans la partie centrale des Monts des Traras. Malgré la forte hétérogénéité des sols, on distingue cependant :

- Des terres d'alluvions qui recouvrent les basses terrasses (dans la zone de Tient et au nord de Nedroma) et les lits majeurs d'Oueds favorables à toutes les cultures, notamment à celles du maraîchage primeur.
- Des terres caillouteuses sur les Monts des Traras sont propices aux plantations viticoles et rustiques.

La nature de ces sols varie suivant le degré de la pente. Les plus dominants sont les lithosols sur les pentes fortes (sols peu profonds et pauvres en matière organique). Sur les bas piémonts, les sols ferralithiques sont les plus communs qui caractérisent des sols profonds à vocation agricole. Les formations lithologiques observées se composent surtout de calcaires et grès friables, ainsi que de faciès marneux, conférant évidemment à ces monts une forte sensibilité à l'érosion.

La diversité des substratums géologiques a donné naissance à différents types de sols littoraux, à savoir:

- Sols décalcifiés
- Sols insaturés
- Sols calcaires humifères
- Sols en équilibre
- Sols calciques

Dans la zone d'étude en question, on distingue quatre grandes familles de sols avec une prédominance de sols calcimagnésiques. Les sols sont en général très remaniés et fréquemment érodés, lorsqu'ils sont en pente et recouverts par colluvionnement en bas de pente. Ils sont très abondants au niveau de la zone d'étude en raison de la forte présence des roches calcaires et de l'action active de l'érosion.

- Les sols peu évolués d'érosion
- Les sols peu évolués d'apport alluvial
- Les sols rubéfiés
- Sols calcimagnésiques

CHAPITRE II



Le Milieu Humain

Introduction

I. Les facteurs de dégradation

II. L'occupation du sol

III. La situation des parcours dans la zone l'étude

Conclusion

Introduction

Les causes de la dégradation du milieu naturel sont variées et l'importance de chaque facteur diffère d'un domaine à un autre (**AMIRECH, 1984**).

La déforestation, l'agriculture, la transhumance, le pâturage, la croissance et les mouvements de populations, le tourisme et les incendies ont profondément modifié le visage de la méditerranée (**VERNET, 1990; HEYWOOD, 1995**).

Le feu reste l'une des perturbations majeures auxquelles sont soumis ces écosystèmes et la végétation en particulier (**MARC, 1916**). Cette végétation reste liée à une pression anthropique intense, au caractère xérophytique et pyrophytique. (**LE HOUEROU, 1980, TATONI et BARBERO 1990**). **MORANDINI (1976)** précise à ce sujet « L'homme considère la forêt comme une source de revenus inépuisable et gratuite ». Les ressources dont elle dispose semblent incapables aujourd'hui de satisfaire les besoins des populations qui directement ou indirectement, restent liées à la montagne. C'est souvent l'inadéquation du rapport populations/ressources, qui est évoquée pour expliquer la marginalisation de ces espaces.

La dégradation de cette végétation est l'un des problèmes qui préoccupent les chercheurs écologistes et forestiers. La disparition ou la raréfaction de certaines espèces entraînera une régression de la biodiversité. Le déficit hydrique augmentera aussi les risques d'incendie.

Actuellement, l'emprise de l'homme devient de plus en plus prégnante, relativement à la croissance démographique. Que ce soit par les défrichements, la mise en culture, l'urbanisation, les incendies, le tourisme, la cueillette...etc. Ces actions représentent des bouleversements écologiques avec une régression des écosystèmes forestiers, voire des matorrals où s'installent de nouveaux occupants arbustifs. Ces derniers sont mieux adaptés à l'accentuation des contraintes liées à l'action anthropique et à la xéricité du climat.

La région de Tlemcen, notamment la zone d'étude n'a pas échappé à cette dégradation connue par ses anciennes forêts. Elle a vu une importante avancée du matorral. Tous les écosystèmes forestiers se caractérisent par leur fragilité qui est imposée par les facteurs climatiques et les pressions anthropozoogènes quasi permanentes.

Ils se trouvent en lutte perpétuelle avec ces pressions humaines où dominent les parcours, les incendies, les coupes et les défrichements. Cela se traduit par une structure et une composition floristique tendant vers l'équilibre avec les facteurs naturels et humains du milieu et bien sûr, par une érosion marquée de la biodiversité.

En effet, les processus de dégradation que connaissent les groupements à *Tetraclinis articulata* dans les stations d'étude, tant climatique qu'anthropique semblent être un indice de perturbation. Donc, il est infiniment probable que cette évolution régressive de ces écosystèmes soit engagée.

Pendant des siècles également, les relations entre sylviculture, pâturage et agriculture ont évolué dans un seul sens imposé essentiellement par une intensification constante et progressive de l'occupation et de l'aménagement de l'espace, se traduisant par une agression permanente du milieu forestier.

La conservation, la restauration et la valorisation des ressources forestières passeraient nécessairement par l'établissement de l'état des lieux de la forêt, ce qui permettrait d'évaluer ses potentialités et connaître les contraintes posées.

I. Les facteurs de dégradation

Le processus de dégradation des formations végétales est si complexe par la multiplicité des facteurs en présence des interactions possibles que sa prise en charge nécessite l'analyse de tous ces facteurs du moins les plus déterminants.

Les paysages végétaux actuels de notre région sont assez particuliers par leur physionomie, leurs structures et leur composition. Ils ne peuvent trouver une explication de leur état que par l'impact de l'action anthropozoogène.

Afin de mesurer l'effet de cette action sur ces formations dans la zone d'étude, nous allons évaluer le phénomène de l'accroissement de la population, de la charge pastorale et du problème des incendies.

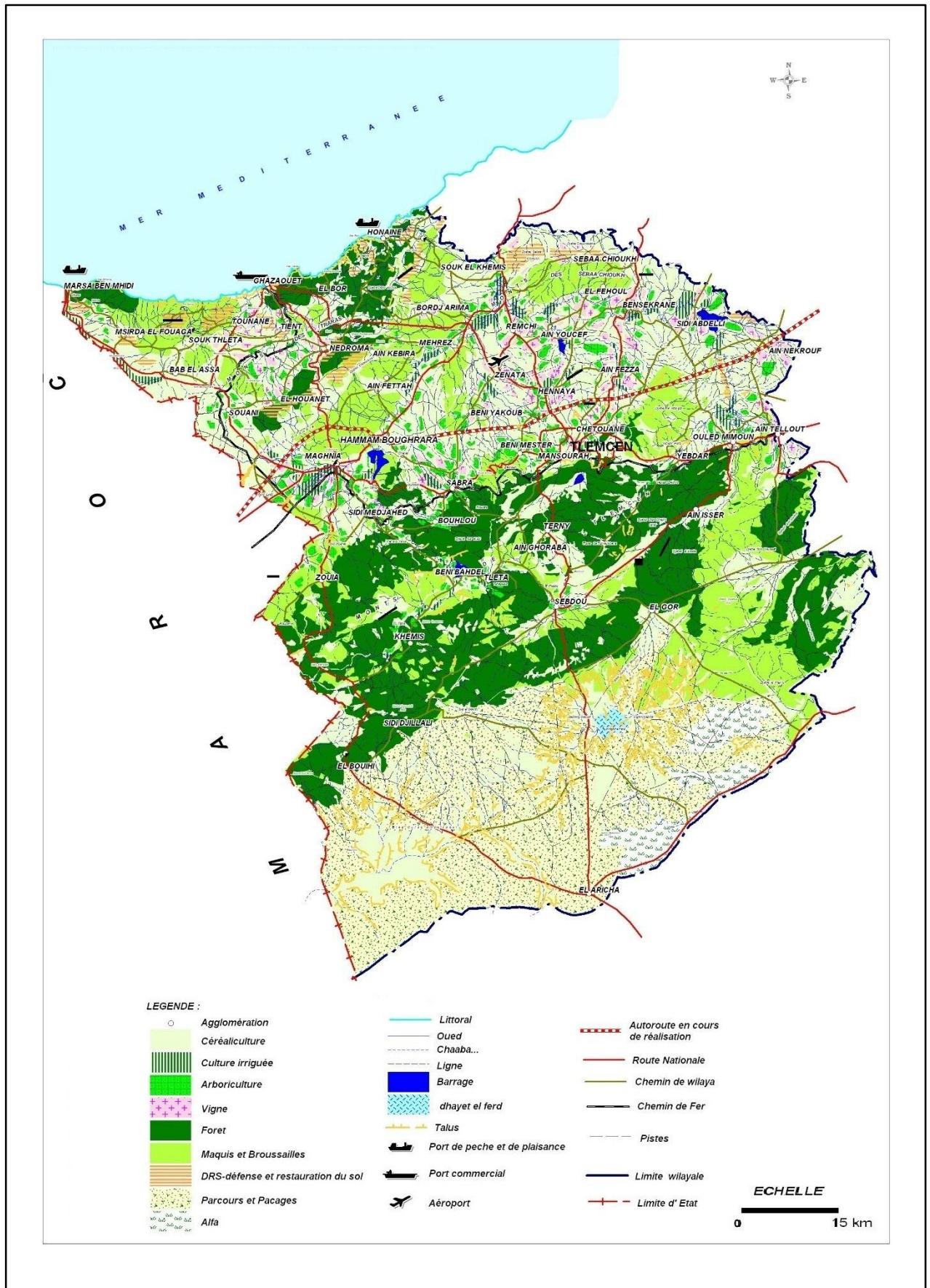
Les espaces naturels et forestiers font partie intégrante des territoires méditerranéens. Ils sont une source d'énergie, de nourriture, de revenus et de multiples autres biens et services.

II. L'occupation du sol

La connaissance d'un milieu et de ses potentialités constitue une étape indispensable, particulièrement lorsqu'il s'agit de concilier un développement économique et social avec une gestion viable de l'environnement, c'est-à-dire le fait d'atteindre un développement durable.

L'observation, ainsi que les recherches effectuées sur les sociétés traditionnelles successives demeurant jusqu'à nos jours démontrent clairement l'occupation très rationnelle des sols et des ressources.

La forêt des pays du Maghreb joue un rôle stratégique aussi bien sur le plan socio-économique et pastoral qu'environnemental. Elle constitue un patrimoine par la diversité des systèmes écologiques qu'elle intègre et par l'importance de son étendue sur environ 13.5 millions d'Ha, dont 9 millions d'Ha au Maroc (Chêne vert, Chêne liège, Thuya, Cèdre, Arganier, Cyprès et diverses essences secondaires), 900 000 Ha en Tunisie (Pin d'Alep, Chêne zeen, Chêne liège, Pin maritime et autres) et 3.6 millions d'Ha en Algérie (Chêne vert, Chêne liège et Pins). (SEMAI et SAADANI,1995).



Carte 5 : Carte d'occupation du sol dans la région de Tlemcen

II.1 - Répartition de la superficie forestière selon la région

Les forêts de la région de Tlemcen sont utilisées pour le bois, les troupeaux (système sylvo-pastoral) ou encore pour des cultures céréalières et légumières établies (système agro-sylvo-pastoral). Elles sont hétérogènes et inégalement réparties en fonction de la distribution des mésoclimats, de l'orographie et de l'action anthropique.

La forêt dite dense occupe une faible superficie dans les formations forestières et se trouve bien localisée dans les Monts de Tlemcen. La forêt claire est plus présente dans les Monts des Traras. Ailleurs, ce sont des maquis denses et clairs.

Ces forêts et matorrals plus ou moins denses et dégradés couvrent les versants jusqu'à la limite supérieure d'étagement de la végétation arborée. Plus en altitude, le genévrier oxycèdre et le chêne vert couvrent la plus vaste superficie. Elles procurent aux villageois un ensemble de produits de première importance dans le cadre d'une économie largement orientée vers la subsistance. De même, les forêts naturelles de pins d'Alep et de cyprès de l'Atlas occupent des espaces boisés assez importants et témoignent de la richesse du patrimoine forestier de cette région.

D'une manière générale, ces espaces se répartissent comme suit :

Ils comprennent d'Est en Ouest, différentes forêts, offrant une grande diversité floristique grâce aux différentes formations végétales ainsi qu'un Habitat apprécié par la faune.

Les espèces qui les accompagnent sont: *Pistacia lentiscus*, *Tetraclinis articulata*, *Juniperus oxycedrus subsp rufescens*, *Olea europea*, *Chamaerops humilis subsp argentea* et *Ceratonia siliqua*.

Au niveau du sous-bois, on rencontre: *Juniperus oxycedrus*, *Calycotome spinosa*, *Quercus rotundifolia*, *Ampelodesma mauritanicum*, *Asparagus acutifolius*. En ce qui concerne les espèces caractéristiques de la dégradation, nous avons : *Ampelodesma mauritanicum* et *Chamaerops humilis subsp argenta*, ainsi que *Asphodelus microcarpus* indiquant le surpâturage intense, sans oublier les incendies répétés qui ont accéléré le rythme, de leur dégradation.

II.1.1 - Répartition de la superficie forestière par Monts

II.1.1.1. Monts des Traras

Les essences les plus répandues dans les espaces forestiers dans les Monts des Traras forment des peuplements purs ou mélangés de pin d'Alep, d'eucalyptus ou de chêne-liège qui sont, soit à l'état sporadique soit de massif. Les peuplements ne sont guère maintenant que des matorrals arborés, dont l'essence principale reste le plus souvent le Thuya et selon la composition et la structure, ces matorrals peuvent aller vers une dégradation plus accentuée où des essences secondaires, telles que les lentisques forment alors le fond de cette composition.

L'analyse du tableau 4 permet de tirer quelques renseignements comme le taux de couverture relativement bas des terres forestières. Ces forêts représentent seulement 11,80 % de la surface totale alors qu'il devrait avoisiner les 25% sur un territoire où dominent les pentes supérieures

à 12%. Pour le maintien d'une bonne exploitation des espaces dans le cadre d'une préservation des sols, l'équilibre écologique, la protection des terres agricoles menacées ainsi que la préservation des ressources hydriques. La superficie forestière est estimée à 43 400 Ha.

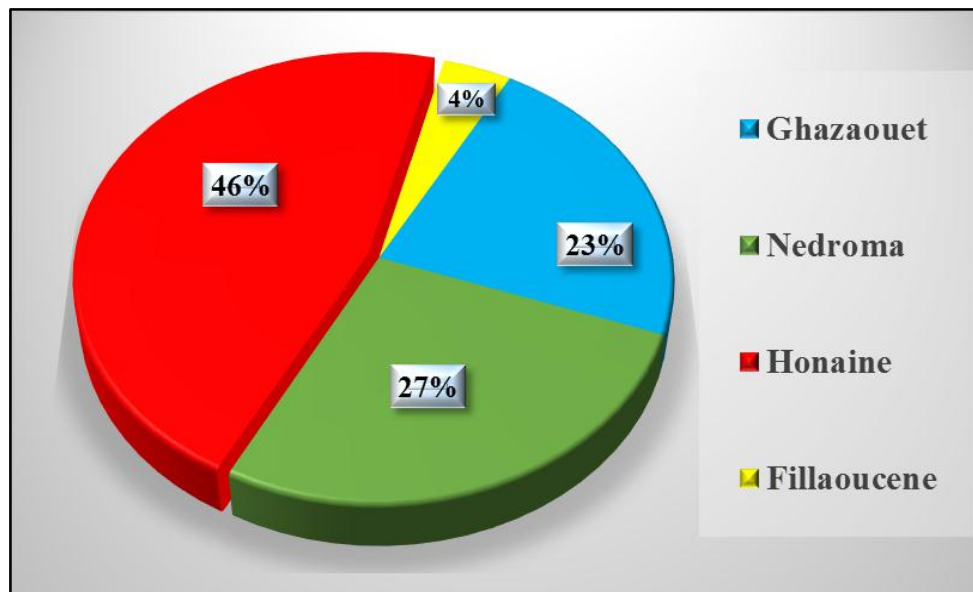


Fig. 24 : La couverture forestière dans les Monts des Traras

Le tableau 4 en annexes montre que le taux de recouvrement reste assez faible, le classement décroissant est de l'ordre de 52,26 % (Honaine), 30,91% (Nedroma), 25,36% (Ghazaouet) et 4,68% pour la commune de Fillaoucene.

L'occupation des sols est marquée par l'importance de la superficie des formations forestières qui occupe 5.700 Ha de la forêt de Honaine. La couverture forestière reboisée en Pin d'Alep occupe 333,80 Ha dans la zone d'étude. C'est la seule espèce dominante dont la superficie est en constante augmentation depuis des décennies, en relation directe avec les nombreux programmes de reboisement initiés.

II.1.1.2. Monts de Tlemcen

Les massifs forestiers se limitent aux Hauteurs, notamment les Monts de Tlemcen. En ce qui concerne les stations situées dans les Monts de Tlemcen, la commune de Béni Snous, s'étend sur une superficie totale 37.495 Ha. Elle est caractérisée par sa forêt dense et sa vallée fertile réputée par ses oliveraies, ses noyers, et ses cultures maraîchères ainsi que la forêt domaniale de Khemis qui occupe une superficie de 18.123 Ha.

L'essence dominante des deux forêts est le chêne vert (*Quercus ilex*) au stade de taillis qui occupe 70% de la superficie totale forestière, associé au genévrier avec une proportion moindre de 20%, Diss (*Ampelodesma Mauritanicum*), l'armoise (*Artemisia herba alba*), calycotome (*Calycotome intermedia*), romarin (*Rosmarinus officinalis*) qui représentent les 10%.

La partie d'Ain Fezza est formée de végétation dégradée, présentant quelques pieds de chêne vert, genévrier, thuya et d'oxycèdre, témoignant dans le passé de l'existence d'une belle chênaie verte.

Le peu de formations forestières est représenté par un maquis de chênes verts avec des espèces comme : *Juniperus oxycedrus* et *Pistacia lentiscus*.

Cependant, ce type de végétation annonce la steppisation à cause de la présence de chênes verts au dernier stade de dégradation, du Diss, du Calycotome, du Palmier nain et de l'Asphodele, tous sont des indicateurs de dégradation. La présence de *Chamaerops humilis* et d'*Ampelodesma mauritanicum* marque un stade de dégradation très avancé sur les affleurements de la roche mère.

À l'échelle régionale, le taux de boisement avoisine les 20%, mais la forêt est en partie dégradée. Elle tend à laisser sa place à des maquis et des broussailles qui représentent jusqu'à 60% des massifs forestiers.

Ces derniers jouent néanmoins un rôle important dans la stabilisation des sols, mais facilitent la propagation des incendies.

II.2 - La répartition des terres agricoles dans la région d'étude

II.2.1 - L'agriculture

L'agriculture est considérée à présent comme étant le secteur d'activité le plus important, notamment par la superficie agricole utile (SAU) qu'elle occupe (353.225 Ha) représentant 39 % de la superficie totale de la wilaya et la diversification de la production végétale et animale.

La wilaya de Tlemcen, à l'instar de la région Nord-Ouest est en outre un espace à vocation agro-sylvo-pastorale. Elle présente un aspect agricole très prononcé, même si la plus grande partie de la SAU est concentrée dans le tiers Nord.

L'occupation de ces terres agricoles dans une région dépend en grande partie de la pédogenèse des sols, de la situation géographique, de l'altitude et de la latitude.

La place et le rôle de l'agriculture dans le développement durable doivent être entendus au sens le plus large du terme ; c'est-à-dire englobant non seulement la production agricole au sens strict, mais plus généralement toutes les activités de production, mettant en valeur des ressources naturelles renouvelables dans l'espace rural.

Il s'agit :

- De comprendre, analyser et moderniser ces relations
- D'évaluer les effets sur les systèmes écologiques, économiques et sociaux à court, moyen et long terme
- De comprendre les conditions et les modalités de transformation de ces relations,
- De faire émerger les modèles techniques, les formes organisationnelles et les mécanismes de régulation qui permettent d'assurer une transition vers un développement durable assuré dans ses différentes dimensions (viabilité, durabilité écologique).

Dans sa globalité, la propriété des terres est généralement de nature privée, ce qui engendre une activité agricole de type traditionnel caractérisée par la pratique d'une jachère à plus de 30 % de la SAU et par des techniques culturelles héritées des parents, dépassées techniquement et sans commune relation avec les bases agricoles de phytotechnie.

Elle est basée essentiellement sur la pratique d'une agriculture vivrière en sec, basée et dominée actuellement par une céréaliculture pouvant coloniser même des terres où la pente est de 12 %. C'est la spéculation de la survie qui ne demande pas beaucoup de moyens et de temps.

Il n'en demeure pas moins que la prédominance de la céréaliculture ne constitue pas le meilleur choix économique, en vue de la qualité agronomique de ces sols qui restent faiblement exploités. Elle devra s'orienter vers le développement d'autres cultures peu consommatrices d'eau (légumes secs, arboriculture rustique) afin de permettre aux agriculteurs de diversifier leurs revenus et de compenser les faibles rendements des céréales.

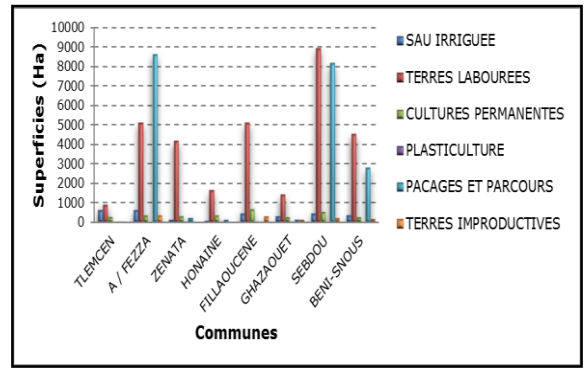
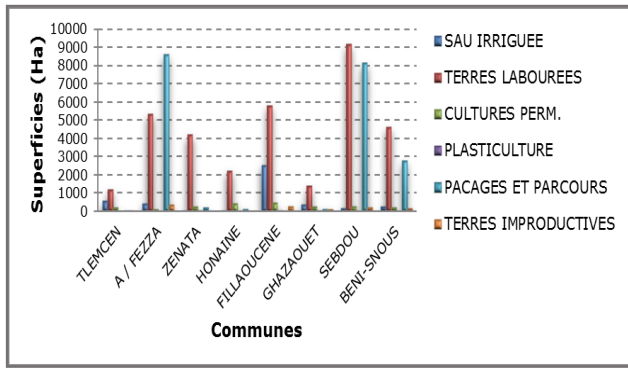
Les rendements sont réduits (6,50 Qx/Ha) en raison du déficit pluviométrique qui perturbe sérieusement la production végétale et par conséquent diminue les revenus des agriculteurs. **(D.S.A, 2012)**

C'est ainsi que les cultures pérennes, à l'exemple des espèces fruitières ne représentent qu'une faible superficie de la S.A.U totale, et ce en dépit non seulement de leur intérêt économique, mais aussi du développement durable des espaces. Dans cet état d'esprit, l'occupation des espaces agricoles devra se baser sur une diversification des cultures ; s'adaptant aux conditions agropédologiques et climatiques des différentes zones.

L'espace agricole dans la commune de Béni Snous est très réduit. Il ne représente que 13 % de la superficie totale. Ce potentiel sol est concentré dans sa quasi-totalité dans la vallée de l'oued Khemis formé de sols alluvionnaires très fertiles. Les terres utilisées pour le pâturage occupent 2.787 Ha et sont concentrées essentiellement au Nord et au Sud de la commune.

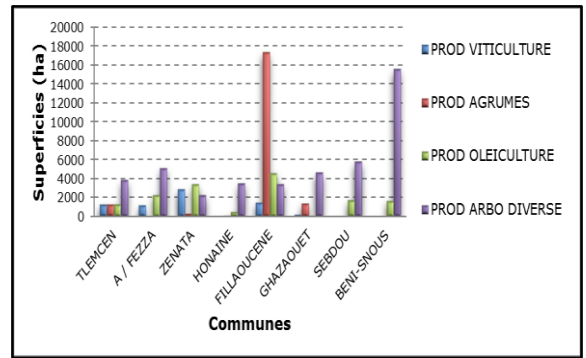
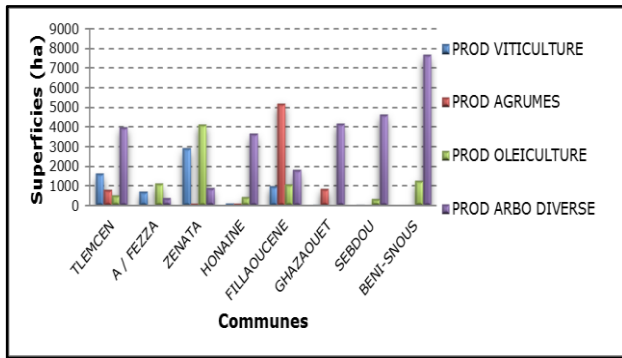
Bien que la propriété des terres soit généralement de nature privée, l'activité agricole est dominée par son caractère traditionnel où peu d'actions innovatrices sont menées pour des raisons de pauvreté des agriculteurs, du transfert des pratiques agricoles ancestrales de père en fils, d'où une inertie à innover dans l'exploitation agricole accentuée par l'absence de soutien en matière de vulgarisation des techniques nouvelles de production agricole. Cependant, et malgré toutes ces entraves, la gestion de l'espace agricole reste un élément clé dans l'économie de la montagne.

L'agriculture de montagne se traduit par diverses occupations du sol comme l'arboriculture rustique (rosacées essentiellement) et à pépin ou noyaux (noyer, pommier, agrumes).



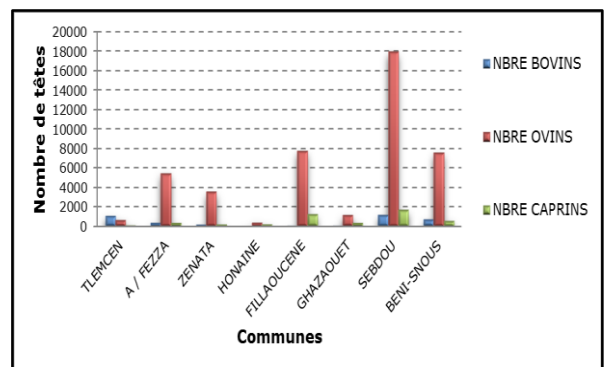
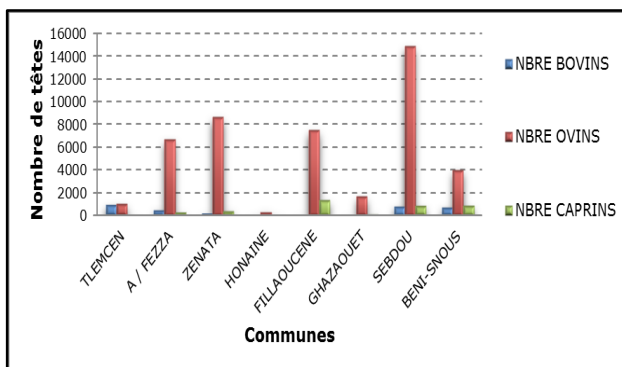
(Campagne 1995-1996) (Campagne 2013-2014)

Fig. 25 : Répartition des terres au niveau de la zone d'étude (Période ancienne et actuelle)



(Campagne 1995-1996) (Campagne 2013-2014)

Fig. 26 : Répartition de production végétale au niveau de la zone d'étude (Période ancienne et actuelle)



(Campagne 1995-1996) (Campagne 2013-2014)

Fig. 27 : Répartition de production végétale au niveau de la zone d'étude (Période ancienne et actuelle)

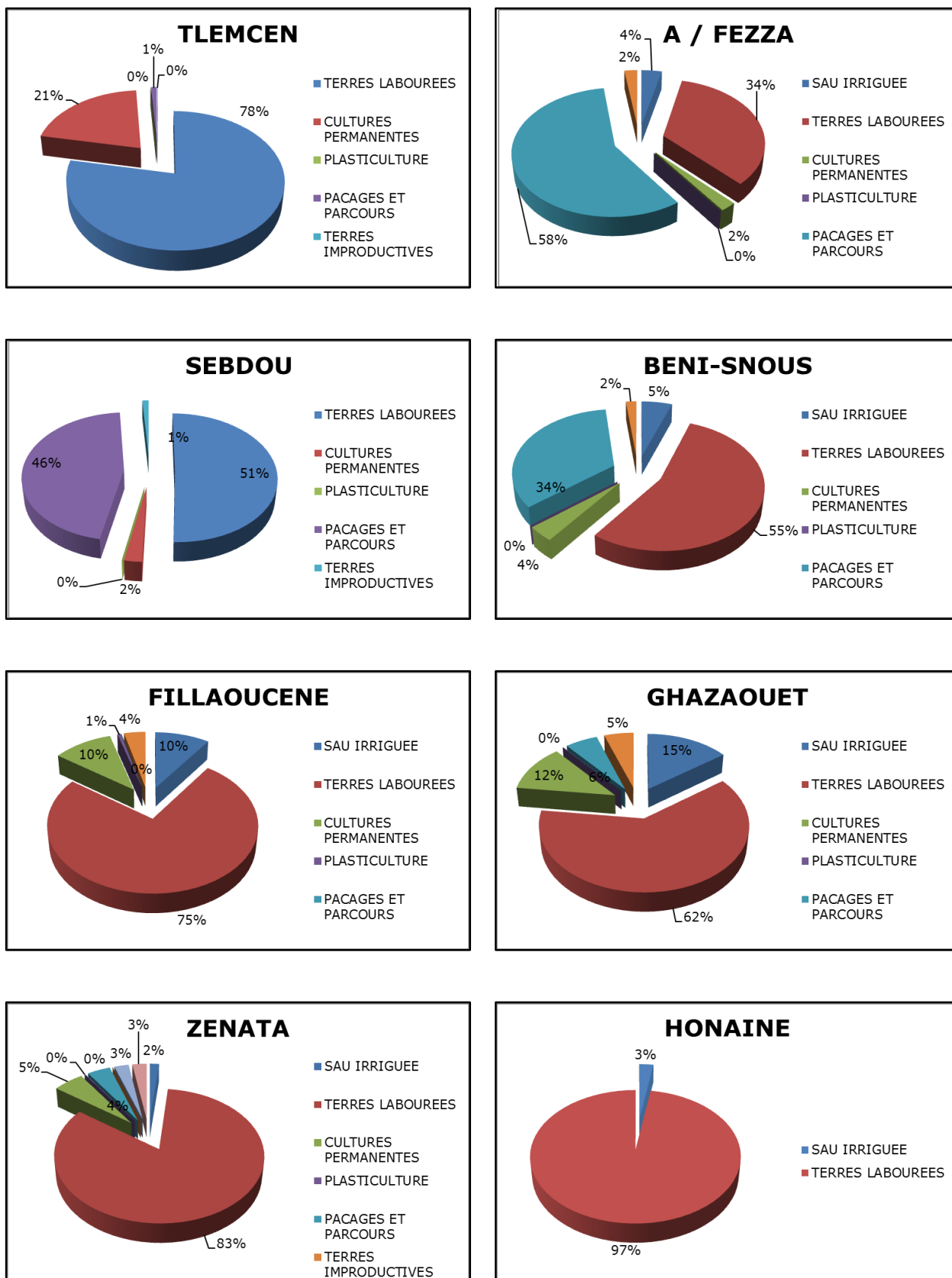


Fig. 28 : Répartition des terres agricoles au niveau de la zone d'étude (Période 1995- 2013)

II.2.1.1. Répartition générale des terres agricoles des stations d'étude

Les données ont été fournies par la direction des services agricoles de la wilaya de Tlemcen. Pour plus de précision, l'analyse a été faite sur la base exclusive des séries statistiques des différentes campagnes agricoles.

Le littoral et les massifs montagneux occupent 4% de la superficie totale, dont 2.5 millions d'Ha sont des terres agricoles, riches en ressources, mais très menacées par la concentration excessive de la population et des activités, de même que par les ravages de l'urbanisation anarchique. Ces terres sont fragiles et peu résistantes à l'érosion.

Cette situation ne peut s'expliquer que par :

- Un manque de professionnalisme dans l'irrigation.
- Les prix hors de portée des équipements agricoles et de leur fonctionnement.
- Un manque de formation et de vulgarisation des nouvelles techniques d'irrigation peu consommatrices d'eau.
- Un investissement lourd pour la mobilisation et l'acheminement de l'eau en terrain accidenté.
- La faiblesse de la ressource en eau pouvant être mobilisée pour la production agricole.

Sur l'ensemble des terres agricoles totales de la wilaya, les terres agricoles de parcours, les terres agricoles utiles et les terres improductives occupent respectivement 63,89 %, 30,15 % et 5,96 %. (**DSA TLEMEN**).

L'analyse des tableaux 5, 6 et 7 à travers les huit (08) communes de Tlemcen, Ain Fezza, Zenata, Honaïne, Fillaoucene, Ghazaouet, Sebdou et Béni Snous montre une régression de la surface irriguée qui est située entre 50 ha et 698 ha. Elle est due principalement à la sécheresse qui sévit dans toute la région Ouest, et ce depuis plusieurs années consécutives.

Pour parer à cette situation, un certain nombre d'objectifs vise principalement l'amélioration de la production agricole par le biais de :

- Restauration de la jachère.
- La mise en valeur de nouvelles terres dans les zones de montagne et de la steppe.
- L'accroissement des surfaces irriguées par une plus grande mobilisation avec l'utilisation rationnelle des ressources en eau.
- La modernisation de l'agriculture par l'introduction des techniques et des moyens matériels modernes.
- L'intensification des cultures céréalières et des légumes secs.
- L'accès à la propriété foncière.
- La réalisation de chambres froides pour la conservation de la production.

– L'indemnisation des producteurs concernés par les différents sinistres, de la sécheresse ou autres comme la grêle.

Pour ce qui est des terrains de pacages et de parcours, les communes de Sebdou et Aïn Fezza sont positionnées au premier rang avec une superficie moyenne de 8.630 ha (Campagnes de la période située entre 1995-2013). Ces terrains de parcours sont soumis à des défrichements, lesquels sont dûs à la sédentarisation des éleveurs de la région.

La zone d'étude passe d'une superficie de 8.630 ha (Aïn Fezza) vers 13 ha à Tlemcen. Pour la commune de Fillaoucene, elle se positionne en dernier lieu pour les campagnes situées entre 1993 et 2013, alors que celle de Honaïne reste située au moyen avec une superficie de 123 ha.

La superficie irriguée constitue un indicateur de mise en valeur et de productivité de ces espaces agricoles. En effet, sur une superficie totale de 9.017,69 Km² de la wilaya de Tlemcen, la surface agricole utile couvre 352.790 ha dont 23.328 ha à l'irrigué, ce qui représente 4,01% de la SAU totale (DSA Tlemcen). Alors que le reste représente respectivement pour Tlemcen (1.293 ha), Aïn Fezza (5.448 ha), Zenata (4.450 ha), Honaïne (2.395 ha), Fillaoucene (6.066 ha), Ghazaouet (1.620 ha), Sebdou (9.458 ha) et Béni Snous (4.791 ha).

La superficie conduite actuellement en irrigué est de 3.145 ha, soit à peine 3 % de la S.A.U (35.521 ha), chiffre très insignifiant au regard des possibilités que peut offrir l'irrigation pour la production fourragère afin de répondre aux besoins du cheptel qui reste la principale ressource des populations éparses ou agglomérées.

La superficie agricole totale (SAT) représente 56.640 Ha. C'est un indicateur de vocation qu'il faut prendre en considération puisqu'il confirme que toute l'économie des monts reste concentrée sur l'agriculture, à laquelle reste également fortement ancrée la pratique de l'élevage traditionnel.

Les cultures pratiquées sont dominées par la rotation céréales-jachères qui représente 68 % de la superficie agricole utile avec des rendements très faibles et à très faible occupation de main d'œuvre (pas plus d'un ouvrier par hectare et par an).

II.3 - Recensement général de la population et de l'habitat

Les données de base qui ont servi à l'estimation et l'analyse du peuplement sont les différents recensements généraux de la population et de l'habitat (RGPH) de 2008, de plusieurs années successives, ainsi que les monographies communales qui sont disponibles au niveau de la Direction de la Planification et de l'Aménagement du Territoire (D.P.A.T) de la wilaya de Tlemcen. Vu la non-disponibilité des données des stations (Tlemcen, Aïn Fezza, Zenata, Béni Snous et Sebdou) qui font partie des Monts de Tlemcen, j'ai préféré traiter seulement la population des Monts des Traras avec quatre agglomérations (Daïra) (Ghazaouet, Nedroma, Fillaoucene et Honaïne) où les données étaient complètes.

La répartition des densités par commune fait apparaître une certaine disparité entre les communes des Traras qui connaissent une pression démographique relativement forte, avec une moyenne dans les Monts des Traras de 143 Habs/km². La plus forte densité est enregistrée

à Ghazaouet (1241 Habs/ km²), suivie de Nedroma (408 Habs/km²) alors que les Monts de Tlemcen présentent une densité de 61 Habs/km² pour une superficie de 2353,84 Km².

Ce chiffre correspond à un taux d'accroissement moyen de près de 2% par an sur l'ensemble de la période (1966 à 2008), soit l'équivalent d'une population supplémentaire de 13500 personnes par an en moyenne. Ces ordres de grandeur, donnent la mesure des défis qu'aura à relever la wilaya dans les années à venir pour faire face à une démographie tributaire pour longtemps encore de l'accélération passée, ce qui risque dans le cas où elle continuerait d'être non maîtrisée, d'exercer des pressions insupportables sur les ressources (eau, terres agricoles) et de multiplier les différents besoins vitaux (emploi, logement, éducation...etc.) devant les contraintes managériales du pays.

D'après l'analyse du tableau 9 (annexes) relatif à la densité et l'évolution de la population, la Wilaya de Tlemcen compte actuellement une population totale de 949135 habitants, dont une population urbaine qui est de l'ordre de 59,54 % et une autre rurale de 40,46 %.

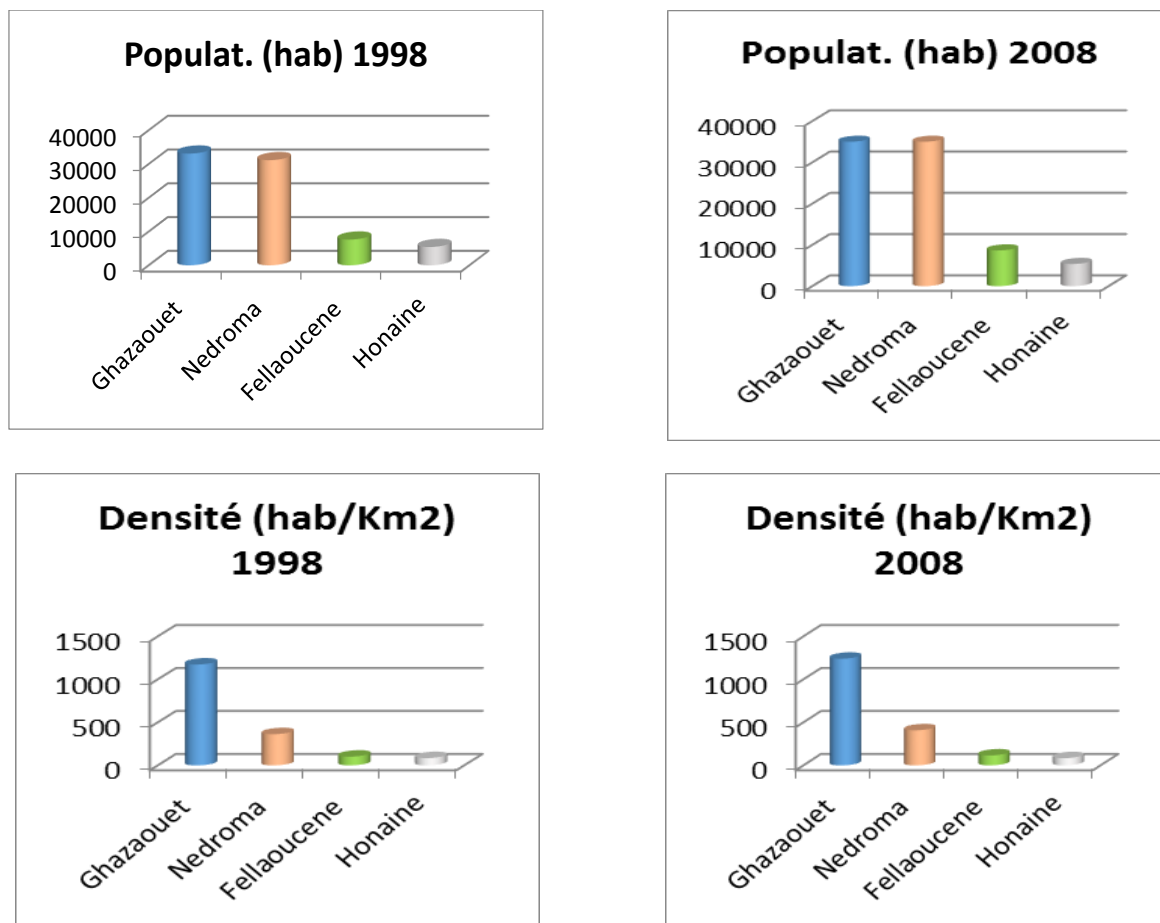


Fig. 29 : Taux d'accroissement démographique des stations d'étude

Durant la période 1966/1977, la population de la Wilaya de Tlemcen s'est accrue avec un taux de 2,25 %. Ce taux a augmenté entre 1977 et 1987 à 2,80 % et ceci à la suite du développement socio-économique. Il a connu une régression durant la période 1987/1998 où il est passé de 2,25 % à 1,60 % avec une augmentation remarquable durant la campagne 2007/2008 et une densité globale de 105.25 habitants par Kilomètre carré (hab/Km²), en plus d'un taux d'accroissement naturel de 1,2 %. Cet accroissement enregistré pour la population en général est très alarmant où l'intense fréquentation a fortement réduit la superficie forestière puisqu'elle a engendré un manque de régénération.

La diversité des activités professionnelles dans certaines communes demeure l'une des principales causes de l'exode rural (le déplacement de la population), ce qui prouve cette croissance démographique combien importante dans les zones industrielles et les chefs-lieux. Par exemple Ghazaouet, pour une population de 34.997 hab avec une superficie de 28,20 Km², la densité est de 1.241 Habs/Km². Par contre, dans la commune de Honaine qui s'étale sur une superficie de 63,70 Km² fait face à une population de 5.379 habitants en 2008 avec une densité de 84 hab/km².

En effet, sur les huit communes qui constituent l'espace d'étude, seule la commune de Fillaoucène arrive à maintenir sa population de 1998 à 2008. L'évolution démographique de l'agglomération semi-urbaine de Honaine entre les deux recensements de la population et de l'habitat, a subi un accroissement démographique annuel moins faible par rapport à la moyenne des chefs-lieux.

De même, la figure 37 montre que plus de 50 % de la population des monts des Traras ont été classés comme des ruraux par le recensement général de la population et de l'habitat de 1998. Cette population rurale est répartie par zones comme suit : 90 % pour les Orientaux, 42 % pour les Centraux et 73,5 % pour les Occidentaux.

Cette situation averti à première vue la priorité à accorder aux programmes de développement qui seront inscrits en terme de développement rural.

On est ainsi passé d'une population plutôt rurale des années 70 (plus de 60 % de la population était en milieu rural) à une population plutôt urbaine (Plus de 60 % de la population est aujourd'hui urbaine). Les prévisions retenues sur les tendances d'évolution de la population de la commune d' Honaine à l'horizon 2025 montrent que sa population estimée à 5.379 Habitants en 2008 passera à 6.000 Habitants en 2025, soit une croissance sur la période de 10.09 % avec un taux d'accroissement annuel moyen de 0,67 % sur la période (2008-2025).

Cependant, on enregistre des disparités très importantes entre les communes. Pour certaines d'entre elles, le rapport de féminité dépasse les vingt pour cent (Honaine 21,5 %). Pour d'autres, ce même rapport est largement inférieur à celui de la wilaya (11,9 %).

III. La situation des parcours dans la zone l'étude

La région de Tlemcen est occupée généralement par des matorrals très ouverts, marqués par l'existence d'espèces caractéristiques des formations à Quercetea ilicis ; ce qui témoigne de l'existence de groupements forestiers et préforestiers lesquels sont utilisés comme parcours, du fait de leur végétation spontanée qui apparaît après les chutes de pluie, notamment au printemps.

Ce sont donc des terrains pauvres, avec quelques affleurements rocheux qui peuvent être récupérés en effectuant des reboisements, parce que l'écosystème forestier a subi d'énormes dégradations qui étaient dues principalement à l'impact conjugué de l'homme et de l'animal. Les périodes de ce parcours sont difficiles à déterminer puisque le parcours en forêt dure pratiquement toute l'année.

• Les parcours à Thuya et Pin d'Alep

Les ressources fourragères sont liées aux formations de Pin d'Alep, de chêne vert, de romarin et de genévrier. Le Pin d'Alep ne doit sa présence qu'aux reboisements. Il prend de l'ampleur sur les Monts des Traras où il occupe actuellement une surface très importante dans l'aire du genévrier et du thuya. Il est associé à quelques reboisements très restreints de pin pignon, de pin maritime et de cyprès.

Dans la région de Tlemcen, le thuya qui est une espèce thermophile, forme des matorrals dégradés parcourus toute l'année par de nombreux troupeaux de bovins, d'ovins et surtout de caprins. Hormis les rejets et les jeunes semis de cette plante qui sont très appréciés par le bétail, l'arbre adulte n'est apprécié que rarement (périodes de disette) et ses peuplements offrent un cortège floristique très riche en espèces pastorales.

BESTAOUI (2001) a évalué aussi la valeur pastorale au niveau de la région de Tlemcen. L'auteur a montré que cette valeur est plus élevée au niveau des Monts de Tlemcen avec une valeur de 36,67 ; puis viennent par la suite le littoral avec 32,01 et enfin les plaines telliennes avec une valeur de 10,42.

Cette charge confirme l'absence totale de relation entre le volume de ce troupeau et les surfaces agricoles qui sont soumises à un pacage permanent et intense. Cette pression se traduit par :

- La destruction de la strate herbacée palatable
- La multiplication de la strate herbacée non palatable
- La dégradation des espèces forestières
- La destruction des espèces arbustives palatables

Donc, le terme « parcours » dans la région doit être compris comme étant un facteur de prélèvement de biomasse verte ou sèche de terrains couverts par une végétation se développant naturellement. Parmi les problèmes liés aux parcours, nous avons l'élevage.

III.1 - L'élevage

Il est le principal facteur de dégradation. Il agit sur l'écosystème quantitativement en modifiant la composition floristique, surtout si la pression anthropique est continue et il est caractérisé dans sa grande partie par son caractère traditionnel et son aspect extensif, occupant même des terrains sensibles « pente forte » et des forêts dans le but de rechercher de la nourriture ou tout simplement des sources d'eau.

Il est généralement reconnu que le pâturage peut avoir des effets positifs comme négatifs sur le couvert végétal. Selon **GOUJON (1976)**, et **PERES-TREJO (1994)**, un pâturage modéré peut stimuler la croissance des plantes en raison de la croissance compensatoire. Dans le cas contraire, un pâturage anarchique, disproportionné comme c'est le cas dans les pays sous-développés, peut avoir des effets négatifs ; parmi eux, la régression de la phytomasse pérenne avec une diminution de la diversité floristique et diminution du nombre de taxons.

L'élevage après l'agriculture est la principale activité de la région. Il regroupe un nombre important de troupeaux, composés essentiellement d'ovins auxquels se joignent quelques bovins et caprins. La majorité de l'élevage pratiqué est sous une forme privée. Il est considéré comme un complément de ressource de l'agriculture.

Les effectifs des troupeaux qui y pâturent sont très importants. Ils varient d'une commune à une autre, et d'une saison à une autre, selon les conditions pluviométriques locales et leurs conséquences sur le couvert végétal.

Ces troupeaux sont composés de bovins et ovins et essentiellement de caprins en forêts de montagne. L'activité de l'élevage s'est développée avec les extensions progressives des grandes

cultures. Cet état de fait est souvent dû à la recherche d'un complément de revenu des exploitants agricoles.

S'agissant d'une agriculture de montagne, la production animale, constitue certes la caisse d'épargne de l'agropasteur. Elle est menée de façon extensive avec une diversité d'espèces, de manière à assurer les divers besoins de l'autoconsommation du ménage rural.



Fig. 30 : Répartition moyenne des effectifs de ruminants au niveau de la zone d'étude (Période 1995- 2013)

En effet, la plupart des agriculteurs pratiquent un élevage mixte en complémentarité avec l'agriculture irriguée qui se fait sur des parcelles excessivement morcelées.

- La zone d'étude recèle un important potentiel animal, composé de 37495 ovins, 361 bovins et 1992 caprins dont voici quelques chiffres :
- **Têtes bovines** : 100 (Tlemcen), 75 (Honaïne), 60 (Fillaoucenc), 10 (Aïn Fezza).
- **Têtes ovines** : Tlemcen (3.304), Béni Snous (1.114), Fillaoucenc (818), Aïn Fezza (151).
- **Têtes caprines**: Sebdou (399), Honaïne (380), Fillaoucenc (358), Zenata (94).

La présentation graphique de ces effectifs fait ressortir la répartition du cheptel par commune durant les campagnes situées entre 1995-2013.

Les autres activités de l'agriculture sont représentées par l'apiculture et l'aviculture. Le nombre total de ruches est de 21.500 unités, produisant 40.000 kg de miel, soit une production moyenne de 3,2 kg/ruche et un ratio insignifiant par habitant, comparé aux potentialités mellifères des espaces de la wilaya.

Les potentialités mellifères que présente la commune de Béni Snous sont donc sous-utilisées. Cela peut être dû au manque de savoir-faire en élevage apicole. On y recense 1060 ruches dont 980 modernes entrant dans le cadre du FNRDA et DGF. Par contre ils sont évalués à près de 7300 ruches dans les stations du littoral.

Cette activité a connu un net recul ces dernières années, à la suite des conditions climatiques défavorables. À cela s'ajoute une activité du petit élevage qui est dominée essentiellement par l'aviculture. Cette dernière est localisée surtout au niveau des Traras centraux, notamment les communes de Nedroma et Fillaoucenc. Les produits de ces élevages (miel, œufs, viandes) sont très modestes et destinés essentiellement à l'autoconsommation.

III.2 - Le pâturage

Le pâturage selon **GOUJON (1976)** ; peut avoir des effets positifs comme il peut avoir des effets négatifs sur le couvert végétal. S'il est modéré, il peut stimuler la croissance par broutage. Dans la région et notamment dans les stations d'étude, on assiste plutôt à un surpâturage. Ce dernier est caractérisé par l'abondance des espèces qui sont peu significatives phytosociologiquement dans les formations forestières et préforestières (**DAHMANI, 1997**).

Il reste encore traditionnel et extensif, extrêmement lié au secteur agricole où il trouve plus de 98 % de son alimentation. Les éleveurs sont généralement des agriculteurs ne possédant que quelques ares ou au maximum moins de 5 Ha de terres. Tous les éleveurs pratiquent le parcours illicite, d'où le faible rendement en viande, car le troupeau parcourt des distances dépassant souvent 10 km par jour.

L'importance de cette activité n'est pas reflétée au niveau des effectifs et de la taille des troupeaux, mais plutôt dans le système de production agricole « céréales-jachère-élevage ».

Les causes du surpâturage sont identiques à travers toutes les régions méditerranéennes. Les principales sont :

- L'utilisation incorrecte des terrains de parcours
- L'absence de développement intégré
- L'extension des cultures
- Les méthodes d'élevage
- La structure des troupeaux
- La surcharge et l'absence de rotation.

III.3 - Le surpâturage

LE HOUEROU (1969) a défini le surpâturage en ces termes : « en première approximation on peut considérer que c'est une action qui consiste à prélever sur une végétation donnée une quantité de fourrage supérieure à la production annuelle ». Ce même auteur ajoute que « Les phénomènes de surpâturage sont particulièrement spectaculaires autour des centres de sédentarisation et de point d'eau ».

Pour cela, les troupeaux sont déplacés vers le Nord, là où la végétation existe en abondance. C'est une perturbation qui limite la biomasse végétale en causant sa destruction ou bien son éradication.

Les principales causes de surpâturage que nous avons pu constater sont :

- L'élevage archaïque non contrôlé
- La surcharge et l'absence de rotation des parcours
- La structure des troupeaux qui est importante
- Un défrichement sauvage
- L'utilisation incorrecte des terrains de parcours.

L'effectif du cheptel pâturant les zones steppiques dont la composante prédominante est l'espèce ovine (environ 80% du cheptel) n'a cessé d'augmenter depuis 1968. 10,7 % des éleveurs possèdent plus de 100 têtes ce qui représente 68,5 % du cheptel steppique. Par contre, la majeure partie des possédants, soit 89,3 %, ne disposent que de 31,5 % du cheptel.

III.3.1 - Action anthropozoogène

Les effets des perturbations anthropozoogènes sur les écosystèmes forestiers sont liés directement à leur fréquence, leur intensité et leur permanence.

Cette étude porte sur l'analyse de la relation entre le pâturage et les formations résineuses qui se développent dans la région de Tlemcen. En effet, les résineux englobent la majorité des formations forestières et préforestières. Ces formations sont d'une très grande importance

sur les plans écologique et socio-économique. Ces forêts résineuses sont marquées par des conditions naturelles difficiles (sécheresse, incendies...etc.) et subissent un surpâturage lié au surnombre des troupeaux ovin, bovin et caprin. En effet, l'utilisation de ces formations ne se limite pas au pâturage dans la strate herbacée, mais s'étend à des écimages anarchiques sur la strate arborescente et arbustive, notamment lors des années de sécheresse ou en période de disette.

Actuellement, nos milieux naturels sont en train de se transformer et de se perdre à cause de phénomènes tels que l'érosion des sols, surpâturages, incendies, coupes illicites et substitution des terres par du béton. En zone semi-aride (Sebdou), le problème pastoral constitue une véritable menace pour le peu de végétation qui reste. Dans ce contexte, la région de Tlemcen n'échappe pas au fléau du surpâturage, car le parcours constitue un phénomène indissociable de la prise en compte du milieu dans la région.

Dans la mesure où il représente, dans les conditions actuelles, la première ressource pour les populations humaines montagnardes, mais aussi l'une des principales causes de dégradation des écosystèmes forestiers et de l'appauvrissement de la biodiversité, le pâturage en forêt reste l'une des préoccupations fondamentales des aménagistes sylvo-pastoraux et des gestionnaires des aires protégées.

La relation végétation-action anthropique permet la détermination des principales espèces qui impriment au paysage végétal leur cachet, grâce à leurs adaptations aux conditions du milieu. En effet, le climat joue un rôle prépondérant dans la répartition des formations végétales, mais l'action anthropique dans notre région a un impact plus important ; conséquence du surpâturage, des pratiques culturelles, de l'urbanisation et autres.

À ce sujet, il est possible d'affirmer que la végétation n'est qu'une représentation fidèle des interactions entre les facteurs climatiques, édaphiques et surtout anthropozoogènes.

Dans la zone d'étude et à prépondérance de matorral, le cortège floristique à *chamaerops humilis*, *Tetraclinis articulata* et *Calycotome intermedia* représente les principaux éléments qui subsistent d'un surpâturage extensif.

Les plantes annuelles broutées régulièrement avant d'avoir donné des graines auront tendance à disparaître, comme *Teucrium fruticans*, *Ammoides verticillata*, *Lavandula multifida*, *Thymus ciliatus subsp coloratus* ...etc. Tandis que les espèces négligées auront tendance à proliférer d'une manière intense.

Ces espèces non consommées et délaissées par le bétail sont *Calycotome intermedia*, *Chamaerops humilis*, *Ulex bovinus*, *Ziziphus lotus*, *Urginea maritima*, *Atractylis humilis*, *Carthamus coeruleus*, *Centaurea involucreta*, *Chrysanthemum grandiflorum*. Ces espèces fleurissent et arrivent facilement à la fin de leurs cycles biologiques. En général, ce sont des espèces épineuses et/ou proliférantes facilement. La consommation continue et incontrôlée de la végétation provoque une réduction des espèces palatables (poacées, lamiacées et légumineuses) telles que *Artimisia inculta*, *Dactylis glomerata*, *Plantago lagopus*, *Lathyrus sp*, *Brachypodium distachyum*, *Medicago sp*, *Hordeum murinum*.

Dans les deux schémas ci-dessous, nous avons expliqué en gros l'effet de la pression anthropozoogène.

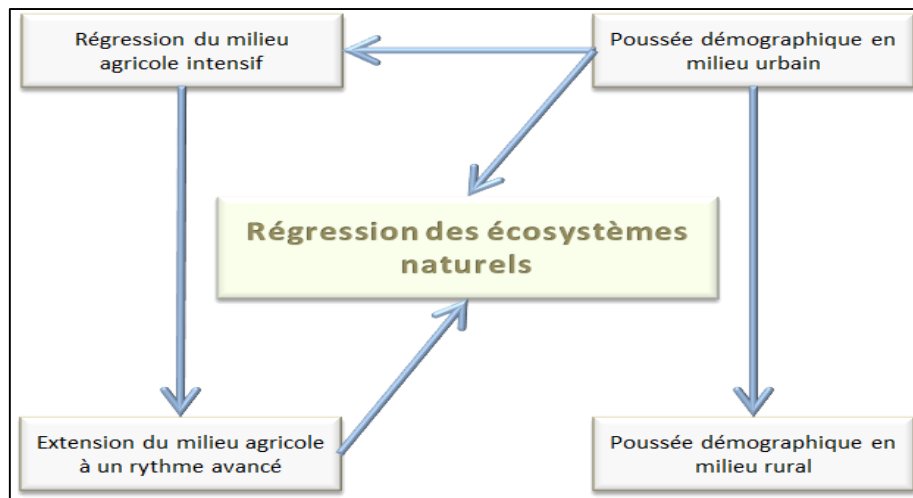


Fig. 31 : Influence de l'expansion démographique sur l'écosystème naturel (selon Chaabane, 1993)

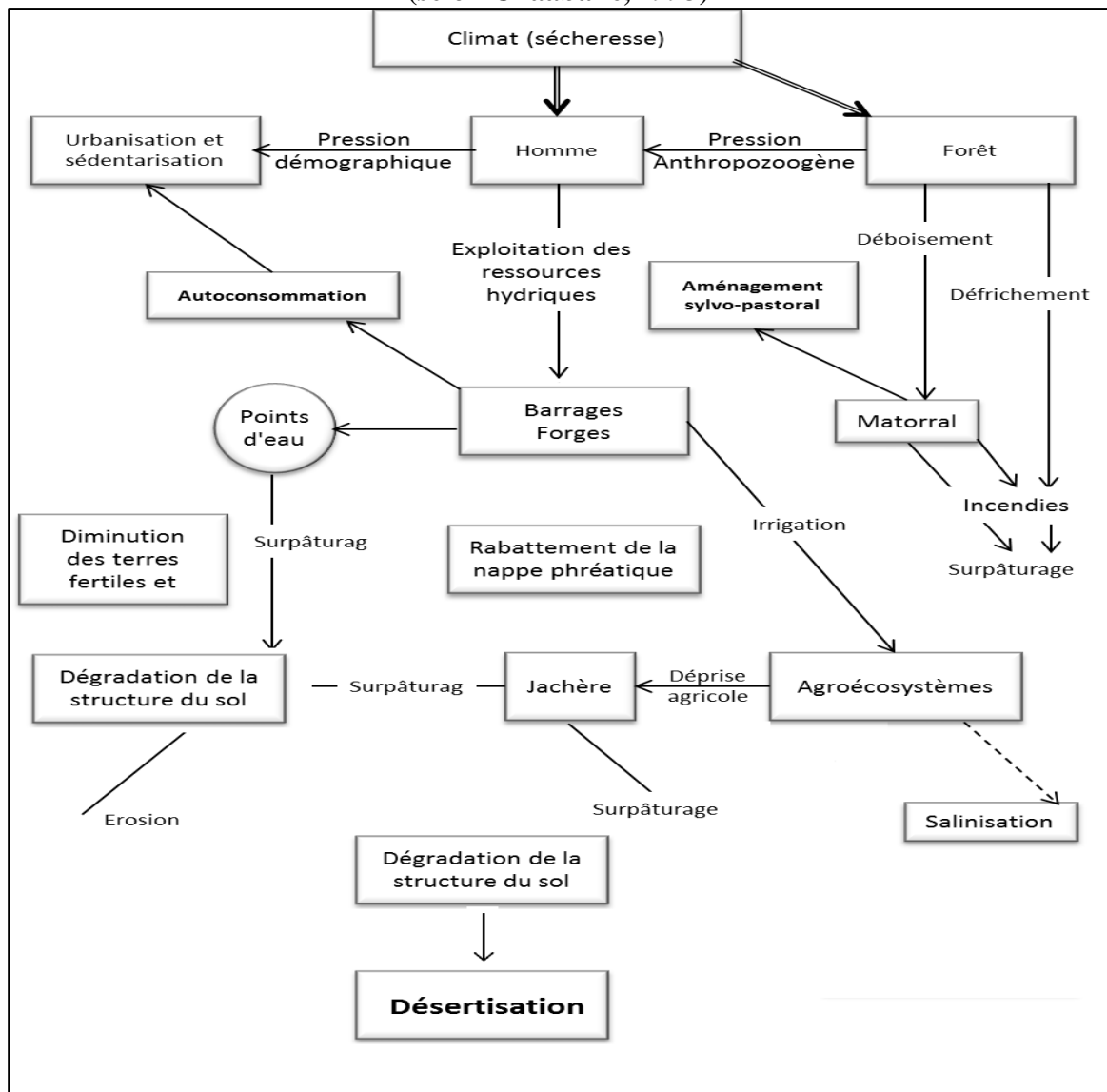


Fig. 32 : Influence de l'action anthropique sur le milieu dans la zone d'étude (AMARA, 2014)

III.4 - Le défrichement

Le défrichement des parcelles a métamorphosé d'année en année, une partie appréciable de la superficie du couvert végétal. Le morcellement et la faible surface de ces parcelles encouragent l'apparition des steppes, à la limite des deux Monts (Traras et Tlemcen).

La région de Tlemcen a connu une intensité en défrichement, surtout sur les terrains où la pente ne dépasse pas les 10 %.

La zone d'étude n'a pas échappé à ces pratiques destructives (Photo 1) à l'extension des cultures sous serre et la mise en culture des sols sur forte pente après défrichement, ce qui a provoqué des dommages considérables et une disparition définitive de la couverture végétale.

La compréhension de la dynamique régressive des groupements végétaux de cette zone nous a permis de mieux envisager des actions à entreprendre dans ces matorrals qui constituent aujourd'hui d'immenses surfaces et qui nécessitent que des observations et des échantillonnages soient répétés de façon périodique.



Photo 1 : Espace forestier défriché (Fillaoucene ,Honaine et Béni Snous)

Cette pratique a conduit avec le temps à une dégradation considérable du potentiel productif en sol (destruction de la structure, diminution du taux de matière organique, altération de la texture, tassement du sol par le parcours excessif). Ce processus est défini comme une inapplication totale de la végétation d'une zone pour utiliser ces terres à d'autres intérêts, comme l'agriculture, l'élevage ou l'urbanisme.

À ce sujet, **QUEZEL (2000)** a souligné que sur les Hauts Plateaux, les défrichements sont les plus importants dans les formations à conifères, *Pinus*, *Juniperus* et *Tetraclinis*.

III.5 - Bilan et importance des incendies sur le bassin méditerranéen

L'examen du bilan chiffré permet de constater que les incendies ont commencé à partir de la moitié du mois de Mai jusqu'au mois d'Octobre pour cette décennie, mais le taux d'incendie le plus élevé est enregistré durant les mois de Juillet et Août où les températures maximales dépassent 29°C et où les pluies sont rarissimes.

Nos forêts qui sont caractérisées par une extrême pyrophylité, accentuée par la nature xérothermique du climat méditerranéen, sont des écosystèmes très fragiles et où le feu constitue l'un de leurs plus grands ennemis (**BENABDELLI, 1996**).

Selon **LE HOUEROU (1980)**, environ 5482 incendies en moyenne sont enregistrés chaque année dans le seul bassin méditerranéen. Ils parcourent une superficie moyenne d'environ 660000 ha chaque année.

III.5.1 - En Algérie

Au Maghreb, l'Algérie reste le pays qui paye le plus lourd tribut avec une augmentation en superficie brûlée et en foyer, alors que le Maroc malgré son taux de boisement plus élevé enregistre une superficie incendiée moins importante.

Quoi qu'il en soit, la surface forestière de ces pays a progressé avec une extension liée surtout aux pinèdes **LE HOUEROU (1995)**. Ces forêts sont particulièrement vulnérables au feu. Elles occupent de vastes étendues.

Après l'indépendance, la forêt algérienne a connu une légère trêve en matière de feux de forêt. Le nombre d'incendies a remarquablement chuté par rapport à la période antécédente. Durant la deuxième décennie de l'indépendance, cette forêt a payé un lourd tribut avec l'équivalent de 29.634 ha/an en moyenne. Cette tendance va en s'accroissant avec respectivement 36.152 ha/an en moyenne durant les années 80 et jusqu'à 56.551 ha/an pendant cette dernière décade.

Le tableau 10 représente la position du *Tetraclinis articulata* parmi les espèces forestières les plus courantes en Algérie :

On remarque une nette dominance d'espèces très liées au feu, spécialement le pin (*Pinus Halepensis* et *Pinus maritima*) et le chêne (*Quercus ilex* et *Quercus suber*). Comme le décrivent si bien **BARBERO et LOISEL (1980)**, **BENABDELLI (1996)**, ce sont les écosystèmes préforestiers sclérophylles comme les pinèdes et les subéraies dans le semi-aride qui sont les plus affectés par le feu, car ils ne présentent aucune faculté naturelle de résistance au feu. Ces forêts sont souvent colonisées par des plantes aromatiques (genévriers, labiées, cistacées) dont les résines, les gommés...etc. contribuent à l'embrasement général.

Après l'incendie, toute la végétation est détruite, et ce n'est qu'à la deuxième année que la strate buissonnante atteint un taux de recouvrement avoisinant les 20 % où dominent les cistes suivis du romarin, de la globulaire et des herbacées en général.

III.5.2 - Bilan des incendies dans la wilaya de Tlemcen

La wilaya de Tlemcen présente un degré moindre de sensibilité au feu, mais sa forêt reste quand même affectée. La superficie totale incendiée durant ces dix dernières années (1990-1999), est de l'ordre de 26567 ha, dévastés avec deux pics enregistrés en 1994 avec 19500 hectares de superficie brûlée et en 1998 sur une superficie de 4531 hectares (**BESTAOUI, 2001**). L'année 1999 semble être la plus « tranquille » avec seulement 19 hectares brûlés et la totalité des foyers d'incendie a été déclarée « foyer d'incendie pour causes inconnues ».

Le tableau 11 et les données recueillies auprès de la Conservation des Forêts de la wilaya de Tlemcen et présentées en graphes et histogramme confirment la situation du bilan des incendies dans la zone d'étude.

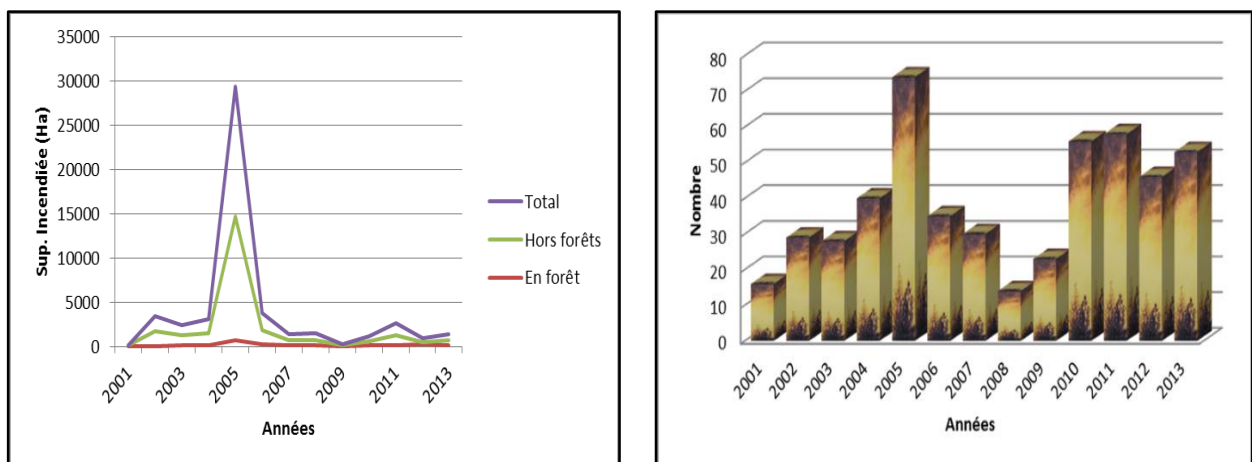


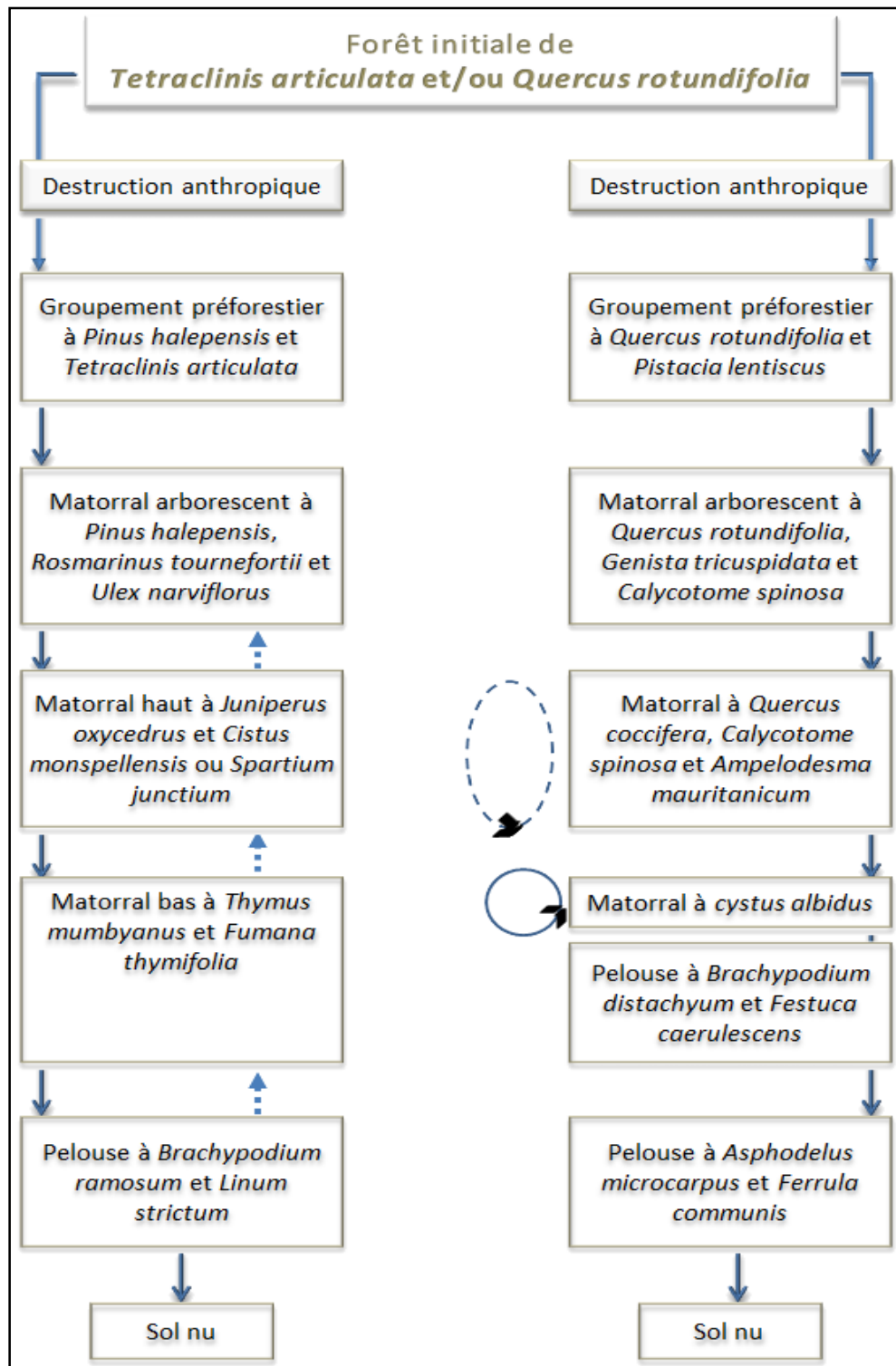
Fig. 33 : Bilan d'incendie de la zone d'étude

III.5.3 - Les principaux stades de dégradation

En Oranie, l'action anthropique exerce une influence à un point tel qu'il s'en résulte une dynamique régressive qui mène vers des formations du type matorral (on assiste à une évolution régressive qu'on appelle déforestation).

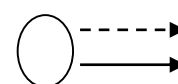
Les effets des perturbations anthropozoogènes sur les écosystèmes forestiers de la région font l'objet de plusieurs travaux de recherche, d'où l'on cite : **QUEZEL (1964)** ; **AIDOUD (1983)** ; **BARBERO et al. (1990)** ; **BENABADJI (1991, 1995)** ; **BOUAZZA (1990, 1991, 1995)** ; **BOUAZZA et BENABADJI (1996)** ; **BOUAZZA et BENABADJI, (1998)** ; **BENABADJI et al. (2001)** ; **BENABADJI et BOUAZZA, (2002)**.

La fréquence et l'intensité des feux sur une zone provoquent sans nul doute une cascade de dégradations en chaîne qui s'étalent sur de nombreuses années et qui s'avèrent parfois irréversibles, conséquence d'une action irréfléchie de l'homme sur un écosystème déjà fragilisé. Le schéma ci-dessous présente les différents stades de régression que la forêt franchit lorsqu'elle subit des incendies répétés.



—————> Sens de dégradation de la végétation

- - - - -> Sens de Progression de la végétation



-----> Incendie périodique

————> Incendie fréquent

Schéma réalisé à partir des travaux de LE HOUEROU (1980), HADJADJ-AOUL (1995) et DAHMANI (1997)

Fig. 34 : Schéma de deux séquences de Végétation sur Terra Rosa ou sol squelettique à partir, des formations à *Tetraclinis articulata* ou *Quercus rotundifolia*

Dans les zones montagneuses, les espaces stratégiques sont constitués par des formations forestières à différents stades de dégradation et où l'on distingue essentiellement :

- Les forêts où dominent les groupements de Pin d'Alep,
- Les matorrals de l'Oléo-lentisque
- Les matorrals de Thuya.
- Les formations basses, issues de ces groupements.
- Les broussailles et la steppe à Alfa.

Matorralisation : Elle peut s'observer dans les forêts humides où les formations sclérophylles se substituent, sur certains territoires, aux formations caducifoliées ou de conifères mésophiles. Dans les bioclimats semi-arides et arides, les peuplements préforestiers et présteppiques ont été envahis par des espèces plus hélioxérophiles et mieux adaptées aux sols érodés : extension de *Pinus halepensis*, de *Cistus sp.*, de *Calycotome sp.*...etc .

Dématorralisation : Le processus de dégradation conduit à une substitution au matorral arboré, d'un second type de matorral, marquant une dégradation avancée constituée par des espèces de petites tailles, telles que certaines Cistacées, Fabacées ou Lamiacées. L'occupation rapide du terrain par ces espèces est due au fait qu'elles offrent une grande adaptation à ces milieux ouverts : Croissance rapide, production importante de semences, grande adaptation au stress hydrique...etc.

Steppisation : Une dégradation plus avancée conduit à la steppisation qui se traduit par le remplacement des matorrals par des espèces beaucoup plus adaptées à la xéricité qui se trouve accentuée par cette détérioration des conditions écologiques stationnelles. Elles arrivent à dominer les sous-bois des groupements ligneux, grâce à un ensemencement régulier et soutenu.

Thérophytisation : Le faible recouvrement des groupements ligneux dégradés aggrave les effets de l'érosion des sols et conduit au déchaussement des Chaméophytes et Hémicryptophytes. Cependant, mis à part les arbres épars qui subsistent encore grâce à leurs racines profondes, tous les autres éléments floristiques de l'écosystème forestier disparaissent au profit d'une thérophytisation qui demeure marquée par une invasion générale d'espèces annuelles.

En effet, lorsque ces incendies deviennent trop fréquents, les forêts de la zone d'étude n'ont plus le temps pour se régénérer et sont toutes remplacées par des formations végétales dégradées de type thérophytes. Ce caractère répétitif peut induire une forte élimination de cette diversité.

III.5.4 - Lutte et prévention des incendies

La prévention et l'alarme précoces constituent les seuls moyens pour réduire le coût des dégâts causés. Il faut connaître quand, où et comment se produit l'incendie.

La première réponse servira à connaître l'espace rouge, la seconde permet d'identifier les foyers et la troisième permet d'organiser l'extinction.

Ces indices de risques permettent de décrire l'état du combustible, de définir l'espèce, de déterminer l'humidité du milieu. De plus, on trouve que dans le domaine de la prévention, les interventions sont aussi de différents ordres :

- L'élaboration d'un dispositif anti-incendies qui doit être instauré et prêt à fonctionner avant le lancement de la campagne de lutte préventive (début juin et fin octobre).
- Aménagement des infrastructures forestières après étude fine du territoire (pistes, tranchées, pare-feu, postes vigies, maisons forestières ainsi que les points d'eau).
- Le débroussaillage doit être sélectif selon le type de formation végétale.
- L'élimination des espèces de poacées et cistacées.
- Recréer et optimiser les conditions d'utilisation de la forêt de manière à ce qu'un équilibre sylvo-pastoral soit installé entre la densité du couvert végétal et la strate herbacée.
- Renforcer la sensibilisation populaire pour enrichir la culture sociale, accroître le respect des valeurs de la diversité biologique et l'implication de la communauté dans sa gestion.

III.6 - La désertification

L'ultime stade de dégradation est la désertification, c'est le terme «irréversible» qui est entendu comme une évolution de la végétation, des sols et des écosystèmes, telle qu'elle ne permet pas le retour à l'état primitif dans des conditions de protection totale ou quasi totale de l'environnement. Ceci pendant toute la durée d'une génération de la société, c'est-à-dire 25 ans. (FLORET et PONTANIER, 1982).

Le processus de désertification est important, du fait de la sécheresse, de la fragilisation des sols soumis à l'érosion éolienne, de la faiblesse des ressources hydriques et de la pratique intensive de l'agropastoralisme.

III.7 - L'urbanisation

L'urbanisation est un facteur de dégradation naturel lié à l'évolution de la démographie et au développement économique de la zone qui se traduit par :

- Le développement d'infrastructures routières.
- La mise en place d'infrastructures économiques et sociales.
- La construction de logements.
- L'équipement industriel.

C'est dans les Monts de Traras, pays de montagne et d'émigration humaine que l'on peut observer en 2009, une forme d'urbanisation diffuse incarnant la voie de consolidation. Dans cet espace densément peuplé (plus de 123 Habitants/km² en 1998) par rapport aux ressources

disponibles et aux plaines voisines se rencontre toute une série d'agglomérations plus ou moins villageoises.

Elles sont situées le long des routes, qui localisent à la fois un habitat de type urbain, des équipements collectifs et surtout des activités commerciales et de services. Cette forme d'urbanisation diffuse structurée autour de Ghazaouet et de Nédroma concerne de petites agglomérations dont le taux d'accroissement démographique est vigoureux.

Conclusion

Comme tous les paysages végétaux méditerranéens, ceux de la région de Tlemcen sont actuellement marqués par la périodicité et l'importance de cette action depuis des années.

L'interaction entre la forêt, l'homme et son élevage atteint un stade très avancé, où toute modification irréfléchie de ces relations aura des conséquences néfastes sur les milieux naturels fragilisés par son utilisation intensive et anarchique.

L'écosystème forestier de la zone d'étude a subi d'énormes dégradations. Ce ne sont pas les conditions climatiques qui ont trop varié qui transforment la végétation, mais la pression anthropozoogène qui a contribué à déclencher les vastes processus de dégradation des formations naturelles et les processus d'érosion.

De plus, l'évolution croissante de la population et sa forte concentration au niveau des communes a entraîné une urbanisation des écosystèmes (steppique, forêt et préforêt), une régression de ce tapis végétal et une dilapidation de terres agricoles de bonne valeur pédologique. Les espèces végétales sur lesquelles porte notre travail sont extrêmement menacées par les feux.

Si l'on veut maintenir la végétation naturelle dans les stations d'étude telle qu'elle se trouve, il faut freiner le développement des cultures et des pâturages, lutter efficacement contre les incendies et toutes autres formes de dégradation de la nature et en dernière position, il faut pratiquer une meilleure gestion des écosystèmes naturels parce que ce milieu, et en particulier les forêts ou du moins ce qu'il en reste dans la région de Tlemcen risque de disparaître d'ici peu de temps, si rien n'est fait pour le protéger.

Ce que nous offre la nature de plus beau nous en faisons des ruines, l'on fait d'une forêt un maquis de broussailles, d'une mer d'alfa un désert et d'un lac un égout. Je crois qu'il n'y a rien de plus important que la conservation ; sauf la survie. Toutes les deux sont si étroitement liées qu'il est difficile de considérer l'une sans l'autre (**BENABDELLI, 1996**).

CHAPITRE III



Le Bioclimat

Introduction

I. Généralités sur le climat méditerranéen

II. But de l'étude climatique

III. Méthodologie

IV. Synthèse bioclimatique

Conclusion

Introduction

La connaissance du climat et de ses facteurs écologiques reste un élément primordial ; comme le souligne **THINTHOIN (1948)**. Le climat est un facteur déterminant qui se place en amont de toute étude relative au fonctionnement des systèmes écologiques.

Ces facteurs qui le composent sont les résultats du comportement ambiant, c'est-à-dire l'enveloppe gazeuse, entourant la terre du point de vue humidité, pluie, température, éclairage, vents et orages...etc. (**BOUDY,1955**).

QUEZEL (1976) note qu'une connaissance précise de la bioclimatologie demeure nécessaire pour permettre à elle seule de comprendre la répartition et les rapports respectifs des divers types de forêts méditerranéens.

Le climat est un ensemble de circonstances atmosphériques et météorologiques d'une région donnée. La classification des climats a un intérêt capital pour mesurer les facteurs de dégradation qui peuvent agir sur le milieu naturel. Elle dépend du déplacement en latitude des grands centres d'action de l'atmosphère.

La zone d'étude qui est située dans la région de Tlemcen reste soumise à l'influence d'un climat typiquement méditerranéen avec ses deux saisons bien tranchées, mais aussi nuancées par l'humidité et la sécheresse.

Elle est caractérisée par une situation géographique exceptionnelle et une exposition au Nord très favorable. En effet, et comme le souligne **DAGET (1977)**, il y a toujours un contraste très net entre les saisons ; l'une estivale, longue et sèche, l'autre hivernale, courte, peu froide, mais humide, à précipitations violentes et en plus de courtes durées.

Le climat Circum méditerranéen est essentiellement caractérisé par la coïncidence de la sécheresse durant les mois chauds ; c'est ainsi qu'il est qualifié de climat xérothermique. Selon **DAGET (1980)**, la région méditerranéenne est souvent définie comme le territoire où la culture de l'olivier *Olea europea* est possible.

Les matorrals à *Tetraclinis articulata* dans la région de Tlemcen, notamment dans les Monts des Traras, sont cependant bien installés en partie à cause des phénomènes climatiques à savoir la température et la pluviométrie.

À ce sujet, **EMBERGER (1939)** précise que les données écologiques, plus particulièrement bioclimatiques, influent considérablement sur l'individualisation de la végétation : la latitude, l'altitude, la proximité de la mer, l'orographie, la nature du sol, la végétation ainsi que l'état moyen de l'atmosphère.

I. Généralités sur le climat méditerranéen

Le climat de la région méditerranéenne dans son ensemble, dépend des courants atmosphériques qui sont alimentés par le déplacement de l'anticyclone des Açores, engendrant un

climat chaud et sec durant l'été. Cependant, au fur et à mesure que l'anticyclone remonte vers le Nord de la Méditerranée, il laisse place à des perturbations cycloniques froides et humides de courte durée.

Il constitue l'ensemble des zones qui se caractérisent par des espaces privilégiés concentrés sur la saison fraîche aux jours courts, avec de longues sécheresses estivales. C'est un climat de transition, se localisant entre la zone tropicale, avec un été très chaud et très sec, où la zone saharienne est à hiver très froid.

Il a fait l'objet de plusieurs études, **EMBERGER (1952)**, **BAGNOULS** et **GAUSSEN (1953)**, **STEWART (1969)**, **HALIMI (1980)**, **LE HOUEROU (1975)** et **EMBERGER (1930, 1943, 1955 et 1971)** qui ont déterminé les caractéristiques du climat méditerranéen par un été chaud, mais biologiquement sec.

Ces études ont été faites surtout dans la partie Nord de l'Algérie (le centre du pays), l'Atlas saharien et le littoral méditerranéen.

On ne doit pas perdre de vue le remplacement à l'échelle planétaire de cette association d'été sec avec une saison froide pluvieuse et qui constitue d'ailleurs une anomalie (**PEGUY, 1970**).

En effet, et comme le souligne **ALCARAZ (1969)**, le climat était tout le temps à l'origine des caractères physiques fondamentaux. Les termes pour désigner les zones géographiques sont : « Tell, Steppe, Atlas Saharien, Sahara ». En règle générale, on distingue quatre grandes zones climatiques en Algérie occidentale. Elles se trouvent entre la mer et le désert.

La définition de ce climat comporte deux explications : Pour certains explorateurs, le climat méditerranéen reste caractérisé par des étés secs et des hivers doux. Parmi eux, nous pouvons citer : **DEMARTONNE (1926)**, **TURRIL (1929)**, **GAUSSEN (1954)**, **WALTER** et *al.* (1960), **MOONEY** et *al.* (1973), **PAGNEY (1976)** in **DAGET (1980)**.

D'autres chercheurs préconisent et considèrent par contre que le climat méditerranéen est l'expression d'une concentration hivernale de précipitations où l'été est sec. Parmi eux, nous pouvons citer **EMBERGER (1930-1971)**. Nous constatons aussi la position de **CONRAD (1943)**, **SAUVAGE (1960)**, **LEHOUEIROU (1969)**, in **DAGET (1980)**.

D'après **THINTOIN (1910)** et **SELTZER (1946)**, le climat de l'Algérie relève du régime méditerranéen avec deux saisons bien tranchées, l'une très sèche, l'autre relativement humide. Ce climat tend vers une aridité de plus en plus accentuée. Elle se concrétise non seulement par son régime pluviométrique, mais aussi par les très fortes températures estivales, entraînant une intense évapotranspiration. Toute une série de facteurs locaux particuliers comme la proximité de la mer, l'altitude, l'exposition, la forme du relief entraîne une diversification du climat et du paysage.

Le climat de la région de Tlemcen est plus ou moins connu grâce aux travaux effectués par les chercheurs de l'équipe de M^f. **BOUAZZA**.

Les Monts de Tlemcen constituent la partie occidentale de l'Atlas Tellien ; ainsi donc, ils sont soumis à l'influence d'un climat typiquement méditerranéen avec ses deux saisons bien tranchées.

- ❖ Une saison hivernale froide de courte durée.
- ❖ Une saison estivale chaude et sèche de longue durée. Les travaux récents sur l'étude de la végétation steppique menés par **BENABADJI et BOUAZZA (2000)** confirment ces résultats.

Par ailleurs, d'autres études ont été réalisées sur l'Algérie et la région de Tlemcen plus particulièrement. Il convient de citer : **TURRIL (1929)**, **EMBERGER (1930)**, **CONRAD (1943)**, **SELTZER (1946)**, **BAGNOULS et GAUSSEN (1953)**, **SAUVAGE (1961)**, **STEWART (1969)**, **LE HOUEROU et al (1977)**, **QUEZEL et al (1980)**, **ALCARAZ (1982)**, **DJEBAILI (1984)**, **DAHMANI (1984)**, **AIME (1991)**, **BENABADJI (1991-1995)**, **BOUAZZA (1991-1995)**, **HADJADJ-AOUL (1995)** et **BENABADJI et al (2000)**, **HASNAOUI (2008)**, **BARKA (2009)**, **MEZIANE (2010)**, **BABALI (2014)** et **AMARA (2014)**.

II. But de l'étude climatique

Le climat est un facteur déterminant de la zone d'étude. Son irrégularité spatiale et temporelle implique des études de plus en plus fines pour mieux comprendre son action.

Il s'agit de mettre en évidence les relations existantes entre la végétation et les facteurs climatiques.

Dans le cadre de notre travail, l'étude de la bioclimatologie est nécessaire, car cette discipline atteste de l'influence des facteurs climatiques sur le développement de la végétation, notamment l e cortège floristique du thuya.

L'analyse climatique envisagée dans cette étude aura pour objet la détermination de l'étage bioclimatique à partir du climagramme pluviothermique d'**EMBERGER (1955)**, ainsi que la détermination de la période de sécheresse par les diagrammes ombrothermiques de **BAGNOULS et GAUSSEN (1953)**. En plus d'une étude comparative qui va être réalisée entre des données anciennes et nouvelles ce qui nous permettra d'observer son évolution.

Cette étude que nous menons sera d'une grande utilité pour l'analyse de la végétation. Elle est définie à l'aide de données fournies par les diverses stations météorologiques installées dans la région. Ces données sont obtenues dans des conditions standardisées qui tendent à éliminer l'influence des facteurs stationnels.

Il est bien connu que la première difficulté ne réside ni dans le calcul ni dans l'interprétation, mais bien sûr dans la récolte des données et leur vérification.

La situation géographique des postes météorologiques, leur nombre peu élevé et leur emplacement le plus souvent en zone urbaine ne permettent pas une approche bioclimatique idéale. Ce sont cependant les seuls postes utilisés. Les données climatiques ont été fournies par l'Office National de la Météorologie, l'O.N.M.

Pour cette étude, il nous a fallu choisir trois périodes distinctes pour les neuf stations, l'une ancienne (1913-1938) effectuée par SELTZER (1946), l'autre récente (1990-2013). Les deux périodes étaient comparées par une période intermédiaire (1970-1990).

Deux principaux paramètres sont pris en considération, à savoir les précipitations et la température. L'exploitation s'est faite par le biais des calculs d'indices qui peuvent nous fournir le maximum de renseignements et ceci pour mieux observer cette évolution.

III. Méthodologie

III.1 - Choix de la période, la durée et les stations météorologiques

Notre étude bioclimatique a été réalisée sur 09 stations de référence. Elle consiste à exploiter et analyser les données climatiques sur quatre (04) stations dans les Monts de Tlemcen, une seule au centre et 04 autres dans les Monts des Traras.

En Oranie, les précipitations sont irrégulières d'une année à l'autre. Pour observer les fluctuations et les variations climatiques, il est nécessaire de prendre en considération une durée de plus ou de moins de 25 ans et avec des données récentes qui vont être comparées à celles de SELZER (données anciennes), afin d'observer l'évolution.

III.2 - Données géographiques des stations météorologiques

Notre étude bioclimatique a été réalisée sur 09 stations de référence : Tlemcen, Maghnia, Sebdou, Beni Bahdel, Zenata, Beni Saf, Ghazaouet, Nedroma et Fillaoucène pendant les années comprises entre 1970 et 1990 pour ce qui est de la période intermédiaire et entre 1990 et 2013 pour la nouvelle période.

Cette dernière consiste à exploiter et analyser les données climatiques, à savoir les précipitations et les températures ; mais la première difficulté dans ce type d'étude reste au niveau de la situation géographique des postes météorologiques (difficulté d'accès) ainsi que leur nombre assez peu élevé. En outre, nous avons constaté que certaines stations fonctionnent par intermittence.

Le choix de ces stations a été très réfléchi, de telle manière que ces dernières englobent l'ensemble de la zone d'étude (Erreur ! Source du renvoi introuvable.) laquelle présente la localisation des stations climatiques de référence).

Nous nous appuyons principalement sur deux sources, à savoir celle de l'ANRH (Agence Nationale des Ressources Hydriques), de l'ONM (Office National Météorologique) et puis les données recueillies dans la bibliographie.

Il existe deux types de facteurs (hydriques et thermiques); tous deux sont représentés par des paramètres essentiels, l'eau (précipitations) et la température qui sont les principaux éléments déterminants de la vie ; leurs variations saisonnières et géographiques sont responsables de la localisation des divers types de végétations.

Les précipitations jouent un rôle fondamental dans la croissance des végétaux.

- ❖ Les températures qui déterminent leurs effets par les déficiences et les excès agissent sur la réduction de l'efficacité des précipitations. Ces paramètres varient en fonction de l'altitude, de l'orientation des chaînes de montagnes et donc de l'exposition.

Les conditions hydriques et thermiques coexistent dans le temps et dans l'espace. La combinaison des variations de ces deux facteurs permet l'établissement d'une classification des climats.

En Algérie, et notamment au niveau des Monts des Traras, le climat est situé géographiquement dans le bassin méditerranéen où la température est douce en hiver et chaude en été (+26°C en juillet et août à Alger), tandis que les précipitations annuelles sont irrégulières d'une année à l'autre.

L'influence de ces paramètres est certaine sur le développement et la croissance de quelques espèces qui dépendent de certaines valeurs de (m) température minimale.

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

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

III.2.1 - Les facteurs hydriques

III.2.1.1. Les précipitations (pluviométrie)

La pluviométrie est le premier facteur constitutif du climat. Ce facteur agit directement sur la végétation.

D'ailleurs, le développement des végétaux n'est pas lié à la quantité absolue de l'eau disponible, mais plus précisément à la façon dont elle est répartie au cours de leur cycle végétatif (**FEROUANI, 2001**). Cette phénologie permet aux espèces de bien retenir leurs besoins.

DJEBAILI (1978) définit la pluviosité comme étant le facteur primordial qui permet de déterminer le type de climat.

L'analyse de cette pluviosité dans le temps comme dans l'espace reste basée sur les mesures ponctuelles des pluies au niveau des postes pluviométriques installés dans le périmètre de notre étude. En terme régional, la répartition mensuelle définit pratiquement le même régime pluviométrique tel

qu'il est montré dans les tableaux 14,15 et 16 (Annexes) des moyennes mensuelles relatives aux précipitations de nos stations.

L'origine de ces pluies est double :

- ❖ D'une part, il y a « les pluies dues aux vents pluvieux de secteurs Ouest et Nord-Ouest, qui abordent le Maghreb par le littoral durant la saison froide » (**SELTZER, 1946**).
- ❖ D'autre part, il existe aussi « les précipitations orageuses dues aux perturbations atmosphériques qui sont engendrées par les dépressions en provenance des régions Sahariennes surtout à la fin du printemps » (**DUBIEF, 1959**).
- ❖ Ces précipitations varient d'une région à une autre et d'une station à l'autre ; cette variation se concrétise selon trois principaux gradients :
- ❖ Un gradient latitudinal selon lequel la pluviosité diminue du Nord au Sud.
- ❖ Un gradient altitudinal, où la pluie est plus abondante en montagne qu'en plaine (Apport orographique).
- ❖ Un gradient longitudinal qui fait diminuer la pluie de l'Est vers l'Ouest.

Cette étude a été confirmée par **CHAABANE (1993)** qui précise que le gradient pluviométrique est décroissant d'Est en Ouest. Cela est dû au fait que les nuages chargés de pluie et venant de l'Atlantique sont arrêtés ou déviés vers l'Est par la Sierra Nevada en Espagne. Ces nuages sont aussi freinés par la barrière constituée par les hautes montagnes du Maroc qui ne laissent passer que les nuages les plus hauts. Le poste météorologique doit être dans un milieu représentatif de la région, loin de tout obstacle évidemment. Ces mesures se pratiquent selon un régime annuel, saisonnier ou mensuel.

- **Le régime annuel**

Il fait apparaître les variations des précipitations entre une année et une autre.

- **Le régime mensuel**

Il permet d'utiliser le coefficient pluviométrique mensuel qui définit le caractère pluvieux d'un mois par rapport à la somme des précipitations annuelles.

- **Le régime saisonnier**

L'année est divisée en quatre saisons de trois mois chacune. L'hiver (janvier, février, mars), le printemps (avril, mai, juin), l'été (juillet, août, septembre) et l'automne (Octobre, novembre, décembre).

III.2.1.1.1 - Les précipitations moyennes (mensuelles et annuelles)

L'Algérie du Nord est sous l'influence du climat méditerranéen qui est caractérisé par une période froide et humide allant de novembre à mars (hiver) et une période chaude et sèche d'avril à octobre. Les monts de la région de Tlemcen sont caractérisés par une irrégularité spatio-temporelle de la pluviosité. L'orographie (étude du relief) semble être un élément

compensatoire important (**DJEBAILI, 1984**). L'examen du régime des précipitations annuelles des stations d'études nous conduit à une comparaison chronologique de périodes : ancienne, intermédiaire et nouvelle. Les tableaux 14, 15 et 16 (Annexes) récapitulent la tranche statistique pluviométrique pendant les périodes sèches et humides de chaque durée. Une analyse de ces chiffres permet de confirmer une diminution assez significative des précipitations moyennes mensuelles pour les mois de janvier, mars, avril, mai et juin.

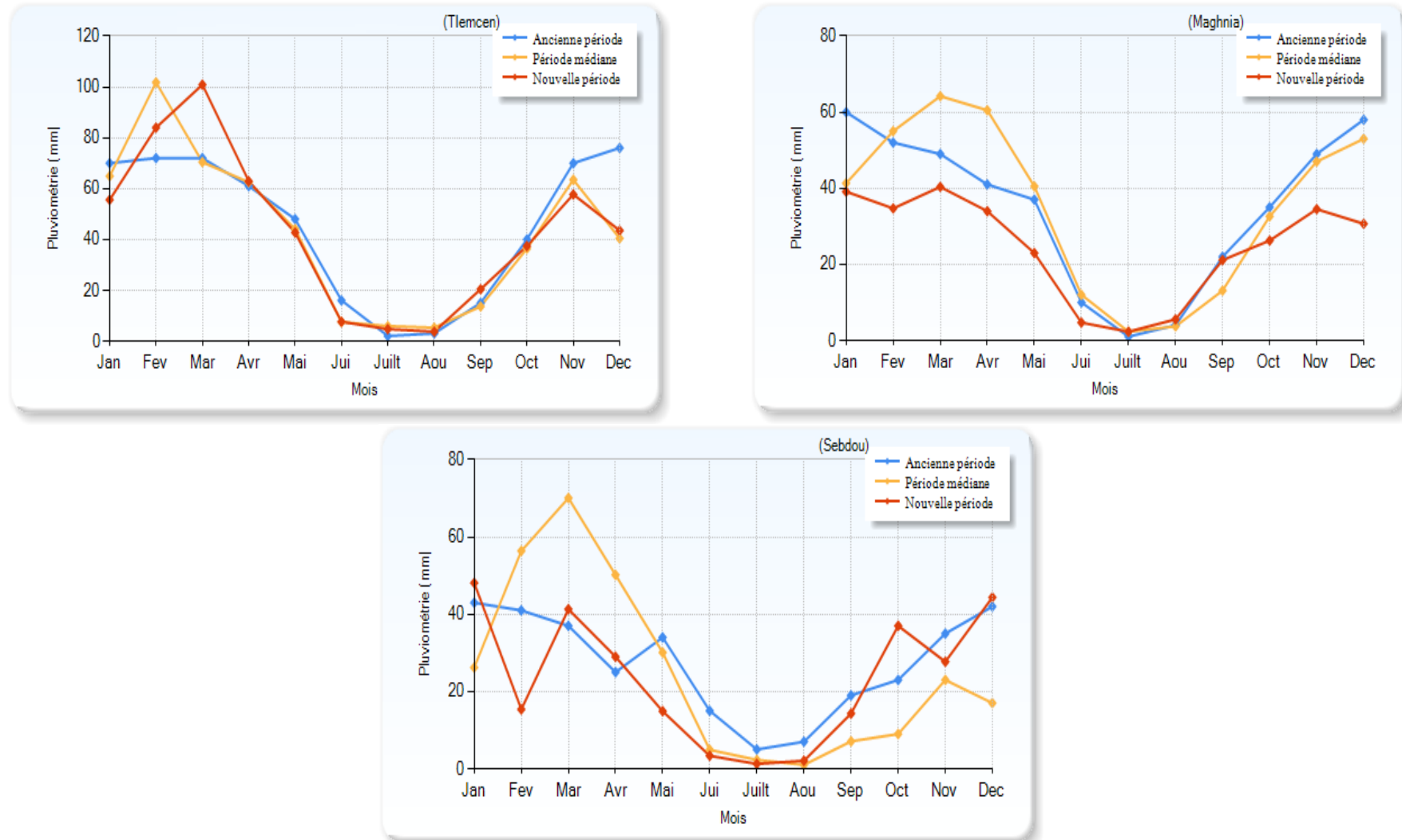


Fig. 35 : Les moyennes mensuelles des précipitations (en mm) des trois périodes (Tlemcen-Maghnia-Sebdou)

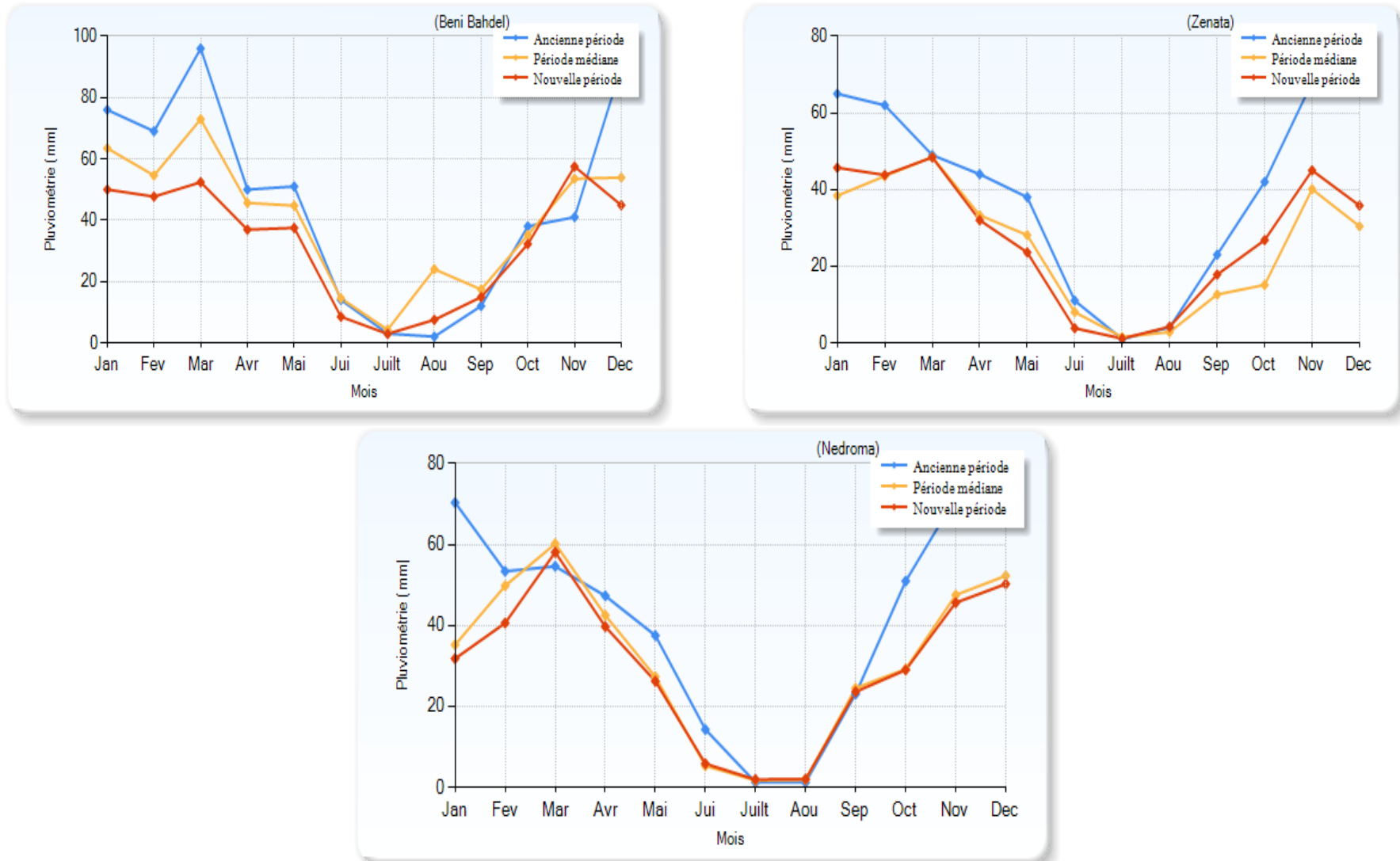


Fig. 36 : Les moyennes mensuelles des précipitations (en mm) des trois périodes (Beni Bahdel-Zenata-Nedroma)

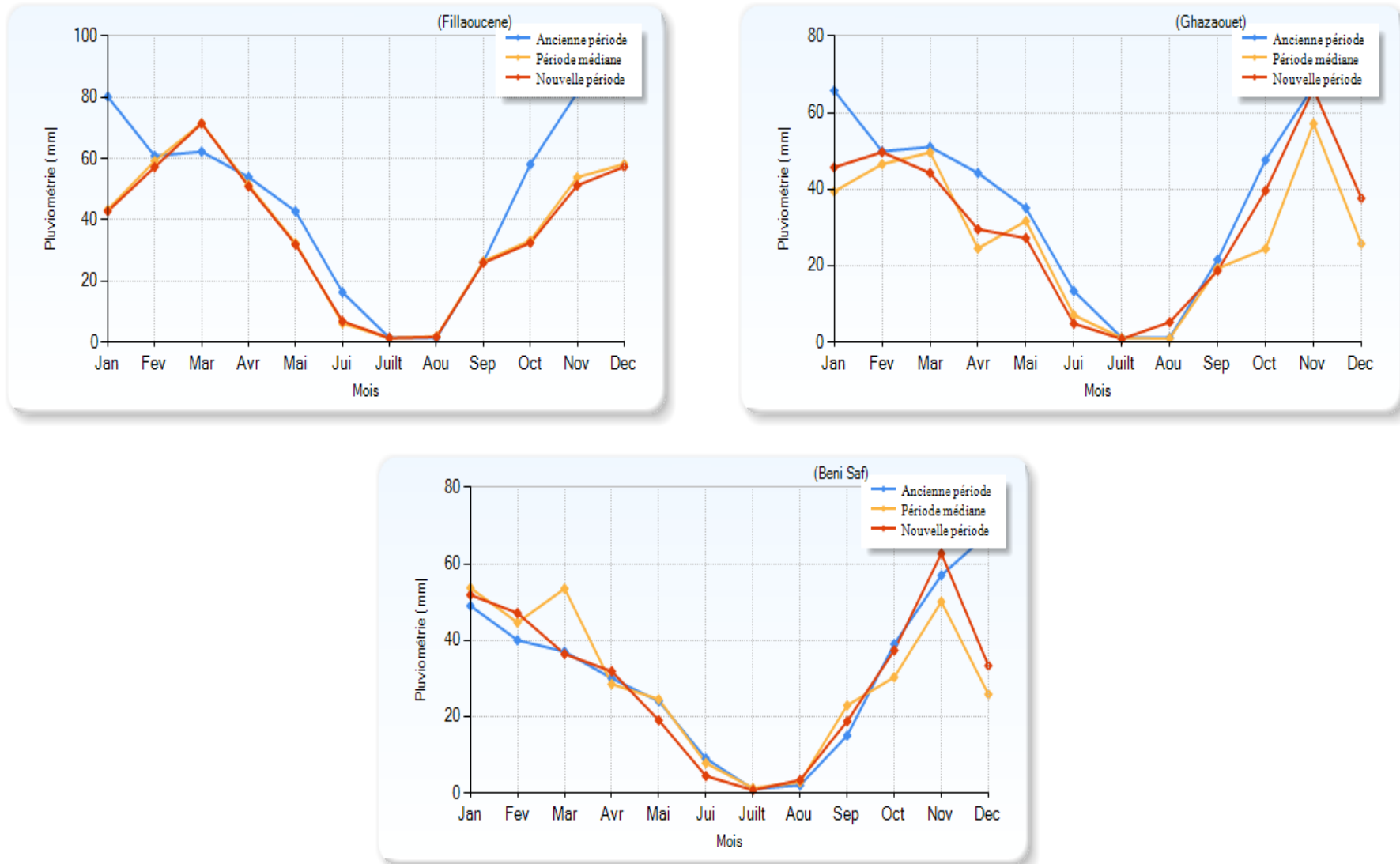


Fig. 37 : Les moyennes mensuelles des précipitations (en mm) des trois périodes (Fillaoucene-Ghazaouet-Beni Saf)

L'analyse de ces tableaux met en évidence l'irrégularité de la répartition des précipitations au niveau de toutes les stations où les données mensuelles et annuelles enregistrent une grande diminution. Ces données montrent des valeurs de précipitations moyennes annuelles enregistrées allant de 569,4 mm/an pour Fillaoucène et 326 mm/an pour Sebdou concernant l'ancienne période (1913-1938).

La période intermédiaire est marquée par un minimum de précipitations moyennes annuelles dans les stations de Sebdou (297,3 mm/an), Zenata (302,3 mm/an) et un maximum dans les stations de Tlemcen (516,3 mm/an), Beni Bahdel (484,12 mm/an) ; par contre, au niveau de la station de Nédroma, nous avons enregistré une moyenne de 377,35 mm/an.

La station la moins arrosée est celle de Sebdou pour les deux périodes. Cette répartition effectuée au cours des mois, joue un très grand rôle dans la répartition de la végétation à travers toutes les stations d'étude, notamment le thuya dans le littoral de Honaïne.

III.2.1.1.2 - Les précipitations moyennes mensuelles

Les précipitations moyennes mensuelles (Fig 45, 46 et 47) font ressortir les points suivants:

- ❖ Une période sèche s'étalant sur trois mois de Juin, Juillet et Août, pour les stations de Sebdou, Zenata, Ghazaouet, Beni Saf et Maghnia.
- ❖ La période la plus arrosée est très variable, elle correspond;
 - Aux mois de janvier, février et mars pour les stations de Tlemcen et Fillaoucène (Périodes ancienne, intermédiaire et nouvelle).
 - Aux mois de décembre, février et mars pour les périodes intermédiaire et nouvelle, novembre, décembre et janvier pour l'ancienne relative à la station de Nedroma.
 - Aux mois de Décembre, Janvier et Mars pour la station de Beni Bahdel (1913- 1938).

Nous pouvons constater aussi que le mois le plus pluvieux pour ces périodes est celui de Janvier (94,9 mm) pour Tlemcen (1970-1990), Beni Saf (51,85 mm) (1913- 1938). Pour Fillaoucène, (1913- 1938), l'enregistrement est de 84,38 mm durant le mois de décembre.

Pour l'ensemble des stations, on observe une grande variabilité des précipitations mensuelles, mais globalement la période humide demeure comprise entre le mois de décembre et celui de Janvier.

III.2.1.2. Régime saisonnier des précipitations

Définie par MUSSET (1935) in CHAËBANE (1993), la méthode consiste en un aménagement des saisons par ordre décroissant de pluviosité, ce qui permet de définir un indicatif saisonnier de chaque station.

Il a calculé la somme de précipitations par saison et a effectué le classement des saisons par ordre de pluviosité décroissante, en désignant chaque saison par son initiale **P.H.E.A.**

P : printemps ; **H** : hiver ; **E** : été ; **A**:automne.

Ps	:	Précipitations saisonnières
Pa	:	Précipitations annuelles
Crs	:	Coefficient relatif saisonnier de MUSSET
Csr	=	Ps x 4 / Pa

La répartition saisonnière est particulièrement importante pour le développement des annuelles dont le rôle est souvent prédominant dans la physionomie de la végétation. Si les pluies d'automne et de printemps sont suffisantes, elles seront florissantes ; si par contre, la quantité de pluie tombée pendant ces deux saisons est faible, leur extension sera médiocre.

Pour délimiter les stations, nous nous sommes basés sur le critère qui définit l'été comme étant le trimestre le plus sec (**DAGET, 1980**) et c'est à partir de là qu'on pourrait définir les autres saisons.

Sur la base de nos données mentionnées sur les tableaux (14, 15, 16 et 17), les massifs (Monts de Tlemcen et Monts des Traras) présentent quatre types de régime de précipitations, aussi bien pour l'ancienne, l'intermédiaire et la nouvelle période de type **HAPE**, **HPAE**, **HPEA** et **PHAE**. Nous observons une prédominance de pluies hiverno-printanières pour la plupart des stations à travers les trois périodes, il s'agit d'un type qui reflète un régime semi-continentale. L'abondance pluviale est marquante en hiver et au printemps puis elle est suivie d'une sécheresse estivale.

Dans ce cas-là, nous pouvons dire que les régimes saisonniers ont une relation directe avec la dynamique du tapis végétal. Cette répartition de pluies à travers le paysage naturel permet aux espèces végétales la reprise de leur activité biologique.

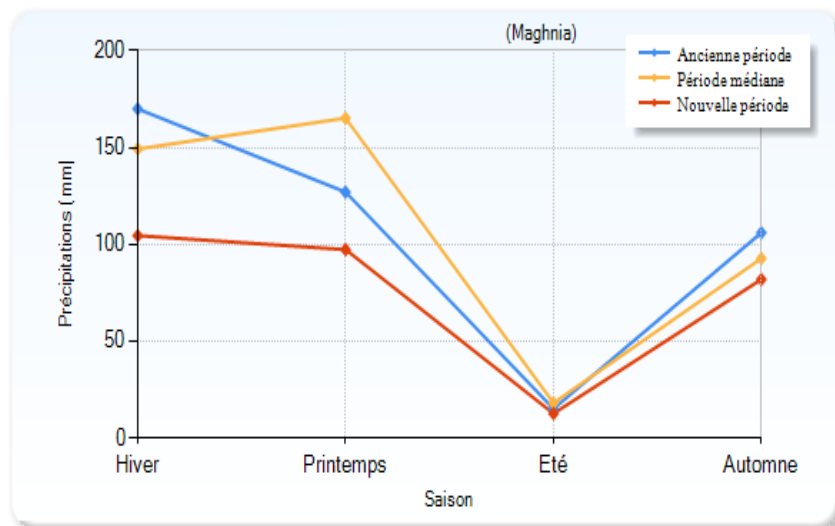
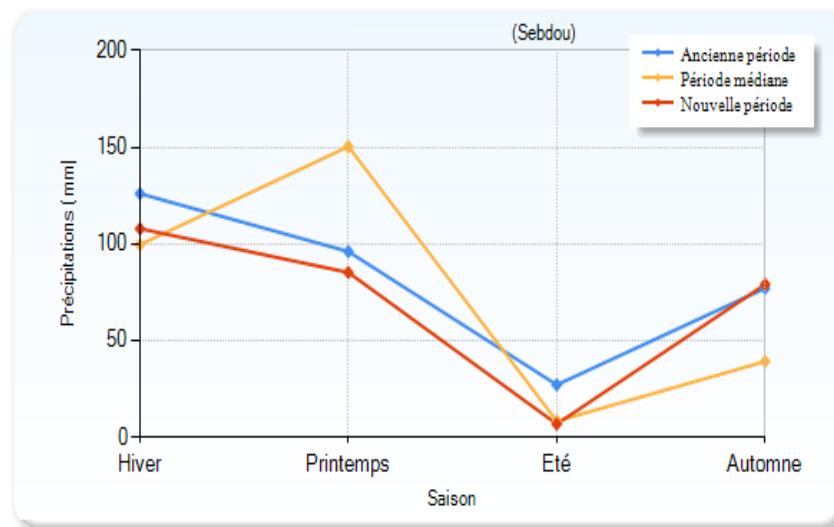
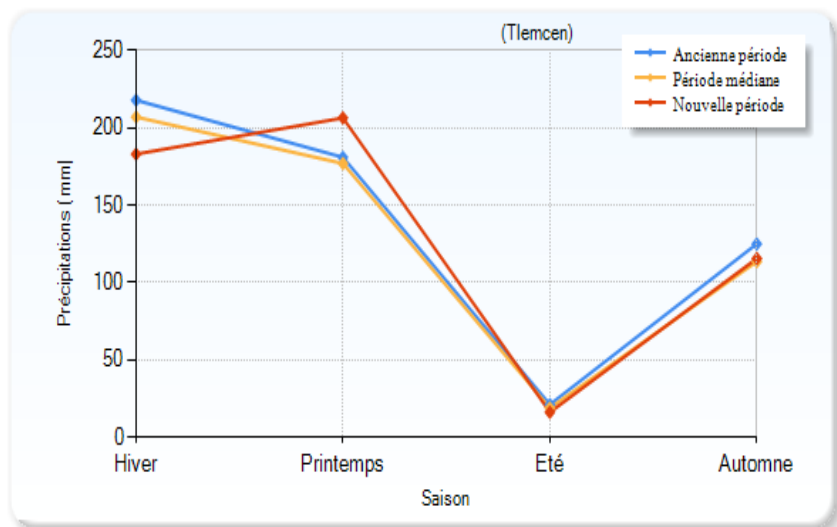


Fig. 38 : Régime saisonnier de Musset des trois périodes (Tlemcen-Sebdou-Maghnia)

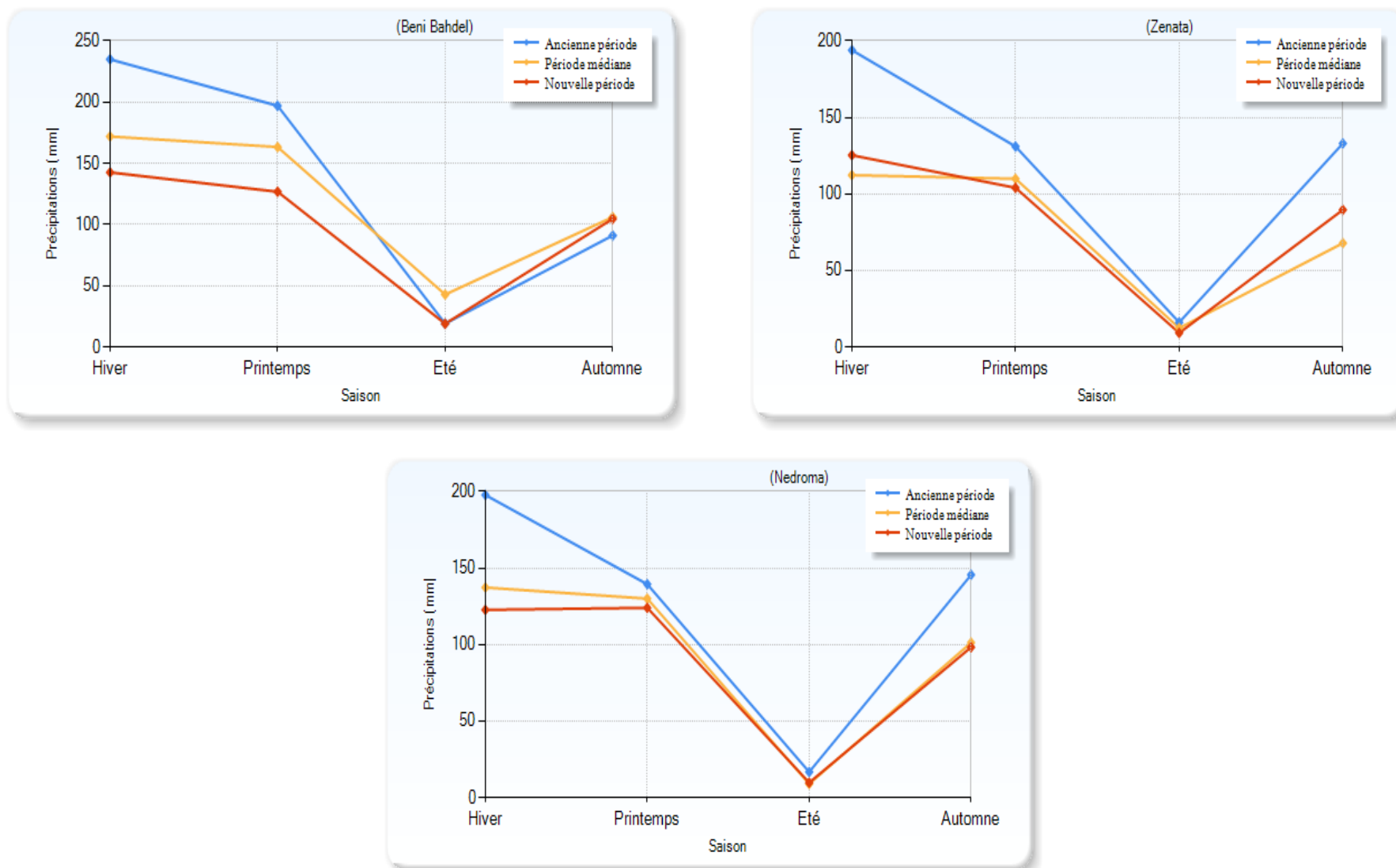


Fig. 39 : Régime saisonnier de Musset des trois périodes (Beni Behdel-Zenata-Nedroma)

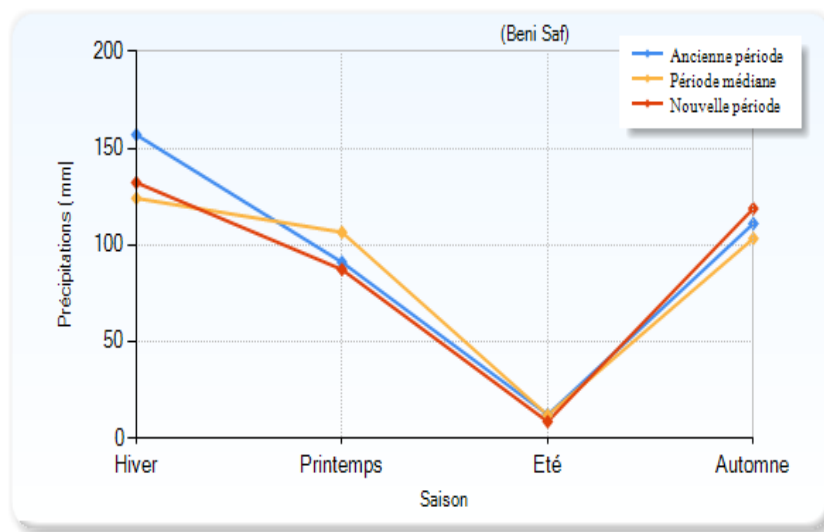
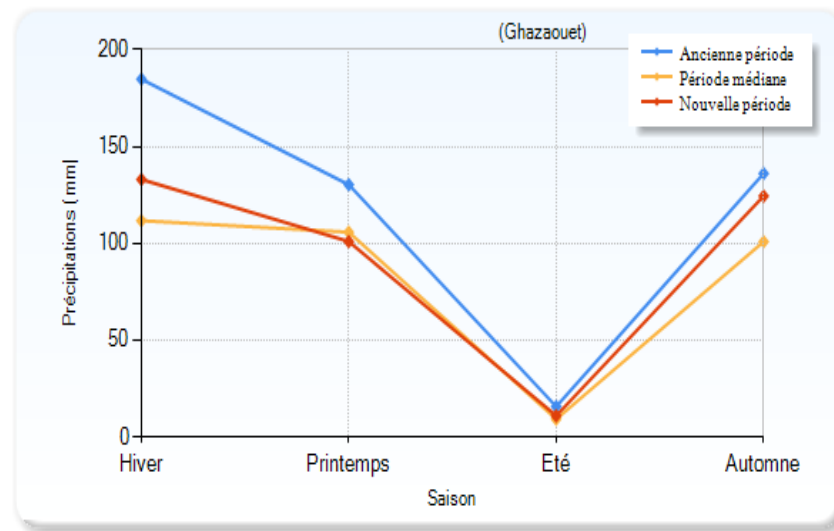
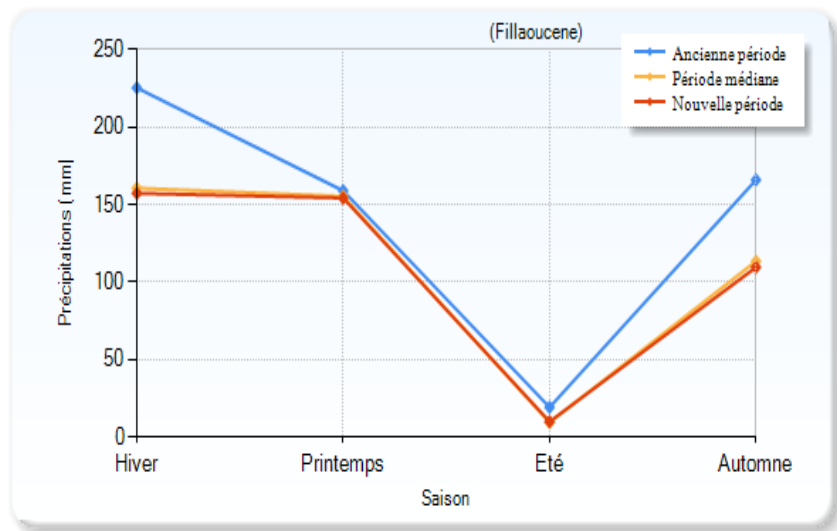


Fig. 40 : Régime saisonnier de Musset des trois périodes (Fillaoucene-Ghazaouet-Beni Saf)

III.2.1.2.1 - Autres types de précipitations météoriques

Pour les autres éléments : évaporation, vents et lumière, l'analyse des données disponibles permet de compléter les interprétations.

Enneigement

Les neiges, autrefois très fréquentes, deviennent de plus en plus rares et elles restent très aléatoires. Elles varient d'autant plus d'une année à l'autre et que le total moyen annuel est faible. Sur le littoral oranais, la neige est très rare, mais point inconnue. D'une manière générale, la neige fait son apparition à partir de 600 m d'altitude. À mesure que l'on gagne de l'altitude, elle devient de plus en plus fréquente.

On note ces dernières années dans la zone d'étude, un enneigement aux mois de décembre et de janvier avec des épaisseurs variables suivant l'altitude. Pour les Monts de Tlemcen, l'épaisseur de la couverture neigeuse varie entre 15 et 30 cm. Le maximum a été enregistré à Beni Bahdel avec 1,5 m. Ces valeurs coïncident avec la pluviosité et l'altitude. Toutefois, les jours de neige et la durée au sol sont liés à la valeur de m (**DAHMANI, 1984**).

Bien que la couche de neige ne dure pas longtemps, on note toutefois que quelques plaques résistent plus longtemps dans les Monts de Tlemcen sur le replat des versants et dans les bas-fonds exposés au Nord. Mais l'une des caractéristiques de ces neiges est qu'elles sont humides et collantes, chose qui facilite leur adhésion aux branchages et feuilles persistantes de quelques espèces arborescentes sempervirentes.

- **La grêle :**

C'est une forme de précipitations solides, capables de provoquer des dégâts considérables sur les cultures et la végétation.

Elle est fréquente, surtout pendant le début du printemps. Les risques de grêles sont à craindre à partir du mois de décembre à mars pour la majorité des stations d'où il a été dénombré annuellement trois jours de chute de grêle.

- **Les gelées (Noires et blanches) :**

Ce sont des refroidissements nocturnes qui se forment en temps clair et calme, nonobstant la présence de températures basses.

Ces gelées s'avèrent particulièrement dangereuses pour les jeunes pousses, elles surviennent en hiver et au printemps, et croissent avec la continentalité. Les espèces sensibles et fragiles sont facilement éliminées au profit des maquis aux environs de Sidi Djilali (**BOUAZZA, 1995**).

- **Le brouillard :**

Le brouillard, dans sa définition la plus simple, est un léger et humide nuage qui repose sur le sol. Il est fréquent surtout sur les hauteurs des Monts de Tlemcen entre le mois de décembre et la fin d'avril.

- **L'humidité atmosphérique :**

Ses effets sont bénéfiques aux végétaux en réduisant leur transpiration. L'influence de l'humidité atmosphérique n'est considérée que dans les stations d'altitude pour notre cas. Nous avons à titre d'exemple les stations de Zenata, Fillaoucène et Beni Bahdel.

Elle montre nettement la dominance hygrographique des continents en hiver sur le littoral, et inversement les zones marines sur le relief en saison estivale. Compte tenu, d'une part la proximité des bassins par rapport à la mer avec l'influence des masses d'air atlantiques très chargées en vapeur d'eau en hiver et d'autre part par l'humidité relative dans cette zone n'excédant pas la barre des 50 %.

III.2.2 - Les facteurs thermiques

C'est le second facteur constitutif après la pluviométrie. La température influe sur le climat et joue un rôle déterminant dans la vie végétale.

La connaissance des températures dans une région ainsi que la maîtrise de leurs variations sont autant d'éléments fondamentaux qui conditionnent les potentialités hydriques, particulièrement par l'effet de l'évapotranspiration en matière de bilan hydrique. Les observations climatiques sont irrégulièrement effectuées généralement, surtout en ce qui concerne la température à l'échelle horaire ou journalière.

D'une manière grossière et conformément au but de notre étude, les données ont aisément été réajustées à l'échelle mensuelle ou annuelle, chose qui nous a permis d'affiner convenablement ce paramètre en terme de connaissance des caractéristiques climatiques de la région.

Puisque quelques stations sont orientées face au littoral, elles subissent l'influence des perturbations complexes du régime méditerranéen. Les températures y sont irrégulières et variables avec minimas relatifs mensuels en hiver, et l'absolu en janvier et février avec des valeurs avoisinant 1°C. Le maximum étant situé en juin avec une température de 42°C sensiblement élevée, comme c'est le cas pour l'ensemble des zones de l'Ouest du pays.

III.2.2.1. La température

La température intervient dans la phénologie des plantes ; la reproduction et la répartition biogéographique. Elle est aussi, un élément écologique fondamental.

PEGUY (1970) la définit comme une qualité de l'atmosphère et non comme une grandeur physique mesurable. **ESTIENNE et al. (1970)**, précise que la température règle les modalités de la météorisation des roches. Elle conditionne l'évaporation physique et physiologique et intervient largement dans le régime des cours d'eau ; tout en fixant aux êtres vivants des limites plus ou moins strictes dans le domaine de la répartition.

Il est nécessaire de maîtriser le contrôle des variations des températures pour mieux situer les seuils de régulation des réserves hydriques. Contrairement aux paramètres des précipitations,

les variations des températures sont généralement régionalisées suivant les régimes barométriques qui conditionnent le transfert énergétique par les masses d'air. Sous cet aspect, la température moyenne varie peu pour un espace plus ou moins homogène de faible étendue, comme c'est le cas de la région de Tlemcen.

Néanmoins, ces variations thermiques demeurent significatives à l'échelle temporelle, la raison qui nous incite à mieux distinguer les différentes amplitudes diurnes, saisonnières et annuelles.

• **Les variations diurnes :**

Elles correspondent à un rythme chaud le jour et froid la nuit. Leur rôle est secondaire pour la vie des plantes. Par exemple, les cyprès et cèdres des montagnes ne gèlent qu'à -18°C ou même à -20°C , les feuilles du chêne vert à -16°C .

• **Les variations mensuelles et annuelles :**

Elles sont utilisées pour établir des lignes isothermes, soit par an, soit par mois. Elles sont généralement établies en janvier qui est le mois le plus froid et en juillet, le mois le plus chaud. Elles se déroulent entre des minima et des maxima (**EMBERGER, 1930**).

C'est ainsi que plusieurs auteurs reconnaissent aux facteurs thermiques, et plus spécialement à la moyenne des minima « **m** », cette importance capitale : **EMBERGER (1936)**, **SAUVAGE (1963)** et **ALCARAZ (1969)**.

L'une de nos préoccupations dans ce travail est de montrer l'importance des fluctuations thermiques dans l'installation des espèces thermophiles, à l'instar de *Tetraclinis articulata*, *Calycotome intermedia*, *Chamærops humilis*, *Cistus salvifolus* qui caractérisent la matorralisation de la zone d'étude. Les renseignements de base de ce travail ont été empruntés au précis de **SELTZER (1946)**. Cependant, les difficultés rencontrées dans l'étude de la température résident dans le manque des données des neuf stations.

III.2.2.2. Critères thermiques utilisés en bioclimatologie

Dans notre région, nous sommes confrontés à un problème de « **m** » contrairement au « **M** » (excès de chaleur). **EMBERGER (1955)** s'est intéressé aux extrêmes thermiques qui se caractérisent par des variables :

M : Moyenne des maxima du mois le plus chaud.

m : Moyenne des minima du mois le plus froid.

M - m : Amplitude thermique ; exprime la continentalité.

Il a défini les seuils thermiques en rapport avec les grands types de végétation et par conséquent, il a déterminé les variantes thermiques suivantes :

La caractérisation de la température dans un milieu donné se fait généralement à partir de la connaissance d'au moins quatre variables qui sont les suivantes :

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

En effet, à l'échelle annuelle, l'ensemble des stations étudiées subit deux grandes saisons caractéristiques aux termes des températures qui semblent partager le cycle climatique en deux périodes nettement inégales et irrégulières. Une période semestrielle continentale froide qui s'étend de novembre à mars, dont la température est moyenne, et une autre modérée à sèche et chaude en période estivale.

La proximité de l'influence de la mer comme la station de Ghazaouet et Beni-Saf fait que les températures saisonnières, régulées durant tous les mois de l'année, ne s'abaissent jamais en dessous de 0°C ; d'où l'absence de formation au cours de toute l'année de gelées ou de verglas.

Les températures minimales et maximales présentent une distribution mensuelle selon un régime saisonnier régulier.

Dans la région de Tlemcen, janvier est le mois le plus froid de l'année. La période froide s'étale sur les mois de décembre, janvier et février. L'hiver reste doux et le gel exceptionnel alors qu'il devient de plus en plus rude vers l'intérieur de l'Oranie, surtout en raison des basses températures nocturnes. Les valeurs les plus basses de (m) peuvent atteindre 1,5 °C pour la station de Sebdou durant l'ancienne période, 3,28 °C pour la station de Beni Bahdel en nouvelle période. Cette étude nous permet de constater que les valeurs de (m) diminuent au fur et à mesure que l'on pénètre à l'intérieur de la région. La valeur calculée est due à l'effet de l'éloignement de la mer; plus on avance vers l'intérieur des terres et plus l'influence maritime diminue.

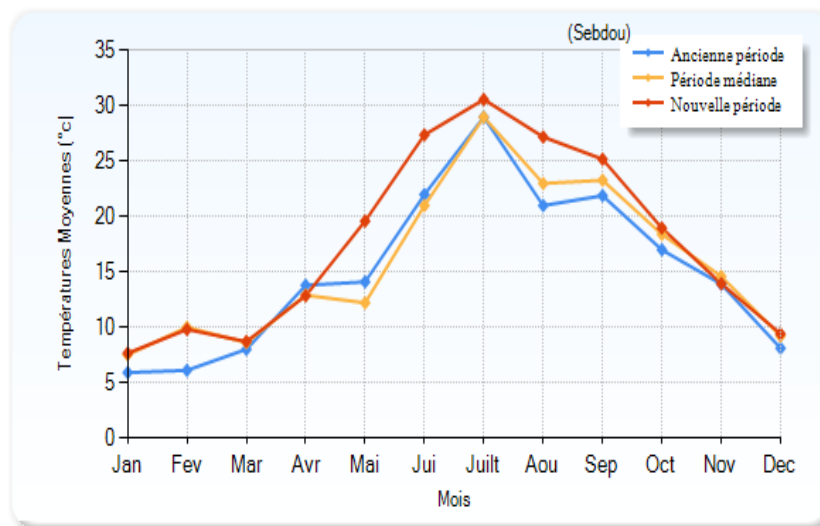
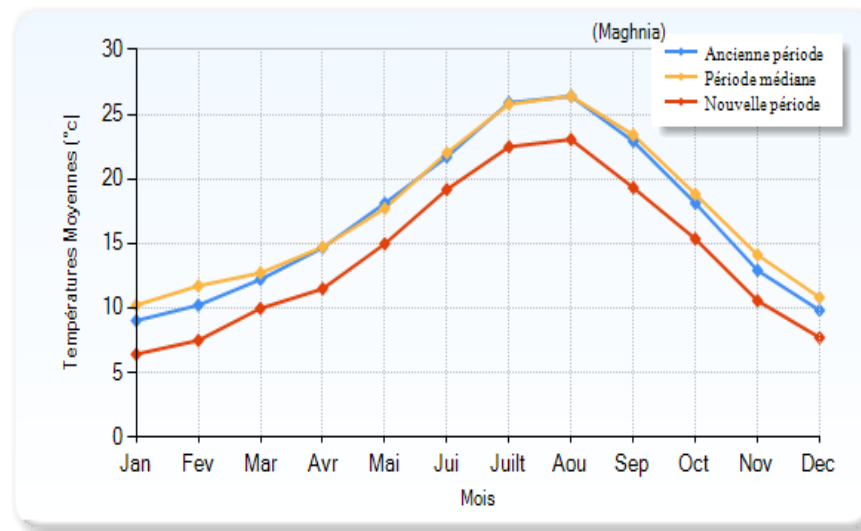
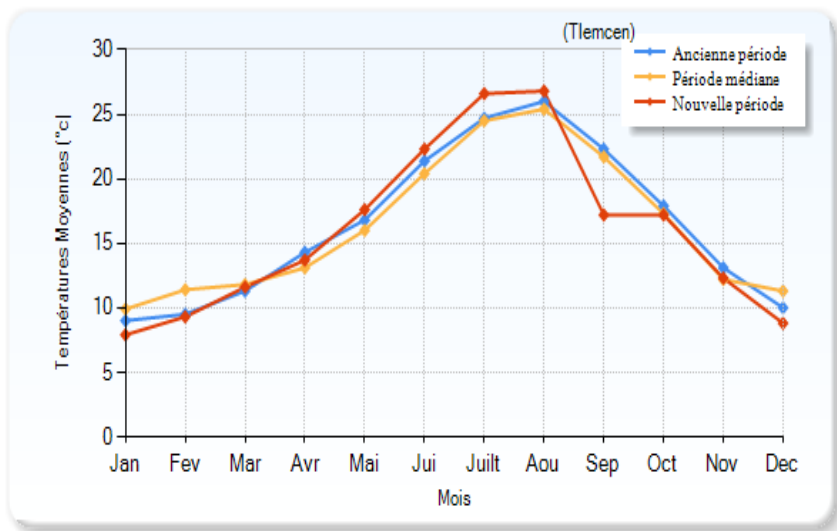


Fig. 41 : Moyennes mensuelles des températures (en °C) des trois périodes (Tlemcen - Maghnia- Sebdou)

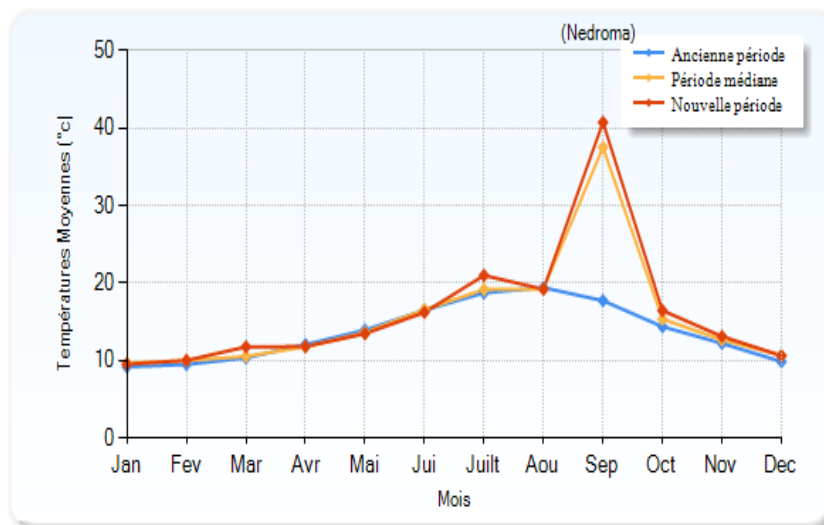
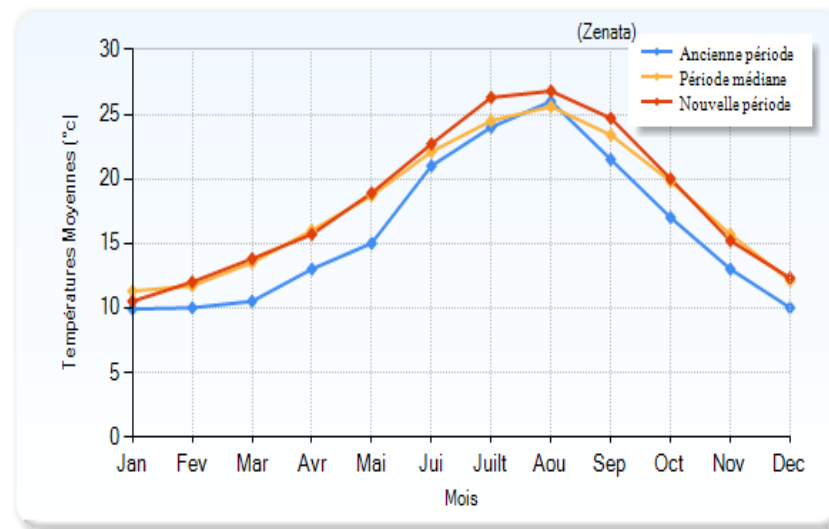
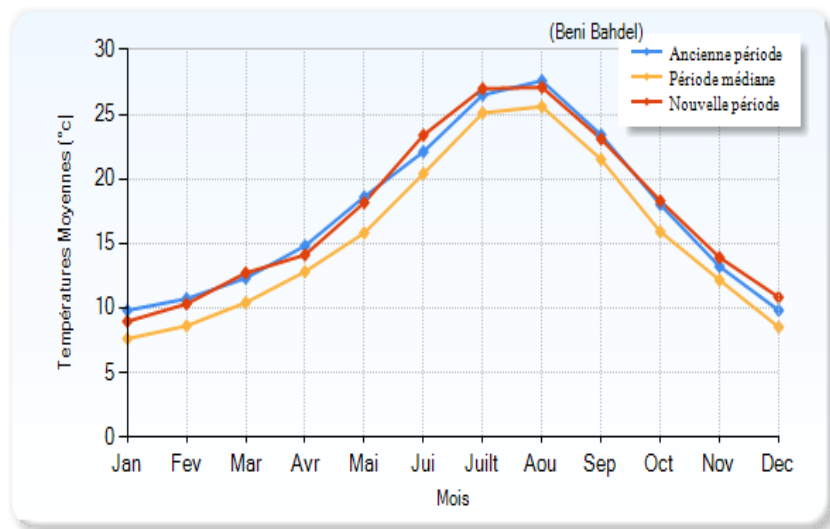


Fig. 42 : Moyennes mensuelles des températures (en °C) des trois périodes (Beni Behdel - Zenata- Nedroma)

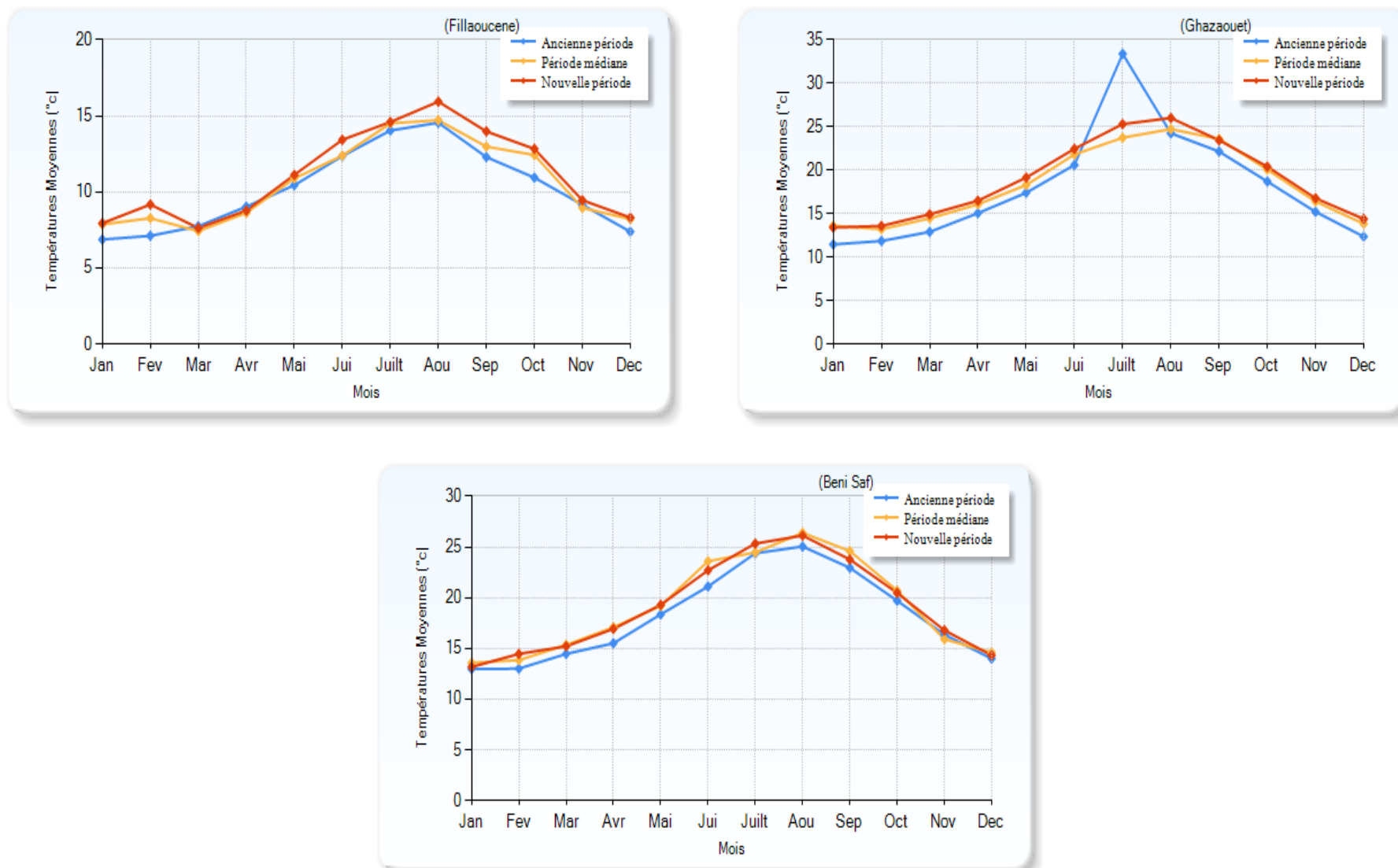


Fig. 43 : Moyennes mensuelles des températures (en °C) des trois périodes (Fillaoucene - Ghazaouet- Beni Saf)

L'examen de ces températures nous amène à distinguer une variation chronologique des minima et des amplitudes thermiques.

L'étude comparative entre ces trois périodes permet de situer les températures moyennes les plus basses durant le mois de janvier, variant entre 1,5°C (Sebdou) et 9,1°C (Beni Saf) pour ce qui est de l'ancienne période. Pour la nouvelle, 3,28°C (Beni Bahdel) et 9,73°C (Beni Saf).

Pour les températures moyennes les plus élevées, elles se situent au mois d'août. Elles sont situées entre 17,4°C pour Fillaoucène et 33,9°C pour Sebdou (1913- 1938) et entre 20,4°C pour Fillaoucène et 36,75°C pour Sebdou (1990-2013).

Au moment où la période intermédiaire montre que le minima est situé entre 3,3°C et 10,77°C dans les stations de Beni Bahdel et Beni Saf, le maxima est par contre de 32,7°C au niveau de la station de Tlemcen et 30,05°C dans la station de Beni-Saf.

Les maxima d'été atteignent 36,75 °C (Sebdou) pour la nouvelle période et, celle de l'hiver, il y a seulement 17,4°C (Nedroma) durant l'ancienne période.

Dans les stations littorales, les maxima moyens sont repoussés vers le mois d'Août, tandis que le mois le plus chaud correspond au mois de Juillet. Les valeurs les plus importantes de (M) sont de 34,57°C (Tlemcen) durant la nouvelle période, 33,8°C (Zenata) toujours (nouvelle période), 32,7°C (Maghnia) en période intermédiaire et 31,6°C (Beni Bahdel) ancienne période.

En effet, dans toute la zone d'étude, ces moyennes divisent l'année en deux saisons. Une saison froide de décembre à avril, et une saison chaude, de mai à octobre. Nous remarquons que les mois de juillet et d'août sont les plus chauds et ceux de janvier et décembre sont les plus frais.

L'amplitude thermique est comprise entre 37,53°C (Nedroma) et 12,39°C (Fillaoucène) en période intermédiaire . Selon les données de **SELZER**, le " m " est de 1,5 °C (Sebdou) et 1,7 °C (Beni Bahdel) durant l'ancienne période, 3,3 °C (Beni Bahdel) et 3,8°C (Sebdou) en période intermédiaire, 3,28 °C (Beni Bahdel) et 3,3°C (Tlemcen et Maghnia) en nouvelle période. Elle représente l'un des facteurs qui caractérisent le type de climat de notre région. L'analyse des écarts thermiques dans la majorité des stations nous montre des températures assez élevées durant la saison sèche s'étalant sur 5 à 6 mois entre les mois de mai et septembre. Nous observons un maximum de 37,53 °C (Nedroma) pour la période intermédiaire et 29 °C (Sebdou) pour les périodes intermédiaire et actuelle.

III.2.3 - Les facteurs mécaniques

III.2.3.1. Régime des vents

Le vent est l'un des éléments les plus caractéristiques du climat, car la sensation de chaleur ou le transfert d'énergie dépendent principalement et dans une large mesure de sa force. C'est un facteur écologique de premier ordre par les effets directs ou indirects qu'il exerce sur la répartition du couvert végétal.

SELTZER en 1946, ajoute aussi que les vents forts augmentent l'évapotranspiration tout en éliminant l'humidité. Le vent au sol est fortement influencé par les conditions topographiques.

La dissémination, la destruction, le dessèchement, la formation et la forme sont responsables du façonnement du relief. Ces phénomènes naturels influencent le climat en accentuant les effets des autres éléments tels que : la température, l'humidité et les précipitations.

Dans cet aspect, il est jugé nécessaire de donner un aperçu sur les directions du vent tout en proposant en moyenne la rose des vents probables de quelques stations, projetée selon différentes données recueillies auprès des organismes compétents en la matière. De manière générale, le tableau 20 met en évidence les variations locales du vent en matière de direction dans la région oranaise. La période d'observation exploitée pour ce paramètre reste en effet fragmentaire.

Cependant, il a été possible d'étendre la série de données pour pouvoir mieux valoriser les résultats en s'inspirant notamment des anciennes archives et annuaires comportant différentes sources techniques et scientifiques.

• L'action des vents

Par leurs fréquences, leurs intensités, leurs vitesses, leurs températures et leurs degrés hygrométriques, les vents exercent sur la végétation une influence considérable.

Ils constituent bien plus encore une menace sérieuse quant à la reprise des plantations qui viennent d'être réalisées et pour les boisements jeunes dont les racines n'atteignent pas encore les horizons profonds, les plus frais du sol (**LETREUCH, 1981**). Les vents les plus dominants dans notre région sont ceux provenant du Nord-Ouest.

– **Vents du Nord-Est** : leurs influences desséchantes se font ressentir surtout en été. Toute la région dans son versant Nord-Est est soumise à l'influence de la brise marine, ce qui explique la présence de formations végétales remarquables dans ce versant (**BENABDELI, 1983**).

– **Vents du Nord-Ouest** : Pendant l'hiver, « le vent soufflant par rafales glaciales du Nord-Ouest et les arbres à feuilles caduques donnent à la région de Tlemcen un aspect diversifié (Arbre, arbuste, herbe).

Dans la zone d'étude, les vents forts se produisent en général au début et à la fin des saisons pluvieuses, soit au mois de décembre, soit au mois de mars pour atteindre le maximum au mois d'avril. Ils sont influencés par la présence de la mer surtout sur les fortes altitudes des Monts des Traras. La vitesse et la fréquence des directions de ces vents enregistrées au niveau de nos stations météorologiques indiquent que le vent du Nord est présent pendant toute l'année, avec quelquefois du vent du sud-Ouest.

Par contre, les mois relativement calmes se traduisent par un temps plutôt ensoleillé avec de grandes chaleurs, où seules les brises de terre ou de mer peuvent constituer des circulations atmosphériques à l'échelle locale. Il s'agit en fait des mois d'été (juillet en général) où la vitesse du vent n'est pas significative en terme de force énergétique, mais plutôt de transfert de fraîcheur vers le continent ou vers le haut relief, comme c'est le cas de notre zone.

Prenant un exemple des stations de Tlemcen et Ghazaouet.

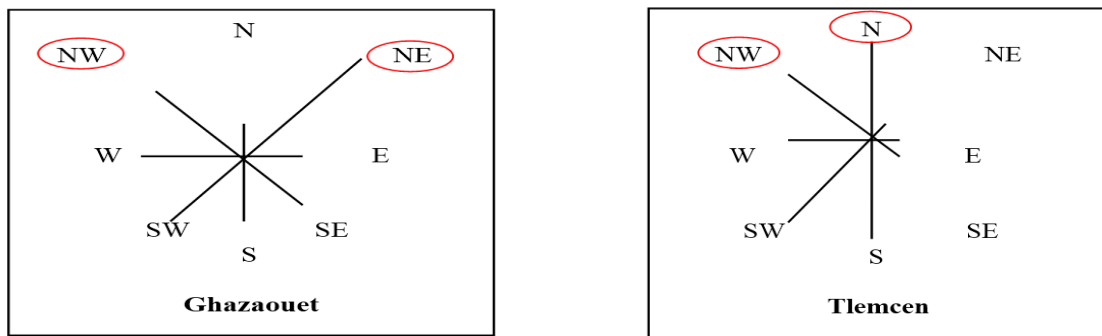


Fig. 44 : Roses des vents de quelques stations de l'Ouest algérien (BOUABDALLAH, 1991)

– Les vents dominants sont surtout ceux du Nord-Est et à un degré moindre ceux du Nord-Ouest. (La station de Ghazaouet se trouve sur le littoral et subit donc l'influence de la mer).

– Pour la station de Tlemcen, ce sont surtout les vents du Nord et du Nord-Ouest qui sont les plus fréquents. (Piémont, Nord Tellien).

La répartition mensuelle du vent présente généralement deux pics au cours de l'année, se localisant aux mois de novembre et février. Ces pics sont nettement dominés par un vent maximum, relativement fort au mois d'avril.

À l'échelle moyenne quotidienne, le vent, bien qu'il soit faible à modéré durant la journée reste très variable dans toute la région, du fait que la proximité de la mer influe directement sur le relief en créant un système de circulation d'air qui s'inverse en fonction des variations thermiques diurnes.

En effet, au cours d'une journée, notamment le matin, le continent en relief (Maghnia, Sebdou, Beni Bahdel et Zenata) est plus froid que la mer. Il a tendance à se réchauffer plus vite que la zone du littoral (Nedroma, Fillaoucène, Ghazaouet et Beni Saf), entraînant ainsi un gradient thermique d'autant plus fort que la force du vent est importante (brise de mer). Le taux de fréquence globale varie de 57 % à 68 % pour Tlemcen (BOUABDELLAH, 1991).

La situation s'inverse en fin d'après-midi en raison de l'absorption par la mer d'une grande masse de chaleur pendant le jour, en se réchauffant à son tour pour provoquer par opposition un gradient thermique qui conditionne la direction du vent dans le sens contraire (brise de terre).

• **Siroco** : C'est un vent chaud et sec à pouvoir desséchant élevé par l'augmentation brutale de la température et l'abaissement de l'humidité de l'air. En Algérie, il est lié aux perturbations de nature orageuse. Il souffle en été, période de repos estival pour la végétation annuelle et autre.

Il est plus fréquent à l'Est qu'à l'Ouest de notre région. Lorsqu'il souffle au moment où la végétation est en pleine activité, il cause des dégâts plus ou moins importants, notamment sur les jeunes plantes (DJEBAILI, 1984).

IV. Synthèse bioclimatique

Les facteurs climatiques n'ont pas une véritable indépendance en météorologie et en écologie (SAUVAGE, 1960-1963), d'où l'intérêt de formules climatiques proposées par des auteurs pour une étude synthétique du climat.

Les différentes synthèses climatiques n'étant pas récentes, les auteurs se sont toujours préoccupés de combiner les données climatiques dans le but de caractériser et de classer les différents types de climats. Elles peuvent rendre compte au mieux du comportement de la végétation ainsi que l'évolution des sols, ceci d'une part. D'autre part, c'est le fait de « mettre en évidence les zones homoclimatiques où les conditions climatiques de la croissance et de la production végétale sont sensiblement identiques » (LE HOUEROU, 1975).

IV.1 - Indice de sécheresse estivale

Cet indice est exprimé par le rapport de la pluviosité « PE » sur la moyenne des maximas du mois le plus chaud « M ».

Si la sécheresse estivale n'est pas accentuée, un climat météorologiquement méditerranéen peut ne pas être écologique ni biologique (EMBERGER, 1942). Ce même auteur ajoute que la valeur de l'indice de sécheresse ne doit pas excéder le nombre de sept (7) pour le climat méditerranéen. DAGET en 1977 limite cette valeur au nombre de cinq (5).

Cette intensité de sécheresse peut être évaluée par l'indice suivant :

$$I_s = P \text{ mm} / M$$

I_s : indice de sécheresse estivale.

P : Total des moyennes des précipitations estivales en mm.

M : Moyenne des maximas thermiques de la période estivale, en °C

ALCARAZ (1969) montre qu'en Oranie, certaines espèces végétales peuvent s'accorder avec la valeur de $I_s < 2$. BENABDELLI (1983) précise que les valeurs de l'indice de xéricité permettent de vérifier les régimes pluviométriques. Si I_s est inférieur à 1, cela indique que la sécheresse dépasse la période estivale. La sécheresse est de plus en plus accentuée, d'où l'instauration d'un climat sec, surtout en période estivale.

La valeur de l'indice de sécheresse permet de confirmer les régimes pluviométriques. Cet indice qui caractérise les stations de Tlemcen, Maghnia, Sebdou, Beni Bahdel, Zenata, Nedroma, Fillaoucène, Ghazaouet, et Beni Saf, reste très faible. Il est inférieur à 1 au cours des trois périodes, sauf à Beni Bahdel (1970-1990) où il est de 1,24 et à Fillaoucène (1913- 1938) avec 1,09. Ceci peut confirmer les fortes chaleurs de la saison sèche et la rareté des pluies estivales et c'est là une des caractéristiques du climat méditerranéen.

Dans notre zone d'étude, les valeurs de la sécheresse estivale des stations où se développent les espèces principales à matorral varient entre 0,18 et 1,24 pour la station de Sebdou (pour la nouvelle période) et Beni Bahdel (1970-1990).

L'intervalle de l'indice de sécheresse trouvé par **ALCARAZ (1969)** pour *Tetraclinis articulata* ($0,40 < I_s < 0,91$) est nettement moyen par rapport à nos résultats. Cette remarque est aussi observée pour les valeurs de « **I_s** » des espèces qui font partie des groupements à *Tetraclinis articulata* dans la zone d'étude, sauf les trois espèces *Stipa tenacissima*, *Ampelodesma mauritanicum* et *Thymus ciliatus subsp coloratus* qui varient entre 1,23 et 1,38:

D'après les valeurs mentionnées dans le tableau 22, *Tetraclinis articulata*, *Chamærops humilis*, *Calycotome spinosa*, et *Ziziphus lotus* paraissent mieux adaptées à la sécheresse estivale par rapport aux autres espèces, telles que *Quercus ilex* et *Juniperus oxycedrus*.

IV.1.1 - Indice xérothermique

Cet indice tient compte du nombre de jours sans pluie, de l'état hygrométrique de l'air et des jours de brouillard et de rosées.

Les climatologues définissent l'indice xérothermique comme étant l'indice de sécheresse par rapport aux maxima.

$$I_s = P/M$$

P : Précipitations **M** : Température

En fonction des limites de **DEBRACH (1953)**, on peut proposer une classification thermique de quatre types.

Climat insulaire	M - m < 15°C
Climat littoral	15°C < M - m < 25°C
Climat semi-continental	25°C < M - m < 35°C
Climat continental	35°C < M - m

L'amplitude thermique extrême moyenne « **M - m** » est un élément climatologique qui intervient dans le calcul du quotient pluviométrique d'Emberger.

Elle exprime la continentalité permettant de tenir compte de l'évaporation d'une part. D'autre part, elle est fonction d'un certain nombre de facteurs, tels que : Le taux de recouvrement végétal, la physionomie et les vents. **BAGNOULS** et **GAUSSEN** ont procédé à une classification des climats basée sur deux séries de gradients : le gradient thermique et le gradient xérique. Les climats méditerranéens appartiennent aux climats chauds avec les variables suivantes :

- 0 – 40** → Climat xéro-thermoméditerranéen
- 40 – 75** → Climat thermoméditerranéen accentué
- 75 – 100** → Climat thermoméditerranéen atténué
- 100 – 125** → Climat mésoméditerranéen accentué
- 125 — 150** → Climat mésoméditerranéen atténué
- 150 – 200** → Climat subméditerranéen

Dans notre région, deux facteurs diffèrent : l'altitude et l'éloignement jouent deux rôles opposés dans l'amplitude thermique : l'altitude réduit l'amplitude tandis que l'éloignement de la mer la fait augmenter. Cette dernière est de 33,05 m pour la station de Sebdou, se trouvant à 620 m d'altitude, mais elle est de 31,27 m pour celle de Tlemcen qui est à 592 m et seulement de 18,74m pour Zenata qui se trouve à 246,1 m, 22 pour Djebel Fillaoucène qui est à 1113 m et 13,42 pour Nedroma, se trouvant à 420 m d'altitude.

IV.1.2 - Indice de Demartonne

La notion des indices climatiques a tendance à mieux distinguer les différents régimes du climat en étudiant quelques paramètres dérivés principalement de la température et des précipitations à l'échelle mensuelle comme à l'échelle annuelle. Par cette forme de présentation indiciaire, il est possible de bien cerner les variations du climat et mieux classer les différentes tendances climatiques.

À l'échelle annuelle, cet auteur a proposé dès 1923 la détermination d'un paramètre en prenant en compte les précipitations et les températures annuelles.

Cet indice sera comparé à des chiffres multiples de 5, en donnant respectivement les échelles climatiques, allant des régimes hyperarides aux régimes humides à écoulements permanents, tels que les rivières des zones tempérées humides.

L'indice de **DEMARTONNE (1926)** est utile, pour évaluer l'intensité de la sécheresse. Cet indice est d'autant plus faible que le climat est plus aride.

Son équation est la suivante :

$$I = P / (T + 10)$$

Où **P** : La pluviométrie moyenne annuelle en mm

T : Température moyenne annuelle en °C

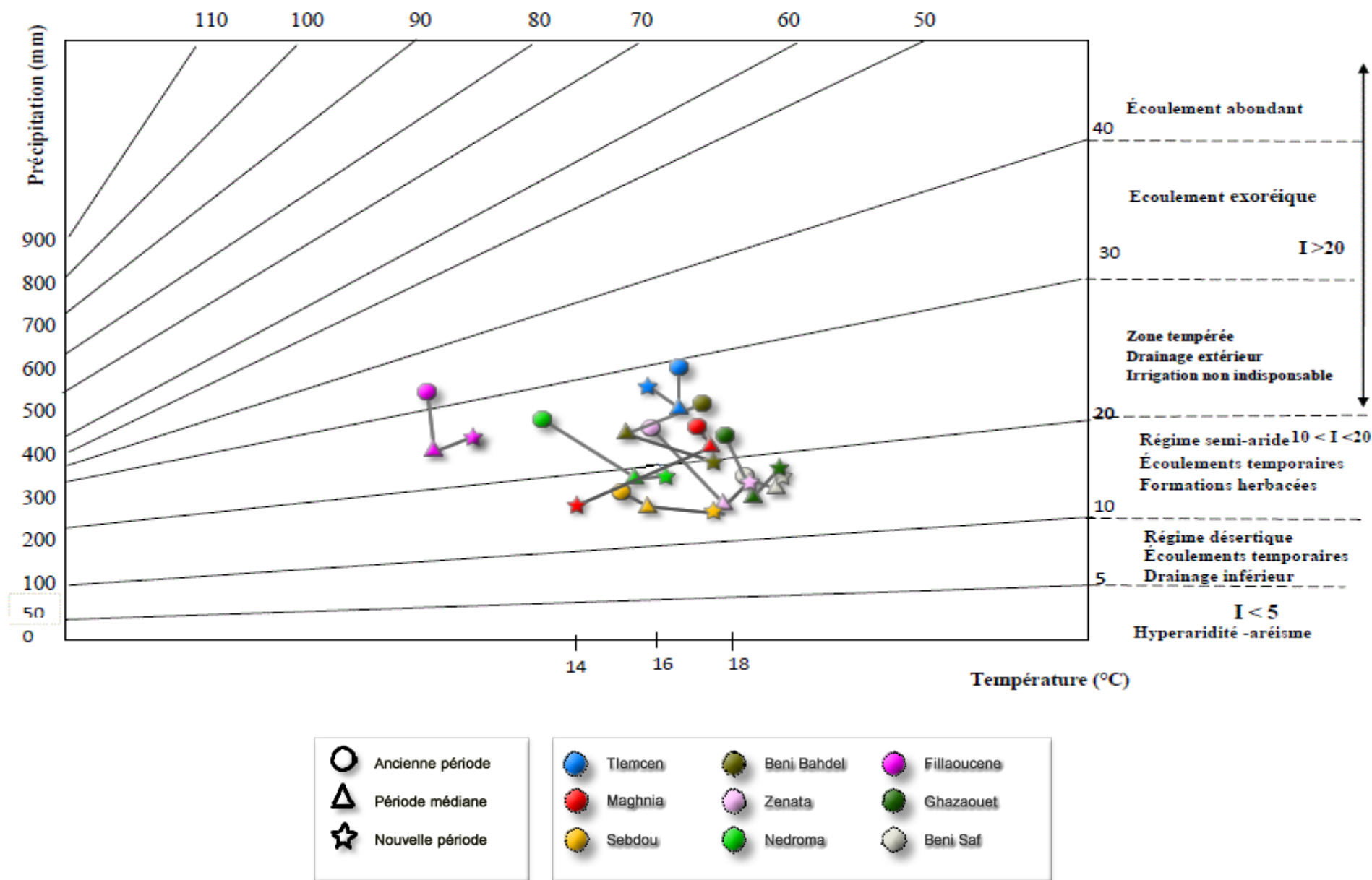


Fig. 45 : Abaque pour le calcul de l'indice d'aridité de De Martonne

Les résultats du calcul de l'indice de **Demartonne** des stations se localisent entre 15,83 et 56,05, appartenant à quatre niveaux différents : écoulement abondant, écoulement exoréique, semi-aride sec à écoulement temporaire et zone tempérée à drainage extérieur. L'obtention d'un indice entre 20 et 30 pour les stations de Maghnia (24,85), Zenata (29,80), Ghazaouet (26,02) (1913- 1938), Sebdou (22,70) (1990-2013), Nedroma (24,26) période intermédiaire confirme l'existence des conditions plus favorables pour la végétation ligneuse dans ces stations.

IV.1.3 - Diagrammes ombrothermiques

Cet indice s'applique surtout aux climats qui comportent une saison sèche assez accusée en considérant que celle-ci présente un facteur écologique défavorable pour la végétation. **BAGNOULS** et **GAUSSEN (1953)** ont élaboré un classement climatique de la région méditerranéenne, mettant en exergue la période xérothène (terme forgé de deux mots grecs signifiant sec et long).

Le diagramme ombrothermique est établi en portant sur un graphique :

- En abscisse, les mois de l'année;
- En ordonnée à droite, les précipitations mensuelles en mm;
- En ordonnée à gauche, les températures moyennes mensuelles en °C à une échelle double de celle des précipitations.

Les auteurs ont admis par hypothèse qu'un mois était sec lorsque les précipitations exprimées en mm étaient inférieures à deux fois la température exprimée en °C.

La période sèche est représentée sur le graphique par cette position relative de la courbe des précipitations par rapport à celle des températures. Plus large est la surface fermée comprise entre ces deux courbes, plus longtemps dure la sécheresse. On détermine ainsi la saison sèche par une représentation graphique portant en abscisse les mois de l'année et en ordonnées à droite les précipitations « **P** » du mois exprimées en « **C** ». La température et les précipitations qui restent sont les seuls paramètres les mieux enregistrés. Selon **BAGNOULS** et **GAUSSEN (1953)**, un mois est sec si le total des précipitations est inférieur ou égal au double de la température. Sa formule se présente comme suit : **$P < 2 T$ ou $P/T < 2$**

Le mois le plus humide est celui dont le total des précipitations est le double de la température, tandis que le mois le plus sec est celui dont le total des précipitations est inférieur au double de la température. Pour cela, on porte sur un même graphique la courbe des moyennes mensuelles de précipitations établies à une échelle telle que 1°C correspond à 2 mm de pluie. On convient d'appeler période sèche celle pendant laquelle la courbe des précipitations se trouve en dessous de la courbe des températures.

La durée de la saison sèche subit fortement l'influence de l'altitude (**BAGNOULS** et **GAUSSEN, 1953**). En d'autres termes, en montagne, les températures s'élèvent plus tardivement et diminuent plus tôt qu'en bord de mer.

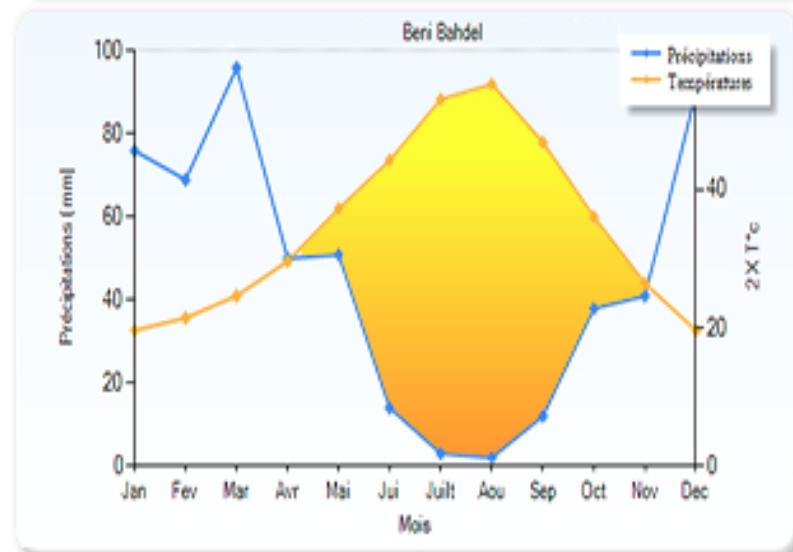
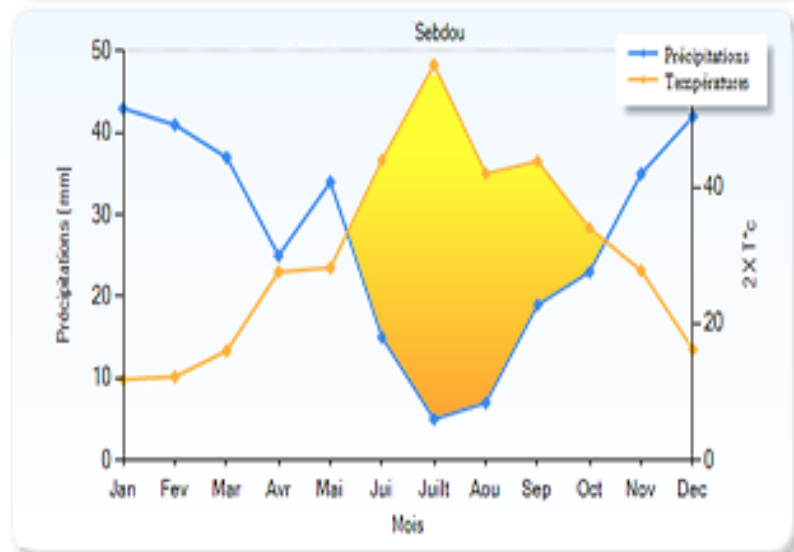
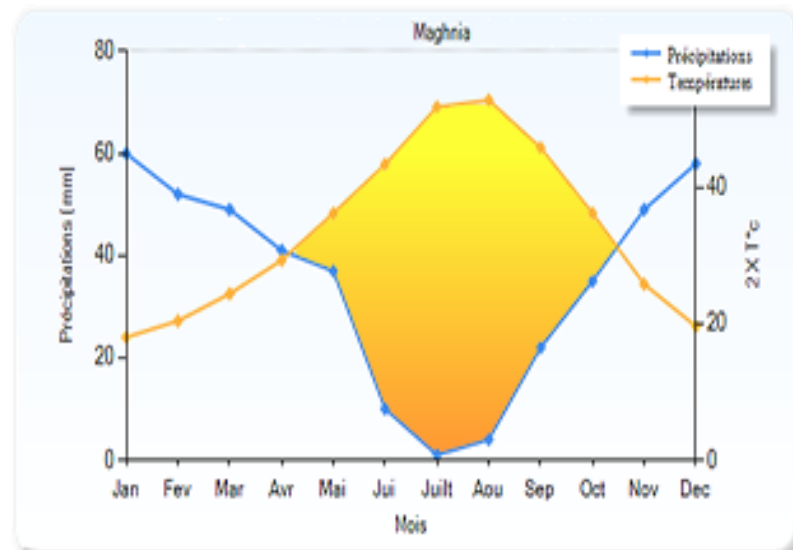
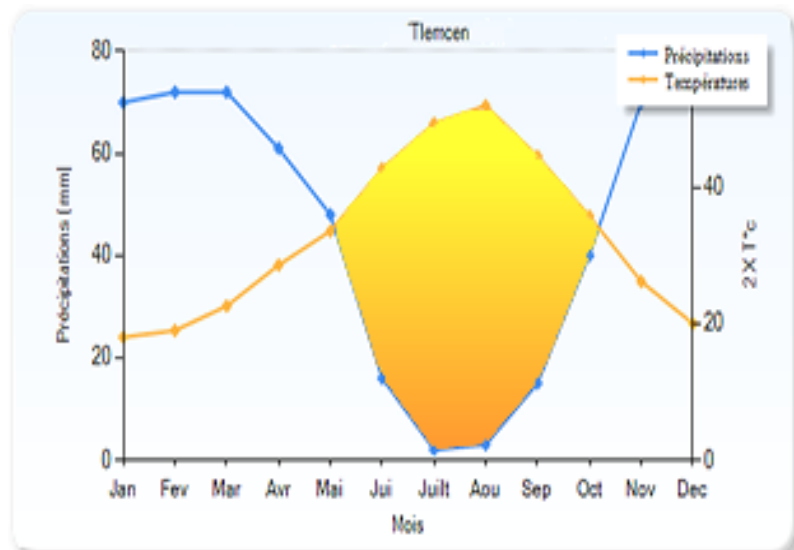


Fig. 46 : Diagrammes Ombrothermiques (Ancienne période)

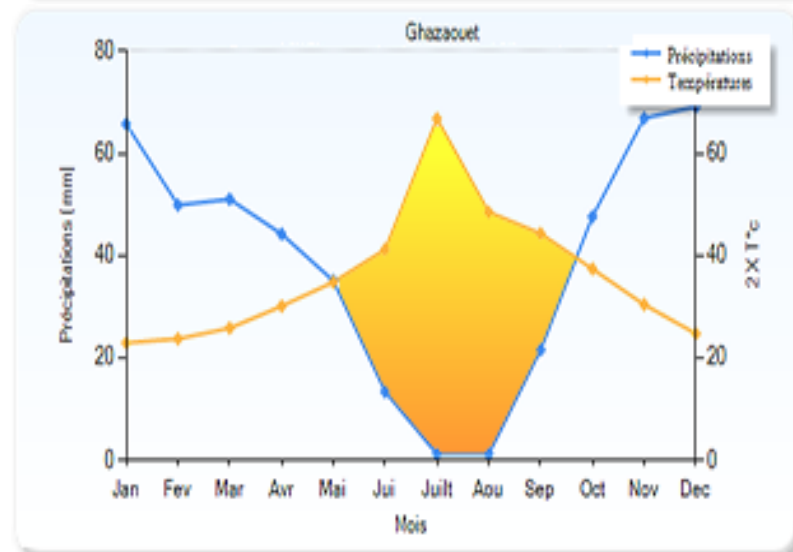
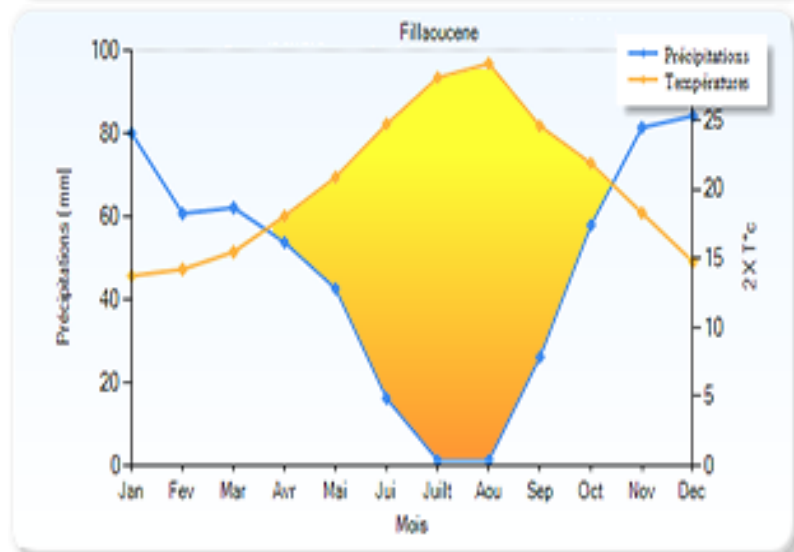
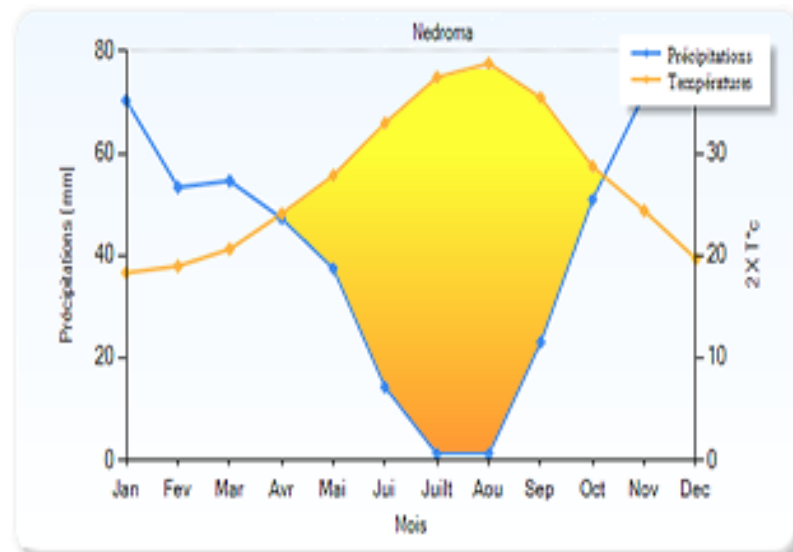
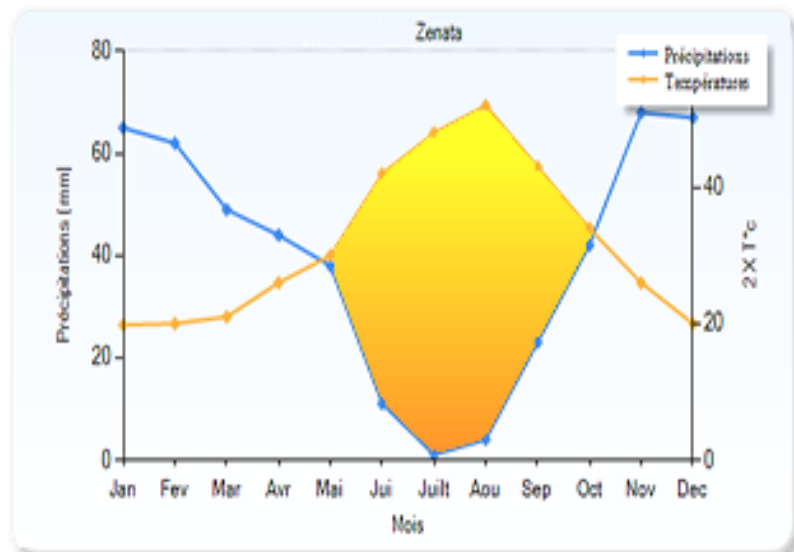


Fig. 47 : Diagrammes Ombrothermiques (Ancienne période)

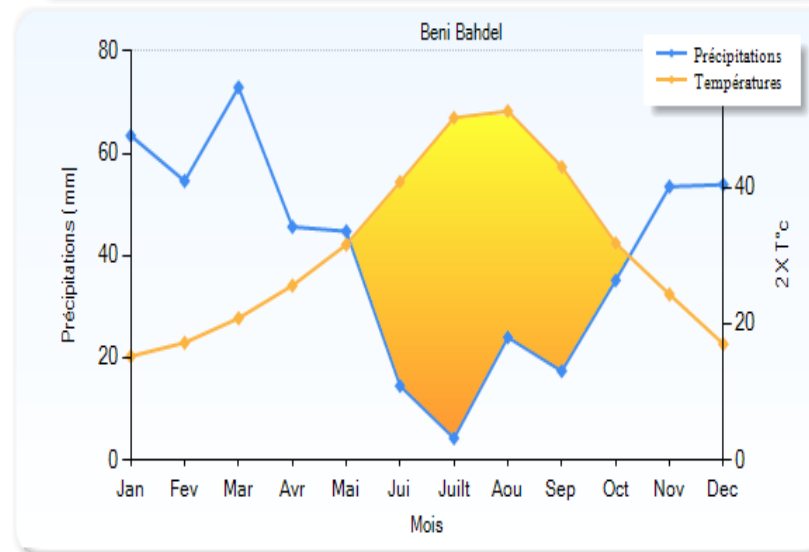
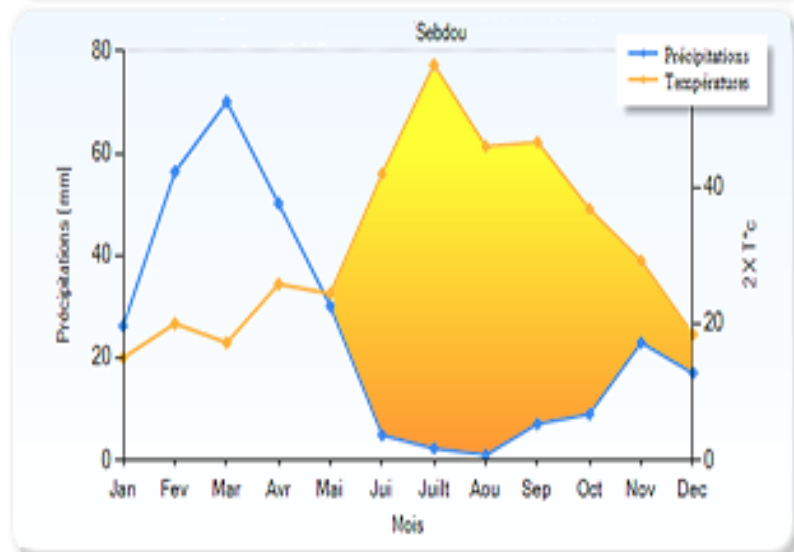
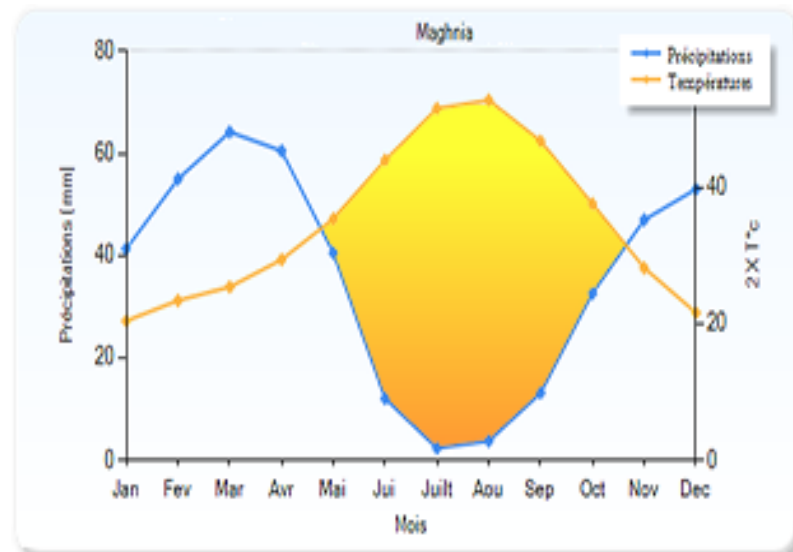
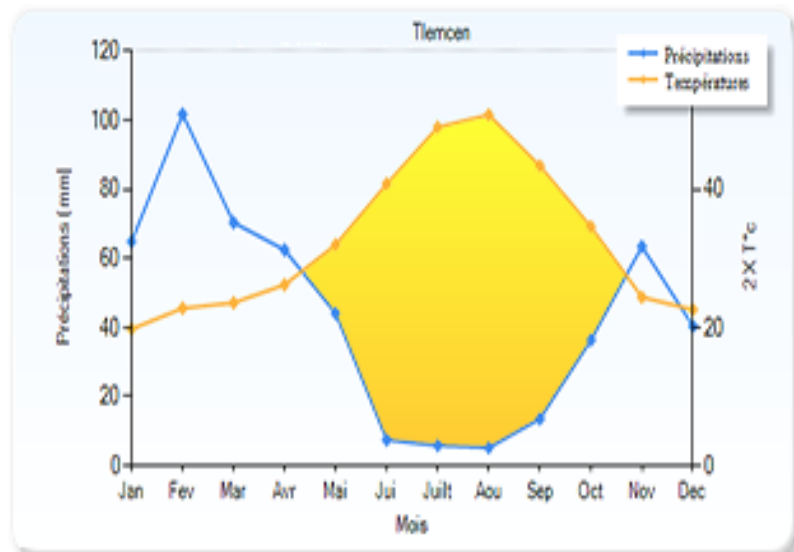


Fig. 48 : Diagrammes Ombrothermiques (Période intermediaire)

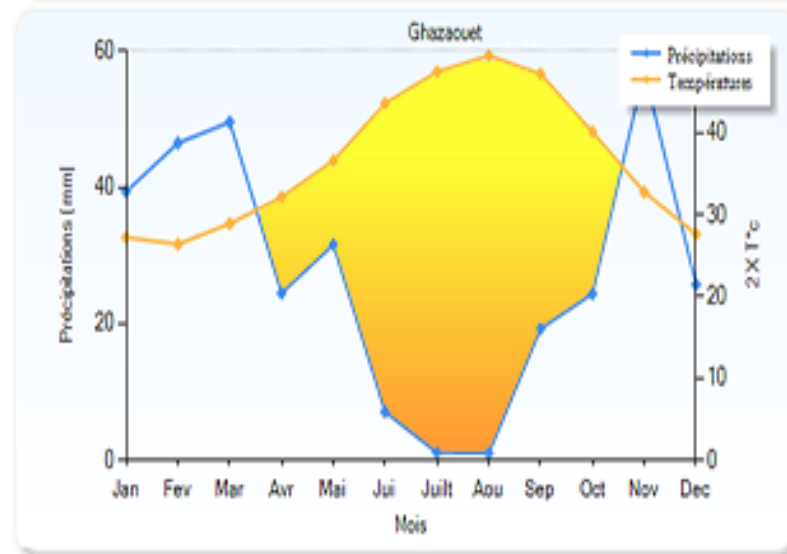
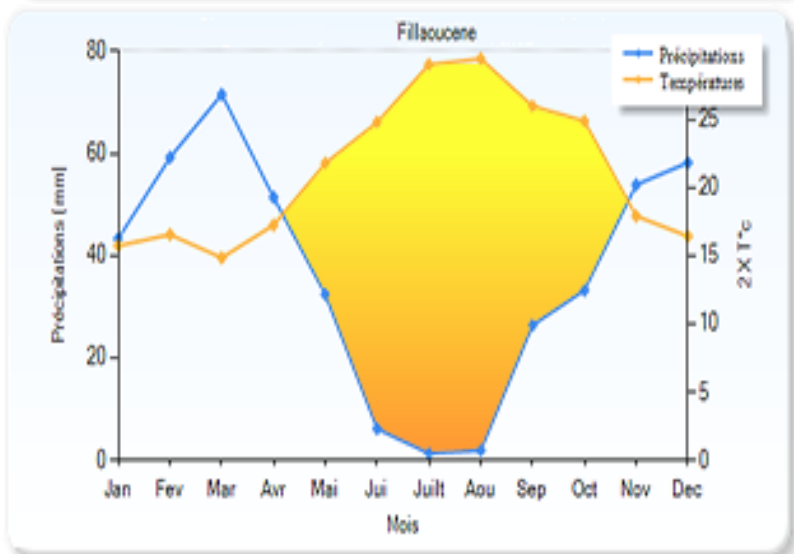
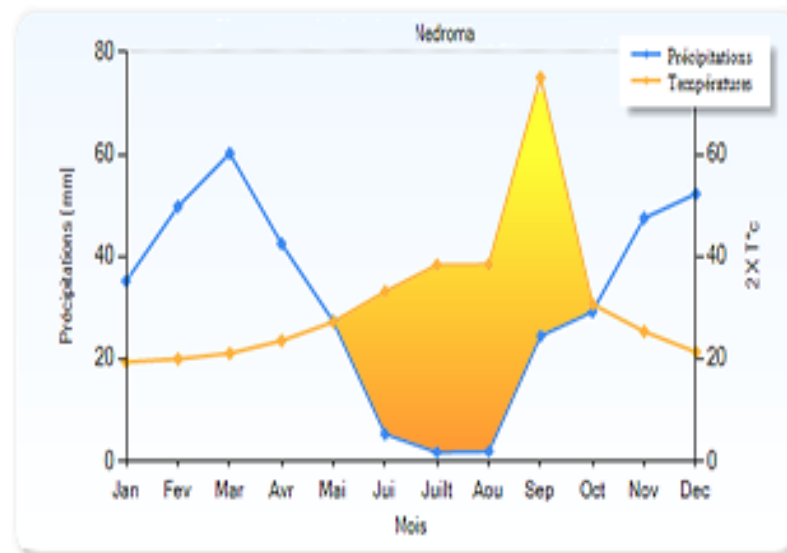
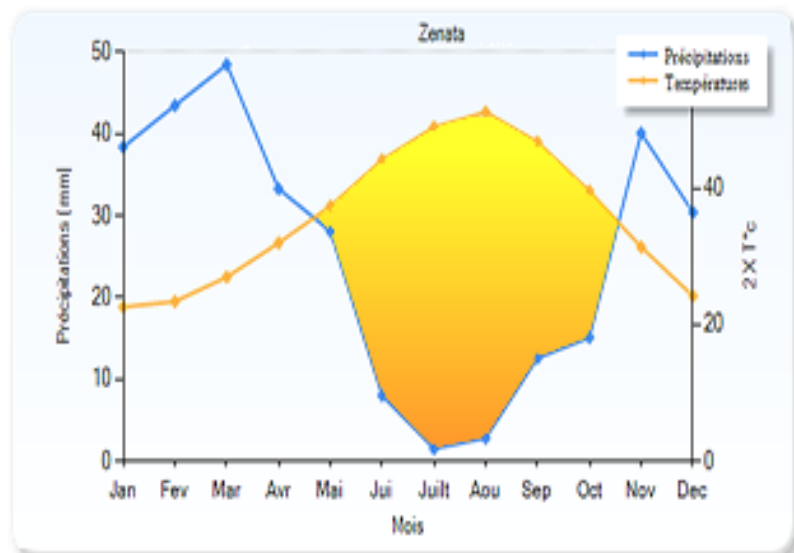


Fig. 49 : Diagrammes Ombrothermiques (Période intermediaire)

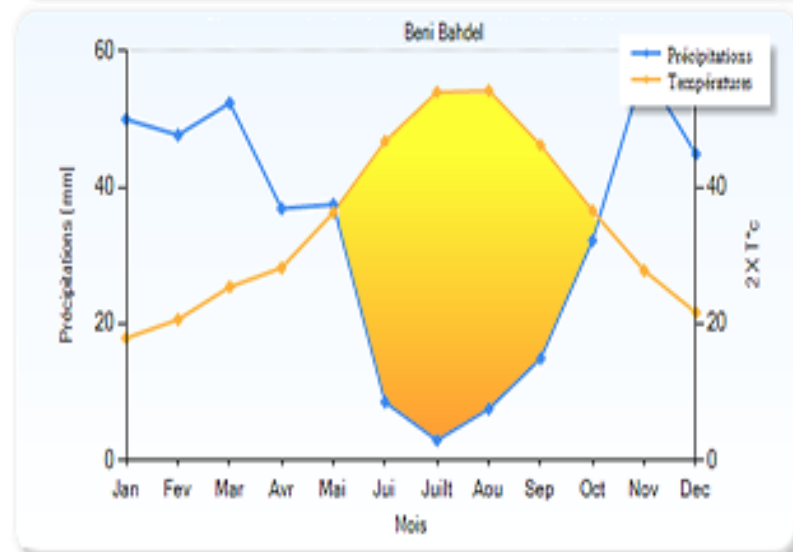
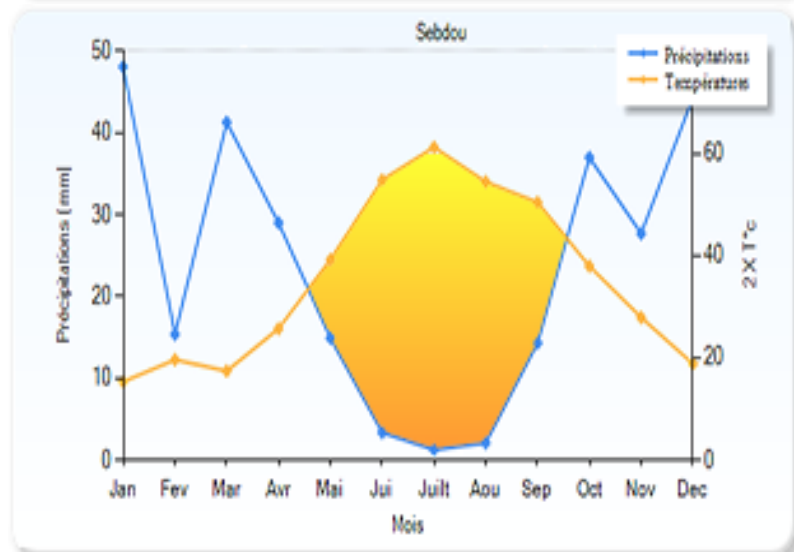
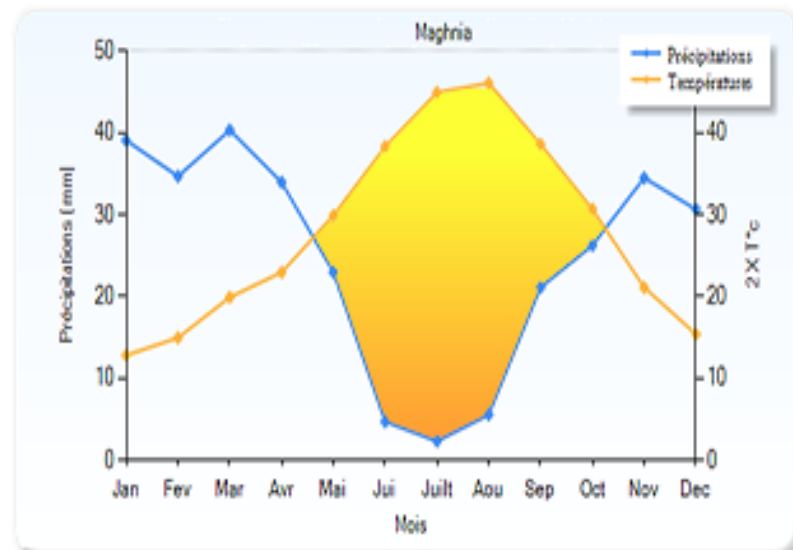
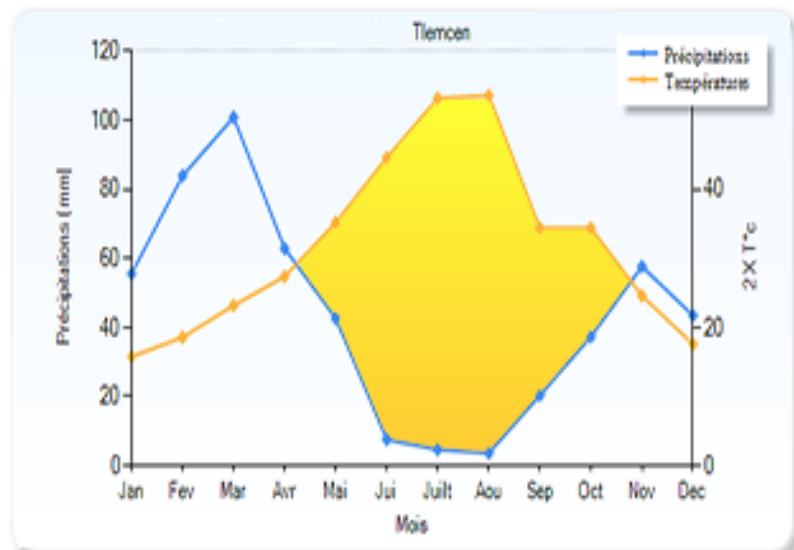


Fig. 50 : Diagrammes Ombrothermiques (Nouvelle période)

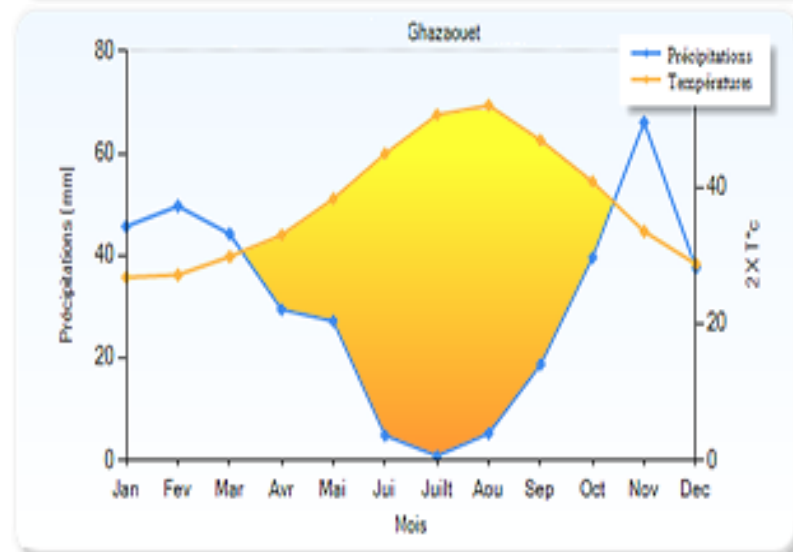
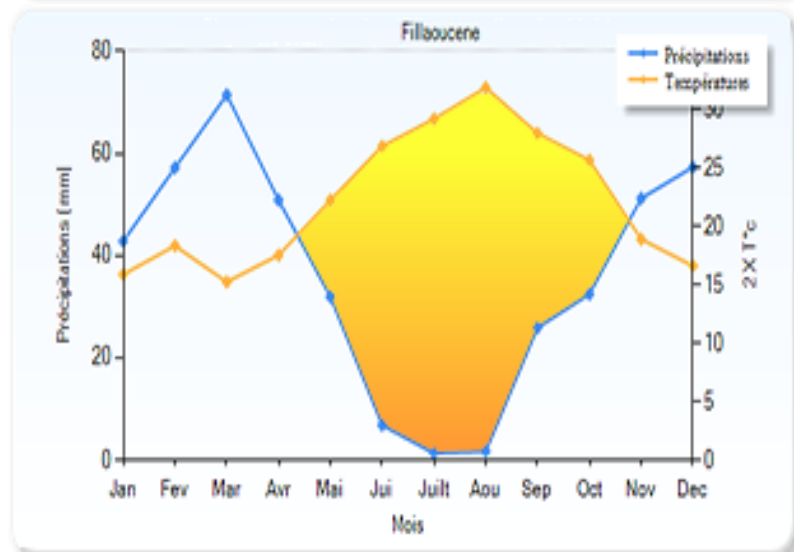
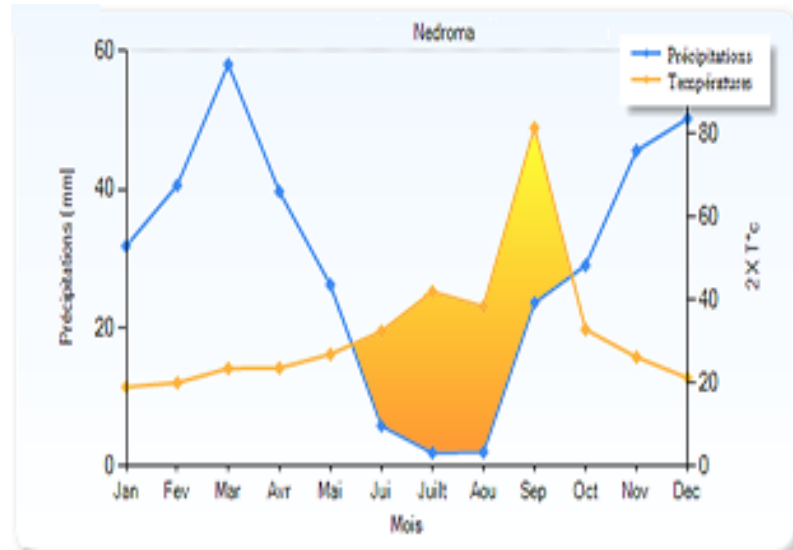
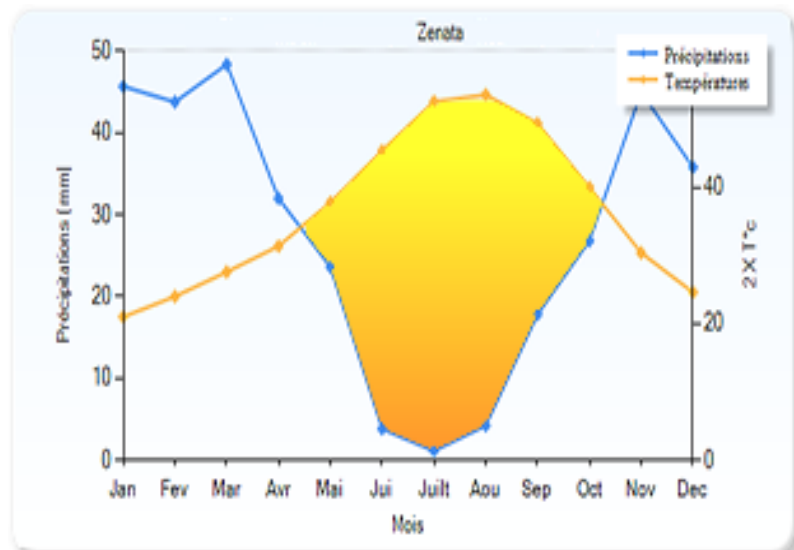


Fig. 51 : Diagrammes Ombrothermiques (Nouvelle période)

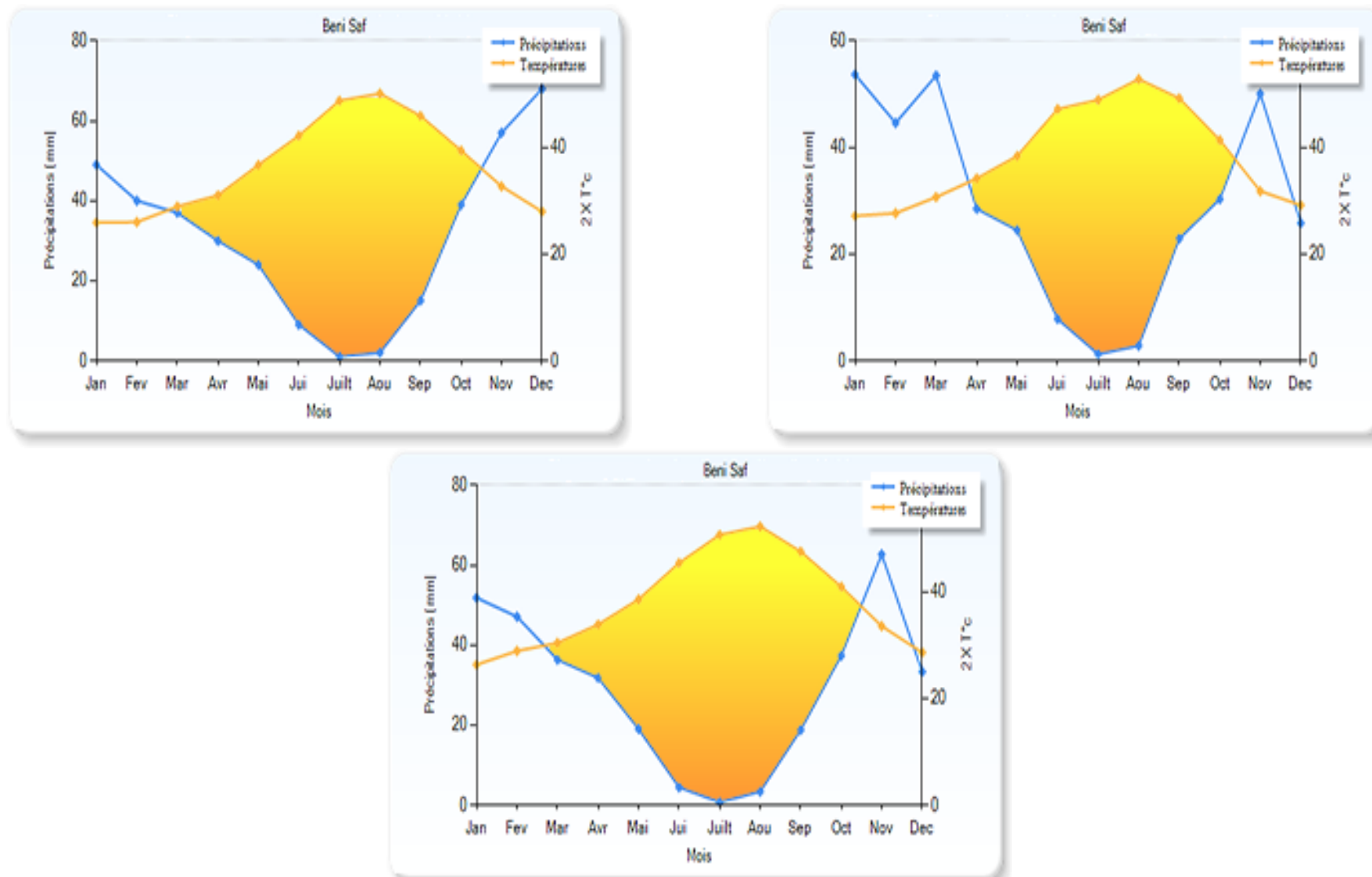


Fig. 52 : Diagrammes Ombrothermiques (Périodes ancienne, intermédiaire et nouvelle)

Dans l'ensemble, la saison sèche est assez longue dans la région de Tlemcen. Elle s'étale sur une durée moyenne d'environ sept (7) mois, d'avril à octobre. Elle est particulièrement longue sur les stations qui font partie du littoral, ainsi que sur le versant sud (jusqu'à huit mois à Sebdou, d'avril à novembre). Cependant, elle est exceptionnellement courte sur le versant Nord des Monts de Tlemcen (seulement quatre ou cinq mois pour Maghnia et Zenata, de mai-juin jusqu'à septembre).

Avec la comparaison des diagrammes établis pour chacune des périodes de référence, la région d'étude s'identifie par une accentuation nette de la sécheresse, car la surface comprise entre les deux courbes est de plus en plus importante actuellement.

En ce qui concerne nos stations, les diagrammes Ombrothermiques font ressortir une période sèche de 5 à 6 mois, allant pratiquement du mois de mai à octobre, correspondant à la saison sèche estivale et confirmant de nouveau un des caractères méditerranéens du climat. Nous constatons que les mois de juillet et août sont les plus secs avec un gradient de précipitations décroissant pour toutes les stations à l'exemple de la station de Ghazaouet avec 06 mois de sécheresse pour l'ancienne période. Par contre, la sécheresse est enregistrée pendant 08 mois (de mi-avril à mi-octobre) pour les périodes intermédiaire et nouvelle.

D'une manière générale, ces périodes de sécheresse englobent une partie du printemps, tout l'été et une partie de l'automne. Il en découle des changements dans la diversité et la répartition de la végétation. La durée de la période sèche impose à cette végétation une forte évaporation. Les espèces ligneuses arrivent à survivre grâce à leurs systèmes d'adaptation stratégie « R », modifiant à leur tour le paysage par une végétation xérophytique.

IV.1.4 - Le quotient pluviothermique

Pour caractériser le bioclimat d'une région ou d'une zone d'étude, l'outil de choix est « LE COEFFICIENT PLUVIOTHERMIQUE ». Il est très utilisé et largement répandu dans tout le Circum méditerranéen.

Le quotient pluviothermique d'Emberger est destiné à caractériser le climat méditerranéen et ses nuances. En effet, **EMBERGER (1930)** a remarqué que dans les régions méditerranéennes, l'amplitude thermique est un facteur important de la répartition de la végétation.

Le paramètre pluviométrique pris en compte est le produit du nombre moyen de jours de précipitations par an multiplié par la hauteur moyenne de celle-ci. Pour les températures, il considère la moyenne (m) des températures minimales du mois le plus froid avec la moyenne (M) des températures maximales du mois le plus chaud. Ce diagramme pluviothermique permet de déterminer la position de chaque station météorologique et de délimiter l'aire bioclimatique d'une espèce ou d'un groupe végétal.

La formule adoptée pour le calcul du quotient pluviothermique des stations de la zone étude est la suivante :

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

(**EMBERGER, 1955** modifiée par **SAUVAGE, 1963**), où :

- 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 (**t+273**)
M-m : Amplitude thermique moyenne.

Ce quotient permet d'évaluer « l'aridité du climat d'une région, et il est d'autant plus sec quand « M-m » est plus élevée ». Il présente les avantages de tenir compte de la hauteur d'eau annuelle, de la moyenne des températures $T^\circ = (M+m)/2$ et de l'évaporation (**M-m**).

IV.1.4.1. Les étages bioclimatiques ou climagramme pluviothermique

Sur un repère d'axes orthogonaux, chaque station est représentée par un point dont l'abscisse est la valeur de « m » (en degrés Celsius) et l'ordonnée la valeur du quotient pluviothermique.

EMBERGER a pris en considération deux caractères pour déterminer le climat :

- Les tranches de végétation.
- Les facteurs thermiques (quotient pluviothermique)

À partir de Q_2 , **EMBERGER (1930)** a classé la région méditerranéenne en cinq étages bioclimatiques (saharien, aride, semi-aride, subhumide et humide). Il a aussi établi une délimitation zonale du bioclimat méditerranéen, du plus sec vers le plus humide. On distingue alors :

- **L'étage Saharien** < 100 mm
- **L'étage Aride** 100 mm – 400 mm
- **L'étage Semi-Aride** 400 mm – 600 mm
- **L'étage Sub-Humide** 600 mm – 800 mm
- **L'étage Humide** > 800 mm

Chacun de ces étages présente une stratification verticale.

Exemple : l'étage bioclimatique semi-aride est subdivisé en :

Semi-aride supérieur – Semi-aride moyen – Semi-aride inférieur.

En pratique, le terme « **Étage** » est réservé aux étages de végétation; il cédera par la suite la place au vocable « **Ambiance** » en bioclimatologie.

Selon la valeur de « m » et son importance quant à la vie végétale, **EMBERGER** en **1942** et **SAUVAGE** en **1960** ont subdivisé chacune des ambiances bioclimatiques précédentes en sous-étages .

Exemple : Ambiance aride

Sous-étage : ambiance aride à hiver chaud

RIVAS – MARTINEZ en **1977** propose un autre type de classification en prenant en considération la température moyenne annuelle « **T** » et la moyenne des minima du mois le plus froid « **m** ».

- **Étage théro-méditerranéen** $T > 16^{\circ}\text{C}$ et $m > 3^{\circ}\text{C}$
- **Étage mésoméditerranéen** $12^{\circ}\text{C} < T < 16^{\circ}\text{C}$ et $0^{\circ}\text{C} < m < 3^{\circ}\text{C}$
- **Étage supra-méditerranéen** $8^{\circ}\text{C} < T < 12^{\circ}\text{C}$ et $-3^{\circ}\text{C} < m < 0^{\circ}\text{C}$

Au terme de cette étude, il s'avère que toutes les stations météorologiques appartiennent sans exception à l'étage Thermoméditerranéen, mais qu'après extrapolation de ces données, certains relevés climatiques appartiennent au Mésoméditerranéen.

Le tableau 26 présente le quotient pluviothermique calculé pour chaque station climatique et l'étage bioclimatique qui lui correspond est déduit du climagramme d'Emberger.

Pour notre cas, la valeur de Q2 varie respectivement entre 50,88 et 151,89 pour les Monts des Traras avec une température moyenne minimale de 4,20°C et maximale de 30,50°C.

On peut noter que les valeurs du Q3 varient entre 28,93 à Sebdou, 62,18 à Beni Bahdel et 147,46 à Fillaoucène. Les différentes stations météorologiques évoluent entre semi-aride supérieur à hiver tempéré, subhumide supérieur à hiver frais et l'humide inférieur à hiver tempéré.

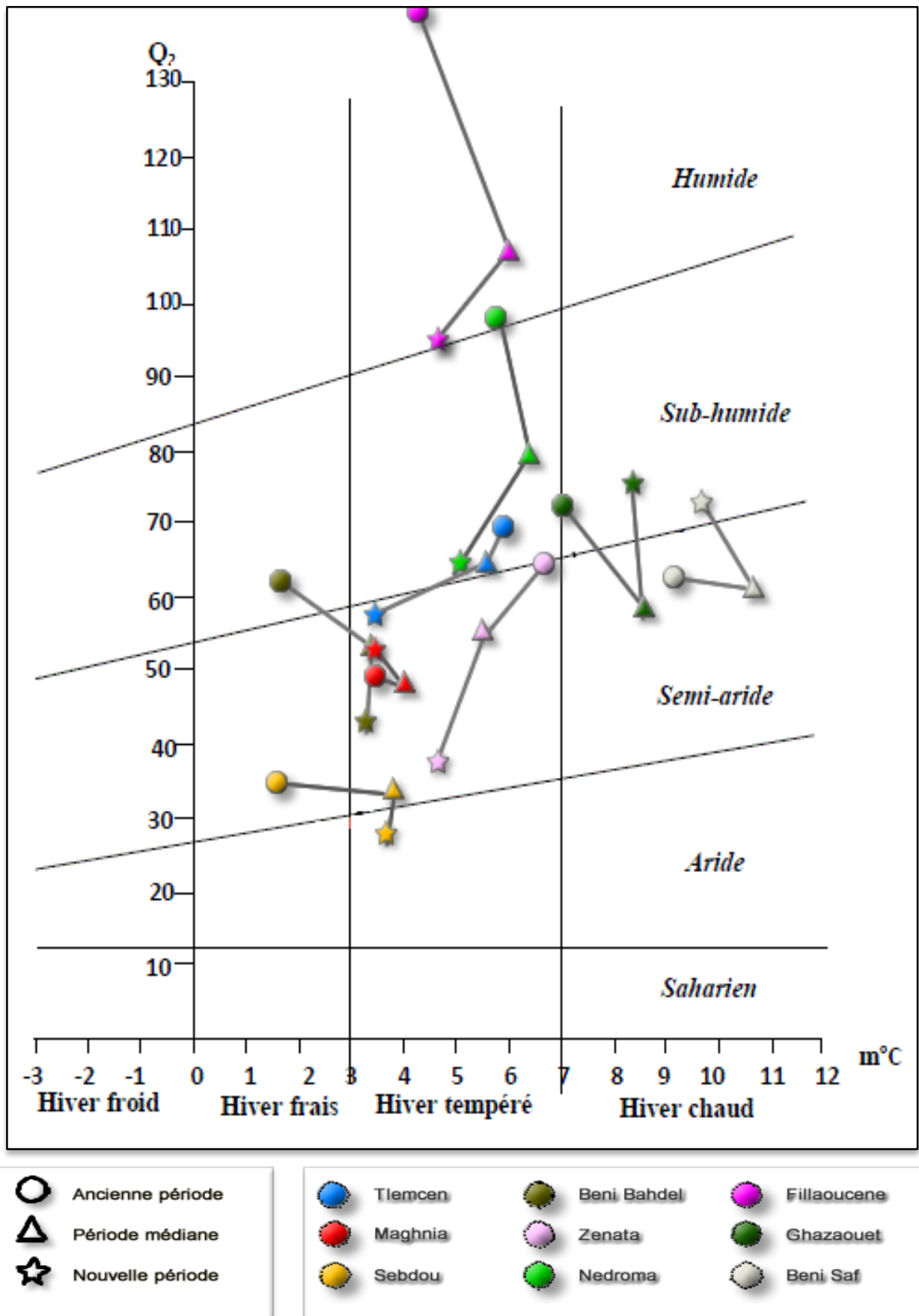


Fig. 53 : Climagramme Pluiothermique du Quotient d'Emberger (Q₂) des stations de référence

L'interprétation du quotient pluviothermique nécessite l'emploi d'un abaque dû à **SAUVAGE** utilisant une échelle logarithmique pour l'axe des Q et qui permet de placer une station dans l'une des cinq classes de climat méditerranéen qui ont été définies précédemment.

La lecture du climagramme montre les résultats suivants : Fillaoucène, Nedroma et Tlemcen, sont situées dans l'étage humide et Subhumide moyen, supérieur et inférieur à hiver tempéré. Dans les stations littorales en général, ce sont les sous-étages tempérés à chauds qui dominent tandis que vers l'intérieur, ce sont les variantes fraîches à froides qui règnent. Les stations de Maghnia, Zenata et Sebdou se trouvent actuellement dans l'étage semi-aride moyen supérieur et inférieur à hiver tempéré ou frais.

En se référant toujours à la figure 62, on remarque donc que la situation bioclimatique des Monts de Tlemcen (Tlemcen, Maghnia, Sebdou et Beni Bahdel) relative aux trois périodes était bien différente de la situation bioclimatique des Monts des Traras (Ghazaouet, Nedroma, Fillaoucène et Beni Saf) dont les stations météorologiques régressent d'un sous-étage bioclimatique, voire parfois d'un étage avec une légère diminution des valeurs de "m", cette transformation reste remarquable pour la majorité des stations de la zone d'étude.

L'observation du climagramme pluviothermique montre un décrochement significatif des stations vers la droite faisant apparaître une légère élévation des valeurs des températures minimales «m ».

Selon **ALCARAZ (1969)**, à partir de certaines valeurs de Q_2 et "m", la végétation change ; elle peut évoluer en même temps que la modification du climat.

De manière générale, nous pouvons dire qu'il y a eu des modifications climatiques dans l'ensemble de la région méditerranéenne. La comparaison entre les résultats de l'ancienne période, de la période intermédiaire et ceux de la nouvelle, pour la région de Tlemcen, nous fait constater qu'il y a eu un réchauffement particulièrement important (par rapport à l'Est du pays), surtout depuis les années 60. Nous avons remarqué aussi qu'il y a eu une forte baisse des précipitations qui s'est traduite par un accroissement significatif de la fréquence des sécheresses.

Ces changements ne sont pas dus uniquement aux variations climatiques, mais beaucoup plus à un ensemble de facteurs, dont l'homme. Ce dernier contribue activement dans le processus de dégradations que subit la majorité des écosystèmes de la région.

IV.1.4.2. La répartition de la végétation en fonction des étages bioclimatiques

On sait que le climat joue un rôle essentiel dans les déterminismes de la répartition des plantes ; **EMBERGER (1930, 1971)** a particulièrement souligné ce rôle en ce qui concerne la végétation méditerranéenne. Pour mieux répondre aux questions relatives aux structures de végétation et leurs stades de dégradation au cours des dernières perturbations climatiques qui ont touché la zone d'étude. Nous allons discuter un schéma qui nous donne une vision globale de la stratification du Q_2 avec la végétation.

De plus, **SAUVAGE (1963)** souligne que : quoi qu'il en soit, à chacun des climats correspond un ensemble de groupements qui a les mêmes aptitudes écologiques générales. Cet ensemble est l'étage de la végétation. À partir de certaines valeurs de "Q2" et "m", la végétation change. Elle peut évoluer en même temps que le climat se modifie (**ALCARAZ, 1969**).

Selon **QUEZEL (1980)**, « les groupements forestiers significatifs occupent essentiellement les bioclimats subhumides et humides , entre les variantes très froides (Quercetea ilicis), et que les formations préforestières à conifères sont essentiellement climatiques dans le semi-aride, frais tempéré et chaud (Pistacio-Rhamnitalia) et très localement dans le subhumide chaud ».

Ces dernières années, les formations forestières de nos régions passent par un stade de déperdition et de dégradation dû en perturbations au climat.

Le schéma, nous montre clairement les paysages de la zone d'étude s'orientent vers des matorrals arborés et arbustifs. Ces matorrals sont marqués par la présence assez faible des phanerophytes et une dominance des chamaephytes et des thérophytes.

Les bioclimats humides et subhumides de la région sont caractérisés par la classe des Quercetea ilicis et l'ordre des Quercetalia ilicis où l'ambiance sylvatique existe. Les bioclimats semi-arides sont occupés par les formations dégradées à pistacio-Rhamnitalia, Ononido-Rosmarineta et Cisto-Lavanduletea.

Conclusion

L'analyse comparative de nos stations météorologiques montre une variation entre la période ancienne, la période intermédiaire et la nouvelle période avec un déplacement sensible vers des étages bioclimatiques plus secs. Les stations des Monts des Traras vont de l'aride vers l'humide vu leur localisation proche du littoral. La station du centre (Maghnia) est toujours positionnée dans l'étage semi-aride inférieur.

Ces résultats obtenus permettent de dégager les points suivants :

- ❖ Sur l'ensemble des stations, les températures et les précipitations divisent l'année en deux saisons distinctes :
- ❖ La saison sèche peut aller jusqu'à 8 mois sur le littoral et en plaine sublittorale, moins sur les Monts de Tlemcen (environ 5 mois).
- ❖ Une saison humide brève et humide qui se caractérise par des précipitations irrégulières et parfois moyennes.
- ❖ Les précipitations montrent une grande variabilité des apports d'eau d'une année à l'autre. Cette variabilité est constituée par une succession d'années sèches et d'années pluvieuses de courte durée.
- ❖ Les températures moyennes minimales du mois le plus froid sont enregistrées en général au cours du mois de janvier.

- ❖ Les températures moyennes maximales du mois le plus chaud sont enregistrées pendant le mois d'août dans la plupart des stations.
- ❖ Les données et le calcul des différents indices climatiques nous ont permis de dégager un diagnostic net et par conséquent, une caractérisation du climat de la zone d'étude.
- ❖ L'indice d'aridité de ces stations d'après **DEMARTONNE** est compris entre 15,83 pour la nouvelle période au niveau de la station de Sebdou et 56,05 pour l'ancienne période à Fillaoucène .
- ❖ Cette étude bioclimatique des stations nous montre clairement un déplacement horizontal et vertical de toutes les stations en étroite relation avec le Q2 d'Emberger, et aussi avec les autres indices bioclimatiques.
- ❖ La majorité de ces stations étudiées sont situées dans l'étage semi-aride, inférieur, moyen et supérieur, avec hiver tempéré (nouvelle période), caractérisées par des saisons pluvieuses allant du mois de novembre à Mars. La période de la sécheresse estivale s'étale de mai à octobre.
- ❖ Les différents indices utilisés montrent le changement d'un étage ou d'un sous-étage bioclimatique des différentes stations qui s'étendent d'une période à une autre en faisant ressortir l'intense aridité qui est exprimée par une saison sèche de plus en plus étalée dans l'année.
- ❖ Le climat actuel de la zone d'étude joue un rôle prépondérant dans la répartition des formations végétales, et leur irrégularité dans le temps. Il impose aux plantes des conditions de vie difficiles, surtout quand il y a un manque de pluie, voire l'exclusion totale de certaines espèces d'un milieu à un autre. Il favorise l'extension d'une végétation xérophyte épineuse et/ou toxique. Ces derniers impriment à toutes les formations végétales une physionomie de type xérophyte constituant d'immenses matorrals dégradés où les conditions climatiques sont extrêmes et/ou à la limite de la rupture.

Ces formations végétales, selon **LETREUCH (1981, 1995)**, sont certes fragiles, mais adaptées aux conditions du milieu grâce à une évapotranspiration réduite des résineux et des nanophanérophytes comme *Tetraclinis articulata* permettant la constitution de réserves en profondeur que seules des racines puissantes et pivotantes peuvent atteindre et utiliser.

Ces différentes adaptations ne sont pas valables pour toutes les espèces entraînant par conséquent une régression du tapis végétal et même parfois sa disparition pour certains cas. Cette végétation par son adaptation à la sécheresse joue un rôle dans la propagation des incendies, qui par voie de conséquence détruisent le paysage et le peu d'espèces sylvatiques présentes.

PARTIE III



Autoécologie de *Tetraclinis articulata*

CHAPITRE I



Morphométrie

Introduction

I. Objectifs

II. Méthode d'étude

Conclusion

Introduction

La région de Tlemcen fait partie intégrante des écosystèmes méditerranéens. Elle est caractérisée par des formations végétales ou des groupements végétaux à base d'essences résineuses telles que les espèces ligneuses vivaces comme le Thuya de Berberie.

Cette essence est influencée morphologiquement par différentes contraintes écologiques dans son milieu. Ceci nous a amenés à faire une étude autoécologique sur cette espèce afin d'avoir une idée sur les différentes variations morphologiques et la structure histologique.

La morphologie végétale est la partie de la botanique qui consiste à décrire les formes extrêmes et la structure interne des plantes et de leur organisme. Elle nous a permis d'évaluer les paramètres qui n'existent pas dans la littérature scientifique, surtout pour les espèces considérées endémiques.

Cependant, les formes et les caractères peuvent changer selon le milieu où se trouve l'espèce végétale. L'étude de ces variations nécessite l'utilisation de cette morphologie, qui donne des renseignements sur le polymorphisme des espèces, leurs états de dégradations et les adaptations aux différentes conditions.

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

Plusieurs auteurs se sont penchés sur les quantifications, notamment les forestiers, les écologistes et les pastoralistes. Citons, à titre d'exemple : **DEMELON (1968)** ; **GOUNOT (1969)** ; **LE HOUEROU (1971)** ; **DEYSSON (1975)** ; **METGE (1977)** ; **EL HAMROUNI (1978)** ; **FRONTIER (1983)** ; **AIDOU (1983)** ; **METGE (1988)** ; **HELLAL (1991)** ; **BOUAZZA** et **BENABADJI (1991, 1995)** ; **MEZIANE (1997)** ET **BESTAOUI (2001)**.

Sur l'autoécologie, l'histologie et plus particulièrement sur l'histométrie des différentes espèces végétales, on peut citer : **BENHASSAINI (2003)**, **BOUAZZA (1991)** ; **HASNAOUI (1998)** ; **AYACHE (2007)** ; **AMARA (2008)** ; **HENAOU (2007)** ET **BESTAOUI (2001)**.

Certaines recherches menées par des biologistes et des mathématiciens leur permettent d'adopter un nouveau type de questions basé sur l'étude morphométrique de certains paramètres mesurés, puis de comparer les différents types de corrélation.

I. Objectifs

Le plus classique de la biométrie est de permettre de distinguer soit différentes espèces entre elles, soit à l'intérieur d'une même espèce, des sous-espèces ou groupements raciaux, en fonction des variations de certains paramètres morphologiques liés ou non aux conditions écologiques. On peut aussi rencontrer les plantes d'une même famille ou d'un même genre dans des régions

souvent extrêmement variées. Cependant, les formes et les caractères peuvent changer selon le milieu où elles se trouvent **BARBERO et al (1990)**.

Tetraclinis articulata présent dans les stations du littoral (Honaïne, Fillaoucene, Ghazaouet et Nedroma) est plus développé que dans la station de Beni Snous. Dans les des Monts de Tlemcen, il présente une évolution régressive nettement exposé à la pression anthropozoogène. Par contre, dans les Monts des Traras, cette espèce est protégée vu l'accès difficile de ces stations où les conditions sont favorables pour le développement de ces peuplements à Tetraclinaies.

BURGAN et ROTHERMEL (1984) utilisent la phytomasse aérienne de la strate arbustive qui présente des stratégies adaptatives pour prédire le comportement du feu ou pour évaluer la combustibilité d'une formation végétale. L'étude de cette dernière et les mesures de phytomasse étaient depuis toujours un moyen objectif pour connaître la vigueur et la dynamique des peuplements végétaux et pour bien comprendre le comportement d'une espèce vis-à-vis des caractères stationnels.

Pour mieux connaître, la spécificité de *Tetraclinis articulata*, ainsi que son aptitude de résilience dans une zone particulière, nous avons jugé utile d'effectuer un certain nombre de mesures.

Cette approche nous permet de savoir comment les paramètres étudiés sont reliés entre eux par le biais de corrélations. Pour mettre en relief ces paramètres, une analyse statistique dite « corrélation » s'impose. Cette étude se base sur un coefficient de corrélation « R » qui nous permet de relever la qualité ou le degré d'interaction entre les paramètres.

II. Méthode d'étude

L'étude a été réalisée dans une population à Tetraclinaie présentant des variables écologiques certaines et déterminantes.

GUINOCHET (1973) définit l'échantillonnage par l'ensemble des opérations qui consiste à prélever un certain nombre d'éléments (échantillons) dans l'ensemble que l'on peut observer (population). De ce fait, **GOUNOT (1969)** avait proposé quatre types d'échantillonnage (Systématique, subjectif, stratifié, au hasard).

Pour notre cas, les pieds sur lesquels les mesures ont été faites sont pris au hasard et sont au nombre de trente (30) localisés dans les stations suivantes : Honaïne, Fillaoucene, Nedroma, Ghazaouet et Beni Snous. Ce choix découle de notre expérience et des considérations écologiques. C'est la méthode la plus connue, usuelle et acceptée universellement (**FRONTIER, 1983**). Elle permet aussi d'appliquer certains tests d'hypothèse (analyse de variance, coefficient de corrélation). Théoriquement, c'est la solution qui devrait être la plus satisfaisante pour l'application ultérieure du test statistique ; mais dans la pratique, il n'en est pas ainsi, car, cela revient souvent à favoriser le recensement des unités qui n'apportent pas beaucoup d'informations écologiques (**LONG, 1975**).

II.1 - Mesure des caractéristiques stationnelles

Les principales caractéristiques stationnelles des relevés se présentent comme suit :



Honaine

Nedroma

Fig. 54 : Les stations des arbres mesurés (Cliché original)

- Latitude et longitude, données par un GPS ;
- Altitude, à l'aide d'un GPS ;
- Exposition, elle est déterminée pour chaque station à l'aide d'une boussole ;
- Pente, déterminée pour chaque placette par un clisimètre.

II.2 - Mesures dendrométriques et présentations graphiques

La mensuration comprend la mesure des produits dont un certain nombre de critères sont pris en compte, il s'agit de :

- La circonférence ou le diamètre, mesurés à l'aide d'un mètre ruban métrique;
- La hauteur totale des arbres des différentes stations, c'est la distance comprise entre le pied d'arbre et le bourgeon terminal, mesurée par le dendromètre de Blum-Leiss ; et, parfois se fait à l'œil nu dans les cas vraiment difficiles ;
- La densité ou le nombre de tiges ou rameaux par pied. Elle se fait par comptage à l'œil nu aussi.
- Le nombre de fruits

La plupart des mesures ont été réalisées sur cinq stations aux mois de Mai 2014. Les valeurs sont portées dans les tableaux (27, 28, 29, 30 et 31) et les données obtenues ont été analysées grâce au logiciel Minitab 16.

L'optique générale est d'expliquer les relations qui existent entre les différents paramètres mesurés d'une part, et le milieu dans lequel vivent ces plantes d'autre part. Compte tenu des difficultés

rencontrées lors des mesures, certains caractères étaient difficiles, voire impossibles à mesurer. Nous n'avons pris que les paramètres facilement mesurables sur le terrain. Un certain nombre de mesures concernant l'espèce *Tetraclinis articulata* ont été effectuées ; nous avons pris en considération les variables suivantes :

- Hauteur de l'arbre
 - Diamètre du tronc
 - Classes de hauteur de l'arbre
 - Rameaux de circonférence de l'arbre
 - Fruits
- Les résultats obtenus au niveau de la zone d'étude sont réunis et présentés dans ces tableaux . Ils montrent la comparaison des moyennes des différents paramètres mesurés entre les cinq (05) stations étudiées (Honaine, Fillaoucene, Nedroma, Ghazaouet et Beni Snous.

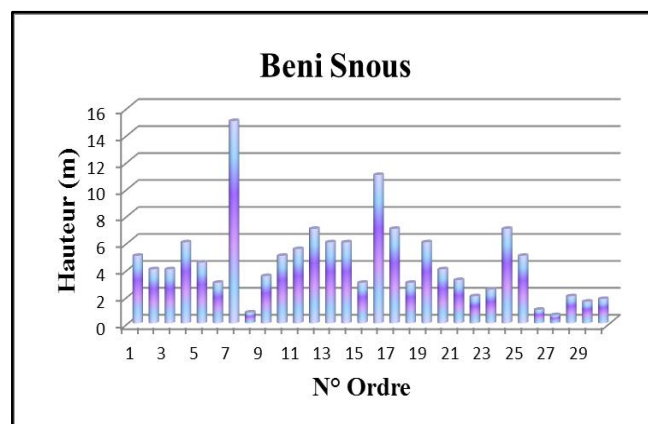
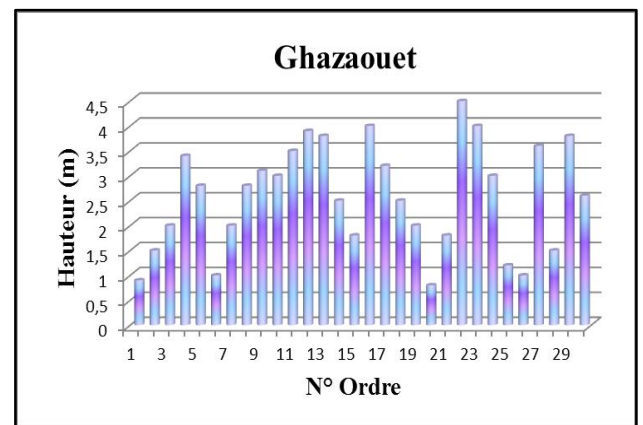
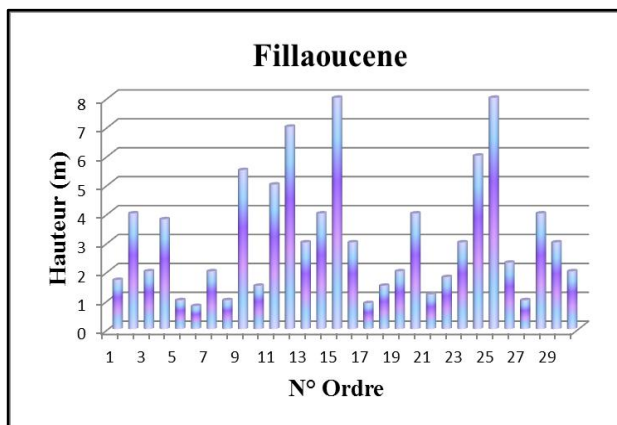
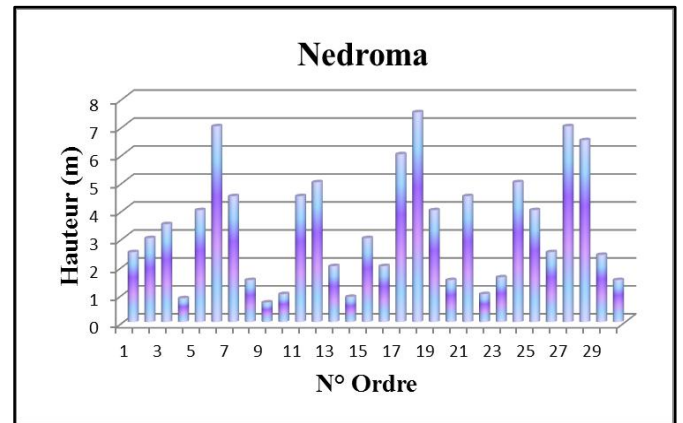
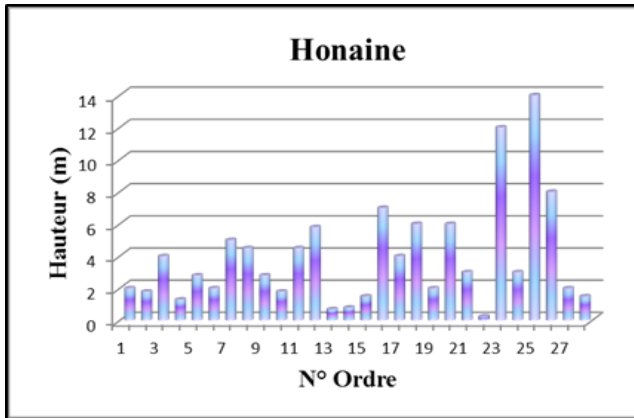


Fig. 55 : Moyennes des mesures des variables dans les différentes stations d'étude (Hauteur)

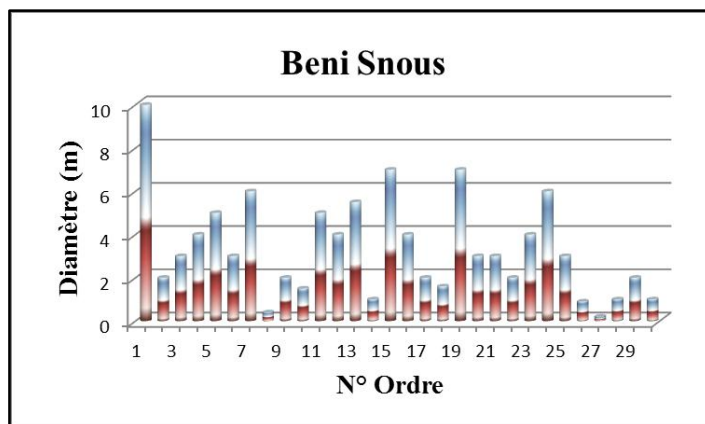
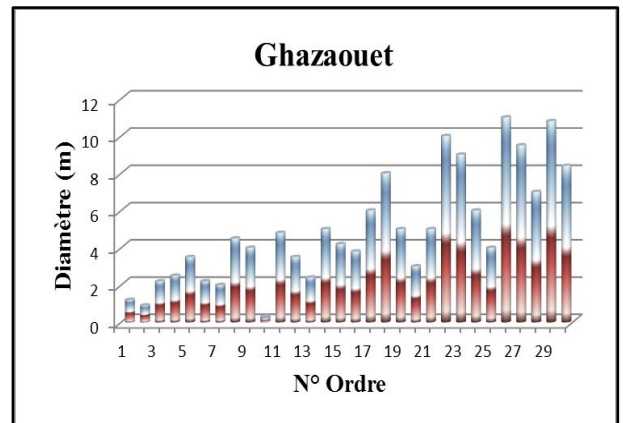
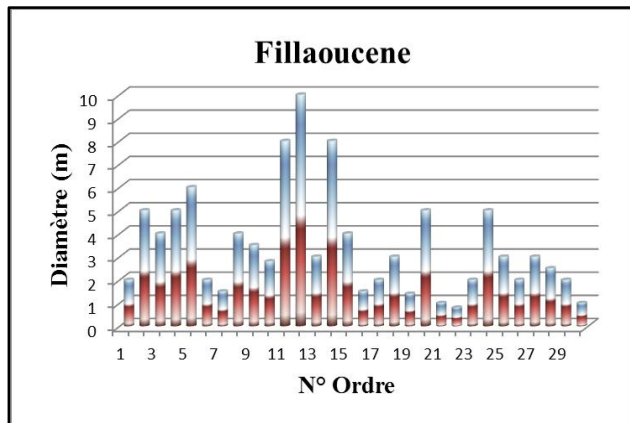
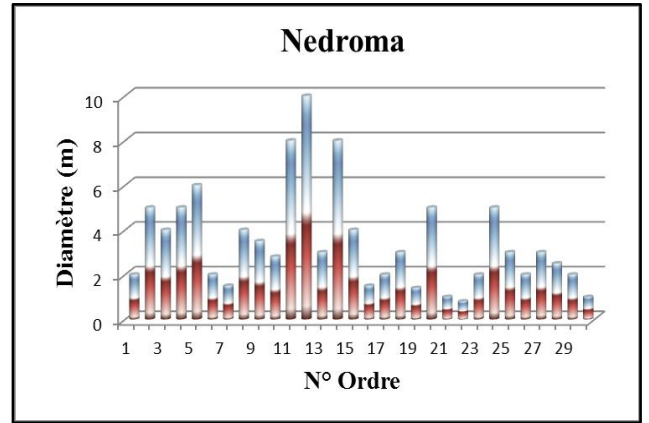
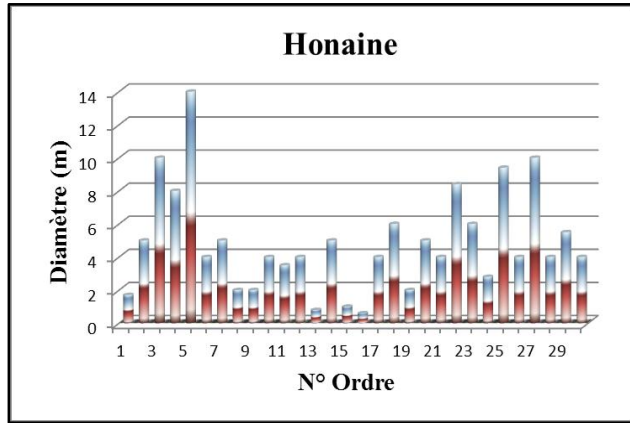


Fig. 56 : Moyennes des mesures des variables dans les différentes stations (Diamètre)

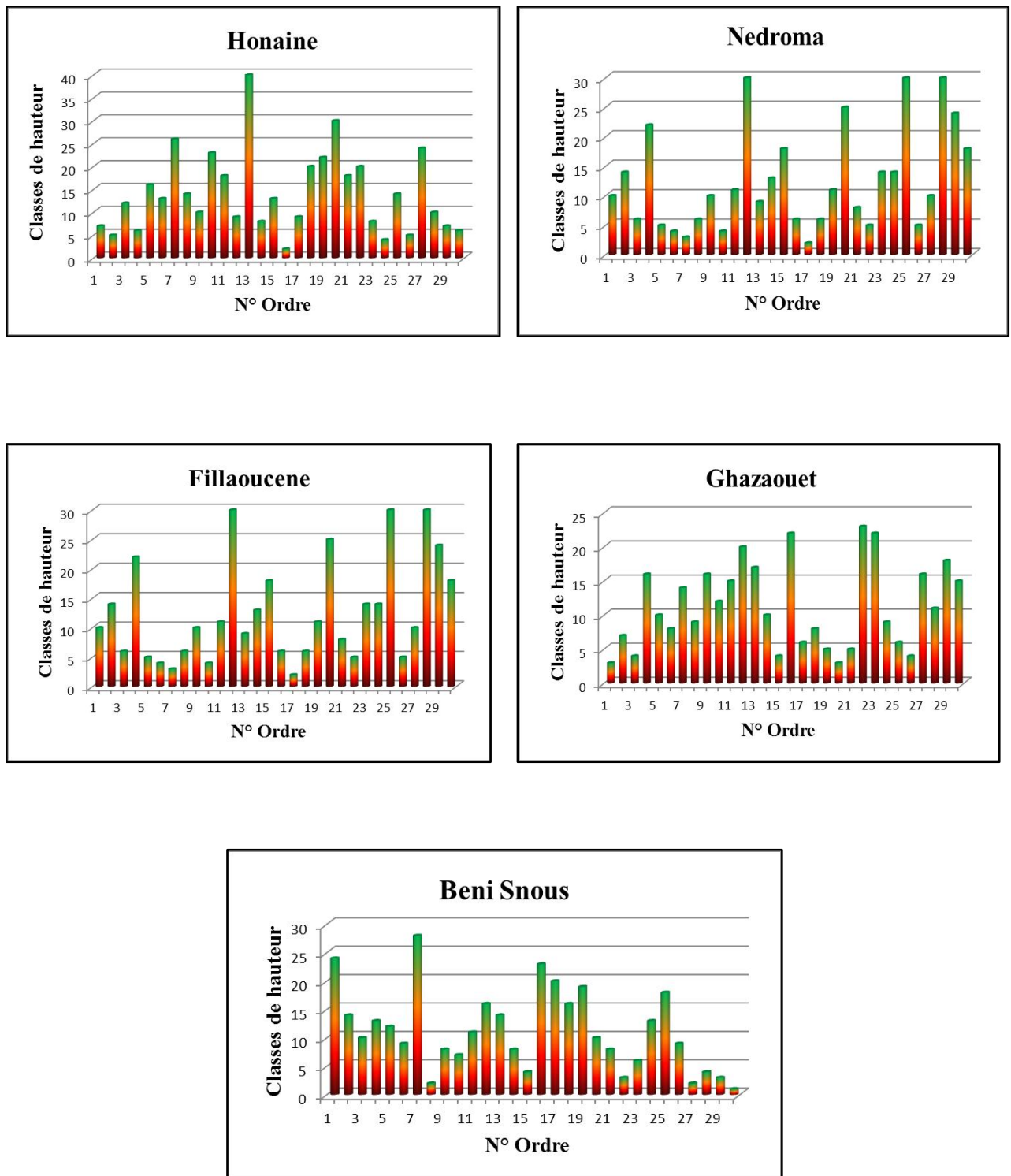


Fig. 57 : Moyennes des mesures des variables dans les différentes stations d'étude (Classes de hauteur)

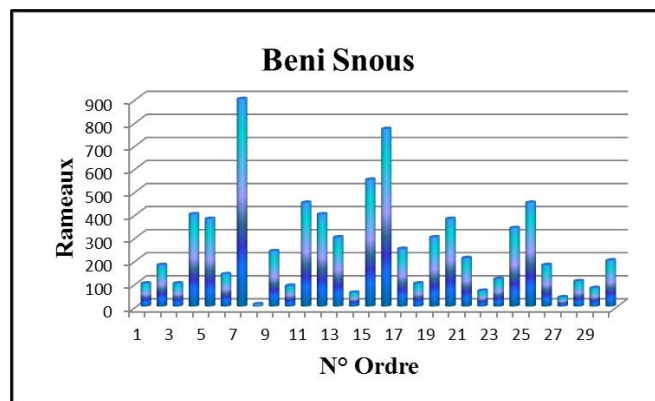
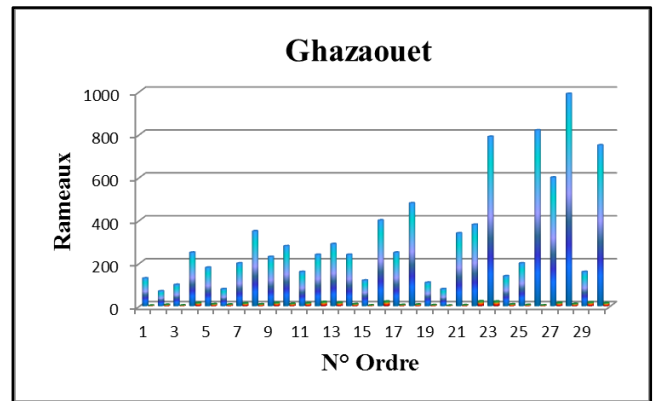
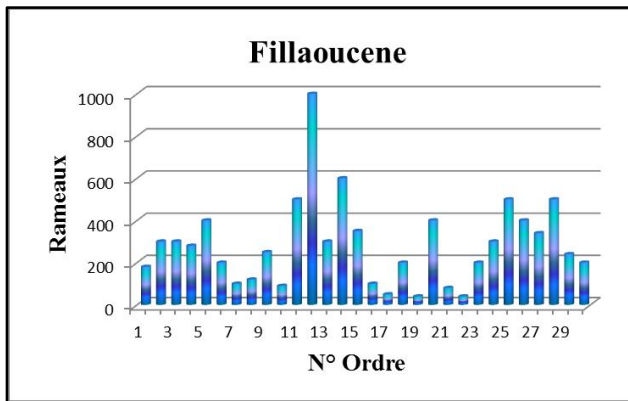
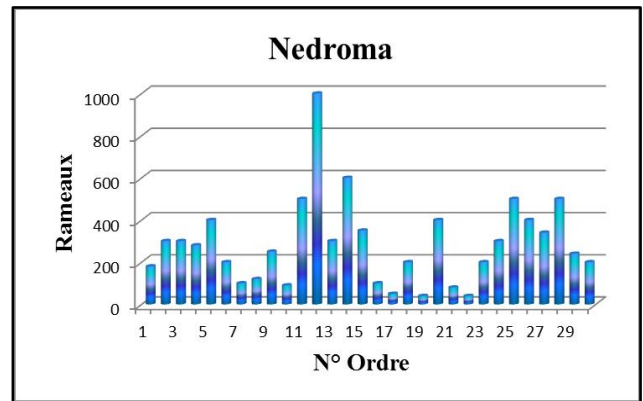
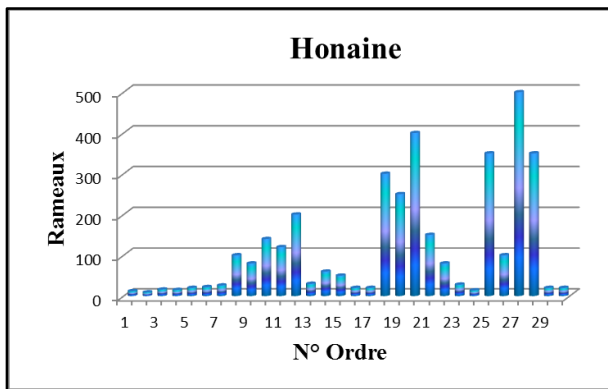


Fig. 58 : Moyennes des mesures des variables dans les différentes stations (Rameaux)

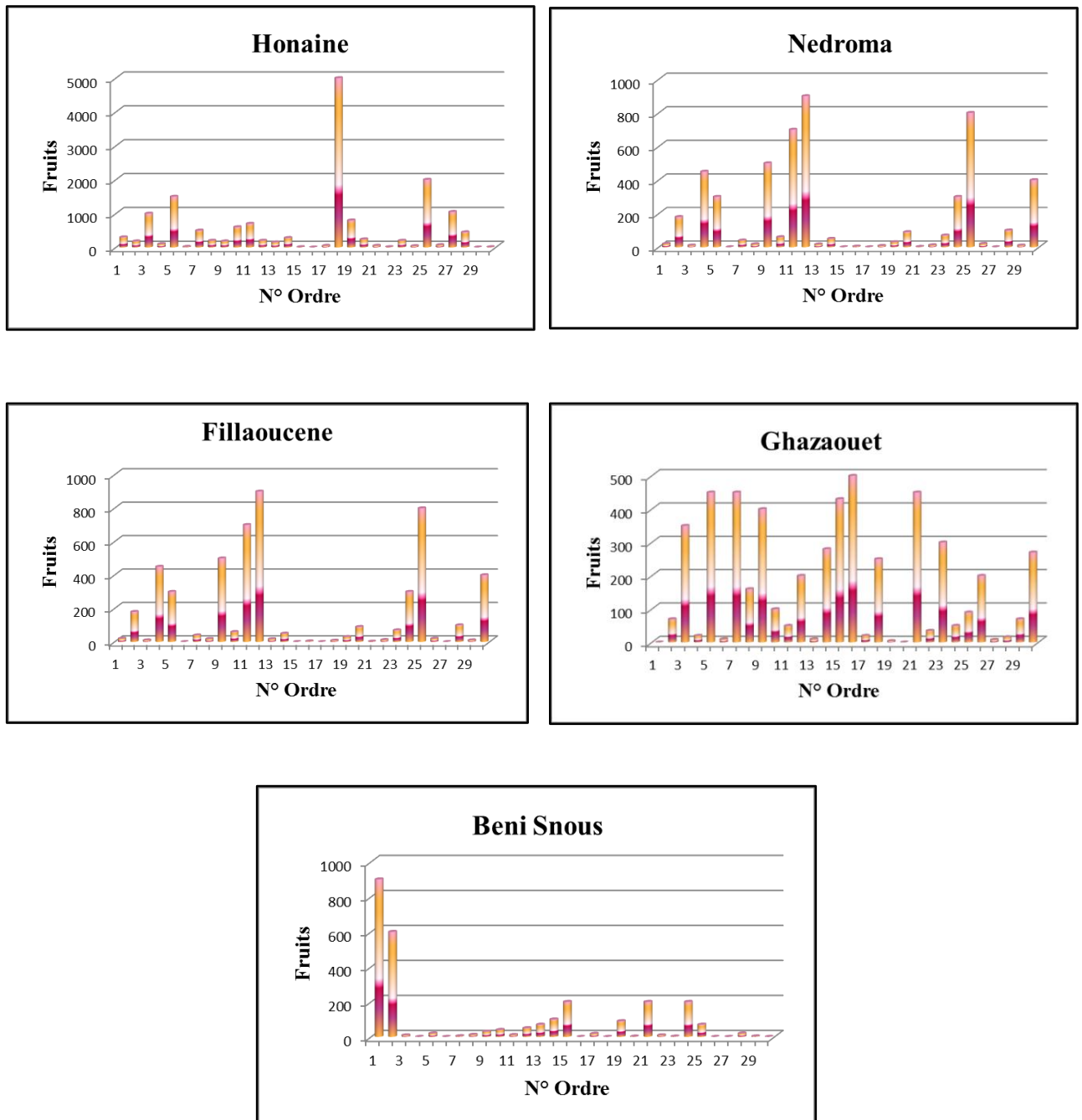


Fig. 59 : Moyennes des mesures des variables dans les différentes stations (Fruits)

II.2.1 - Comparaison biométrique entre les stations d'études

Les histogrammes ci-dessous montrent la comparaison des moyennes des différents paramètres mesurés entre les stations d'études.

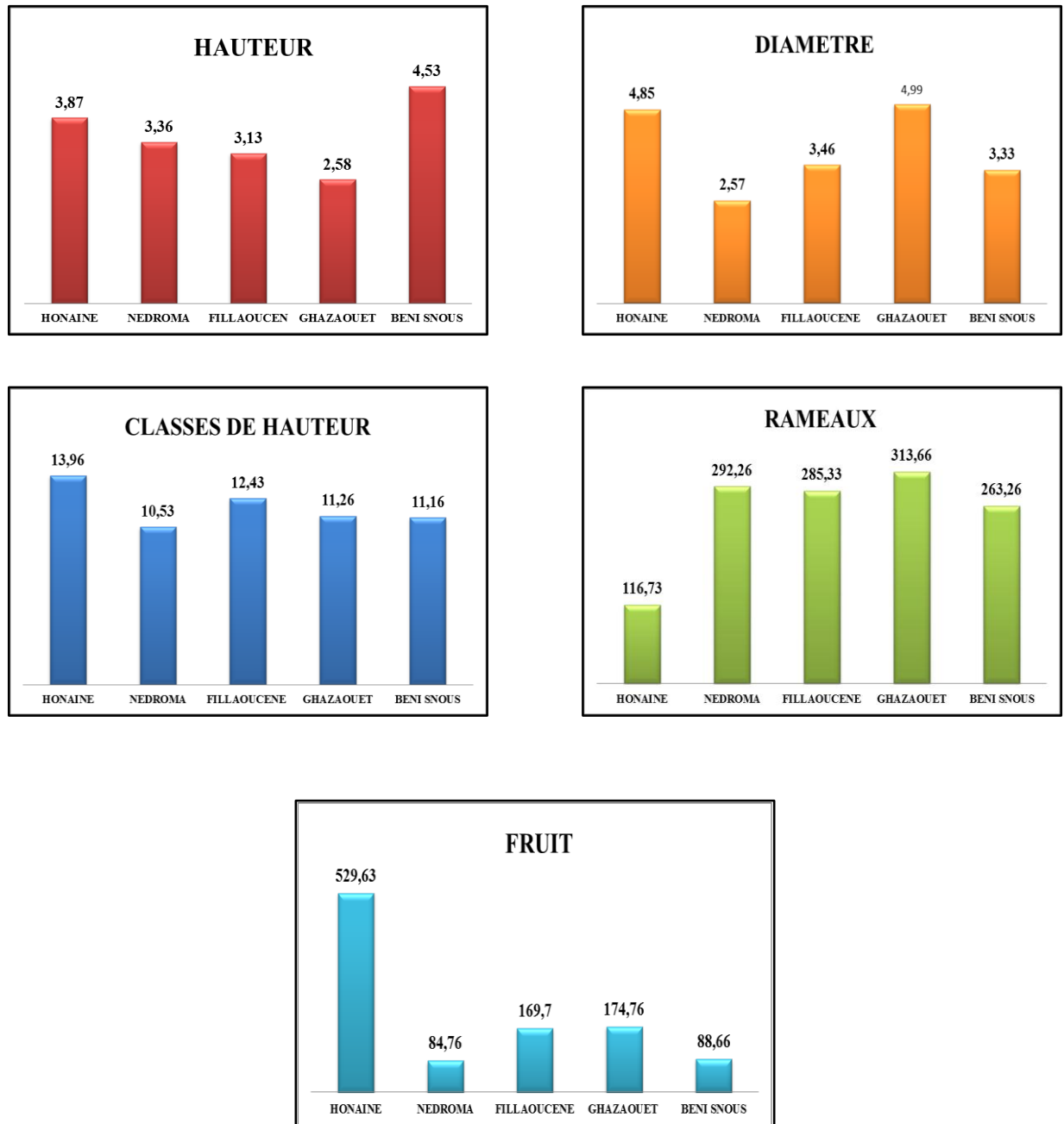


Fig. 60 : Comparaison biométrique des variables mesurées dans les cinq (05) stations respectives

II.2.2 - Résultats et discussions des graphes

L'analyse de ces résultats révèle que l'étude morphométrique de *Tetraclinis articulata* au niveau de toutes ces stations d'études est consignée dans les tableaux des mesures. Afin de mettre en évidence l'effet stationnel, une étude comparative des paramètres mesurés au niveau de ces stations a été menée à l'aide d'histogrammes.

Le développement du pied de la plante reste bien entendu tributaire des conditions du milieu. Cependant, un bon développement en relation avec un taux de recouvrement élevé signifie que l'espèce est en équilibre parfait et semble tirer un maximum de profit dans son milieu.

Il n'y a pas de perturbation observée entre la hauteur, le diamètre, les classes de hauteur, le nombre des rameaux, le nombre de fruits, les graines et le nombre d'écaillés au niveau des quatre stations dans les Monts des Traras, contrairement au niveau de la station de Beni Snous dans les Monts de Tlemcen (Matorrals dégradés composés par des sujets de thuya âgés mal structurés morphologiquement). Le nombre des rameaux et les classes de hauteur nous informent sur le fonctionnement de l'activité physiologique de cette espèce dans la majorité des stations. La relation hauteur, circonférence, classe de hauteur et le nombre de fruits reste plus ou moins équilibrée et nous pouvons estimer que l'espèce possède des possibilités adaptatives adéquates.

La lecture des tableaux et des graphes révèle que *Tetraclinis articulata* présente une moyenne de hauteurs comprise entre 2,58m (Station de Ghazaouet) et 4,53m (Station de Beni Snous) ; un diamètre (Circonférence) important de 4,99 m (Station de Ghazaouet) et 2,57m (Station de Nedroma). Pour les classes de hauteur, nous remarquons un maximum de 13,96 m au niveau de la station Honaine et un minimum de 11m au niveau des stations de Ghazaouet et Beni Snous avec un nombre des rameaux de 313,66 et 263,26. Pour la moyenne des fruits, elle est de 529,63 (Honaine), 174,76 (Ghazaouet), 169,7 (Fillaoucene), 88,66 (Beni Snous) et 84,76 (Nedroma).

La représentation graphique de nos résultats met en évidence le degré de liaison qui peut exister entre les différents paramètres afin de pouvoir analyser leur corrélation.

L'analyse des figures récapitulant les résultats des mesures nous montre que la différence de hauteur du groupement à *Tetraclinis* dans les stations est importante. Elle varie entre 0,25m et 14m (Honaine) ; 0,7m et 7,5m (Nedroma) ; 8m et 0,8m (Fillaoucene) ; 4,5m et 0,8 (Ghazaouet) ; 15m et 0,6m (Beni Snous).

La circonférence, le nombre des rameaux et les classes de hauteur varient faiblement entre les stations de Ghazaouet, Fillaoucene et Beni Snous où on trouve des pieds âgés caractérisés par des troncs d'arbre assez larges avec des classes de hauteur très importantes et où le nombre des rameaux est élevé, mais il reste moyen dans la station de Honaine et Nedroma vu la régénération de certains pieds du thuya dans ces localités.

Le nombre de fruits par arbre s'élève à 5000 cônes par rameau dans la station de Honaine alors qu'il est de l'ordre de 1120 à Nedroma , 1000 à Fillaoucene, 990 à Ghazaouet et de 900 à Beni Snous.

Les mesures biométriques des stations d'études ont montré une certaine hétérogénéité entre les stations du littoral comparées à la station des monts de Tlemcen en enregistrant une moyenne de diamètres des fruits comprise entre 1,42 et 1,44mm par rapport à 1,05 dans la station de Beni Snous, de même pour les moyennes des diamètres qui est aussi importants dans les stations des monts de Traras (entre 0,59 et 0,66 mm) par rapport aux mont de Tlemcen (0,36mm). Pour ce qui est des largeurs le constat est le même enregistré pour les diamètres avec une largeur comprise entre 1 et 1,04 mm pour les stations de Honaine, Nedroma, Fellaoucène et Ghazaouet comparées à la station de Beni Snous avec 0,92mm de largeur des fruits, la remarque faite sur la

largeur des graines est identique à celle des fruits avec un intervalle de 1,13 et 1,40mm pour l'ensemble des stations de traras et de 0,74mm pour la station de Bénis Snous. Cette importance peut être due aux conditions favorables du milieu et la bonne santé des arbres. Contrairement aux autres mesures biométriques, la moyenne du nombre d'écaïlles est plus importante dans la station de Beni Snous (3,28) comparée aux autres stations (1,97-3,07).

Ces différences morphométriques et biométriques entre les individus du même groupement et même au niveau des stations peuvent s'expliquer par l'âge de chacun des individus, la situation topographique (la pente et l'exposition) et l'adaptation de l'espèce aux stress abiotiques existants dans les différents biotopes où règne une sécheresse permanente avec excès de température ; ce qui oblige l'espèce à adapter une morphologie qui répond aux contraintes de ces milieux (Cas de Beni Snous).

II.3 - Les corrélations des variables

Le coefficient de corrélation indique dans quelle mesure la relation, si elle existe, peut être représentée par une droite (DEMELON, 1968). Par ailleurs, nous envisageons d'expliquer cette relation qui existe entre ces paramètres mesurés et quelques-uns des facteurs du milieu par la méthode de corrélation qui présente l'avantage de donner rapidement les résultats sur les relations qui peuvent exister entre les éléments.

Nous avons entrepris, après avoir procédé aux différentes mesures, d'analyser les statistiques de ces dernières. Pour pouvoir les traiter, nous avons effectué des corrélations et des équations de régression par paire de paramètres mesurés.

De ce fait, nous avons pu corréler les paramètres suivants :

- La hauteur et les rameaux (Station de Honïne)
- Classe de hauteur et rameaux (Station de Nedroma)
- Rameaux et diamètre (Station de Fillaoucene)
- Rameaux et diamètre (Station de Ghazaouet)
- Rameaux et diamètre (Station de Beni Snous)

Le coefficient de corrélation est exprimé par la formule :

$$r = \frac{\sum xy - \frac{\sum x \cdot \sum y}{n}}{\sqrt{\left(\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}\right) \left(\sum y^2 - \frac{(\sum y)^2}{n}\right)}} \quad \bar{x} = \frac{\sum x}{n} \quad \bar{y} = \frac{\sum y}{n} \quad \bar{x} = \text{moyenne} \quad \bar{y} = \text{moyenne}$$

$$a = \frac{\sum y - \frac{\sum x \sum y}{n}}{\sum x^2 - \left(\frac{\sum x}{n}\right)^2}$$

a = la pente de la droite de régression.

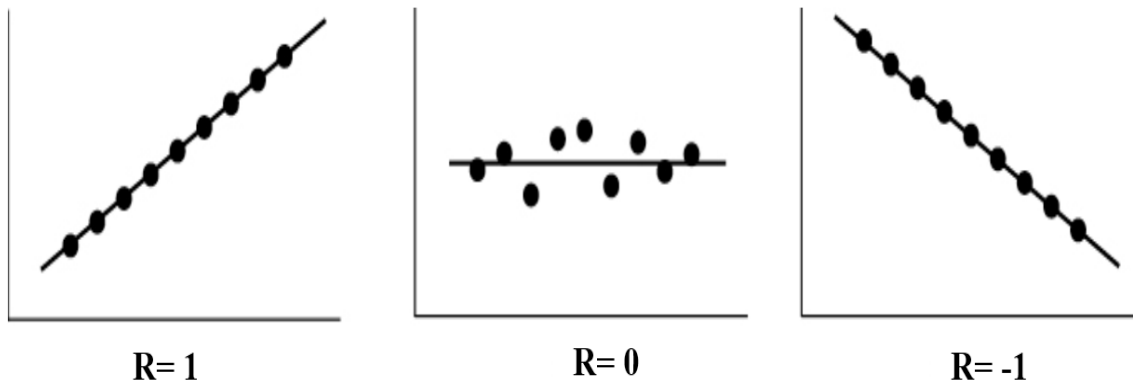
$$b = \bar{y} - a\bar{x} \quad s_x = \sqrt{\frac{\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}}{n}} \quad s_y = \sqrt{\frac{\sum y^2 - \frac{(\sum y)^2}{n}}{n}}$$

(Écart type)

S'il existe une corrélation significative entre deux variables x et y , on peut établir une droite de régression calculée comme suit : $y = ax + b$, dans laquelle b est le coefficient de régression de y par rapport à x .

La droite de régression permet d'estimer les valeurs de y connaissant certaines valeurs de x . Selon **MILLIER (1982)**, « les couples de données de chacun des dix individus ont été représentés graphiquement afin de pouvoir analyser leurs corrélations et de proposer un modèle général de régression ».

Le coefficient de corrélation est toujours compris entre -1 et $+1$.



Il présente les valeurs remarquables suivantes :

- ❖ $R = 1$: Tous les points observés se trouvent sur une même droite de coefficient angulaire positif.
- ❖ $R \sim 1$: Tous les points observés se trouvent à proximité d'une droite.
- ❖ $0 < R < 1$: le nuage de points est allongé parallèlement à la droite.
- ❖ $R \sim 0$: le nuage de points est allongé parallèlement à l'un des axes des coordonnées ou il a une forme arrondie
- ❖ $-1 < R < 0$: le nuage de points est allongé parallèlement à une droite de coefficient angulaire positif.
- ❖ $R \sim -1$: Tous les points se trouvent à proximité d'une droite.
- ❖ $R = -1$: Tous les points observés sont situés exactement sur une telle droite.
- ❖ En fonction de R^2 on peut déduire la corrélation entre ces paramètres :
- ❖ R^2 inférieur à 0,5 (50%) : mauvaise corrélation
- ❖ R^2 supérieur à 0,5 (50%) : bonne corrélation.

II.3.1 - Résultats et interprétation des corrélations

Les tableaux (33, 34, 35, 36 et 37); montrent l'existence d'une différence entre les paramètres mesurés et présentent les corrélations les plus significatives de chaque station.

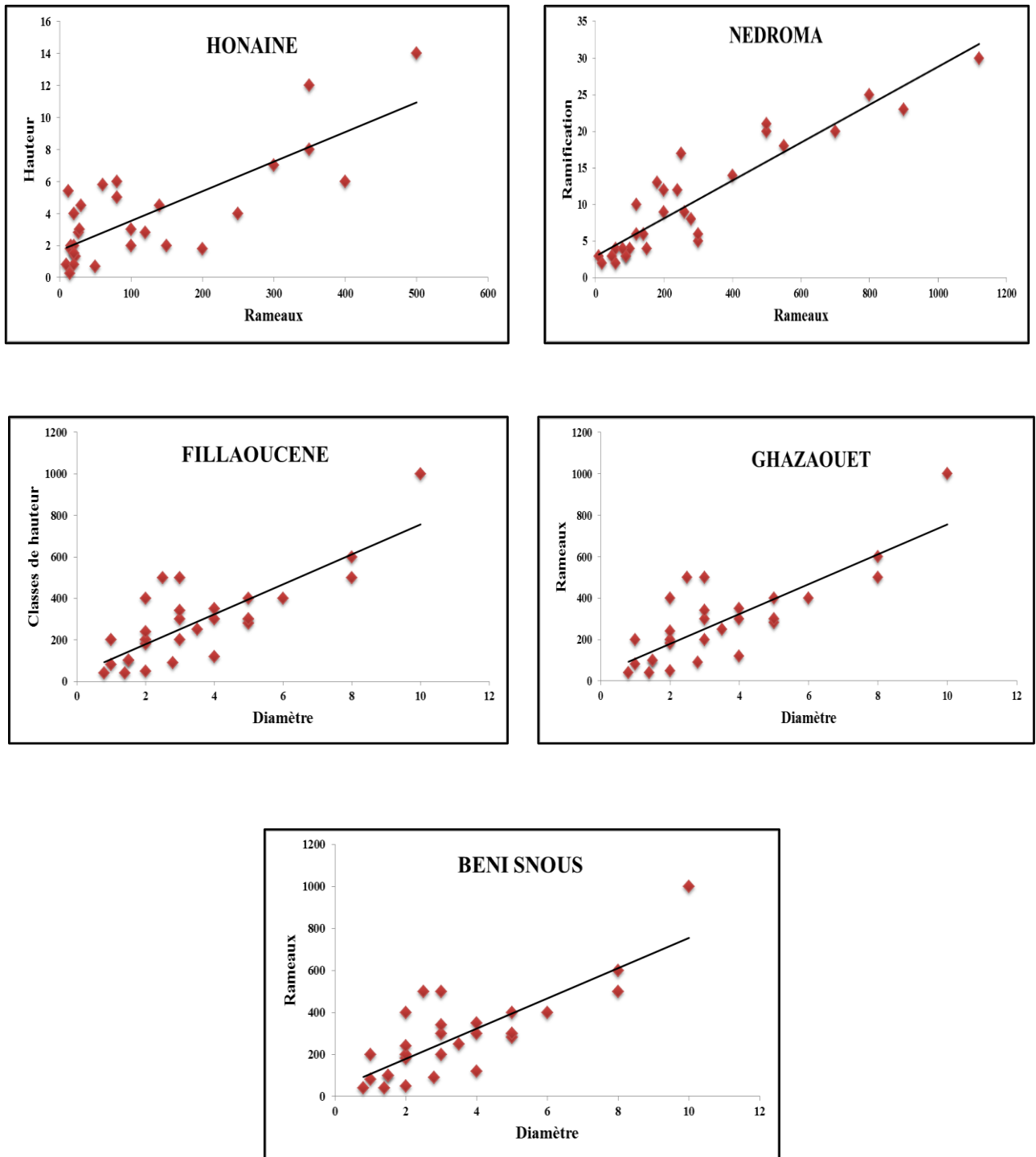


Fig. 61 : Les corrélations les plus significatives de la zone d'étude

La représentation graphique des résultats met en évidence le degré de liaison qui peut exister entre deux caractères afin de pouvoir analyser leur corrélation .

La matrice des corrélations établies entre les différentes variables montre une importante variation du coefficient de corrélation pour les différents paramètres analysés de *Tetraclinis articulata* dans chaque station ($R^2 \geq 50 \%$).

Les résultats de cette figure laissent apparaître une bonne corrélation entre les paramètres dans toutes les stations d'études, entre la hauteur et le diamètre ainsi que le nombre des rameaux et les classes de hauteur.

Nous remarquons que les corrélations entre deux paramètres biométriques étudiés révèlent de bonnes corrélations entre la hauteur et le nombre de rameaux avec un R^2 de l'ordre de 0,616 pour la station de Honaine comparée aux autres stations qui n'ont dépassé les 0,5 ; alors que la corrélation entre les classes de hauteur et le nombre de rameaux présente un R^2 de l'ordre de 0,845 pour la station de Nedroma par rapport aux autres stations; par contre la corrélation entre le nombre de rameaux et le diamètre du tronc des arbres enregistre un R^2 de l'ordre de 0,643 pour les stations de Fillaoucene, Ghazaouet et Beni Snous.

Ceci explique nettement une relation de croissance qui existe entre ces paramètres et le nombre des rameaux qui augmente avec le diamètre.

Cette bonne corrélation peut être le résultat d'un phénomène de compensation hydrique qui permet à cette espèce occupant le bas des pentes de profiter au maximum des facteurs stationnels, notamment les précipitations d'une part, et d'autre part par l'effet de l'exposition, l'âge des plantes et le polymorphisme qui peuvent jouer aussi un rôle très important dans la croissance de cette espèce au niveau de la même station.

Les mesures effectuées sur la graine sont présentées dans le tableau 32 (Annexes) montrent une bonne corrélation entre l'ensemble des paramètres mesurés (hauteur, diamètre et le nombre des écailles) avec des différences de pourcentages d'une station d'étude à une autre.

Cela peut s'expliquer par des différences probables des conditions écologiques (édaphiques, hydriques, climatiques, anthropiques et autres) pour chaque station d'études.

Conclusion

L'approche morphométrique a été réalisée sur *Tetraclinis articulata*. Elle a permis d'expliquer certaines corrélations, mais pas toutes, si ce n'est grâce aux observations de terrain. Les relations qui existent entre les paramètres mesurés peuvent être expliquées par les facteurs écologiques « la localisation, la pente et l'exposition » qui facilitent la croissance en hauteur et en diamètre ou circonférence de l'espèce ou par l'influence et l'adaptation de cette espèce dans la dynamique des matorrals dans le littoral de la région de Tlemcen par rapport aux différentes conditions stationnelles (microclimatique ou édaphique) sur la morphologie des espèces végétales.

DEMELON (1968), précise qu'une corrélation positive assez lâche traduit la dépendance de l'espèce par rapport aux conditions du milieu (texture, humidité).

Une bonne corrélation est enregistrée entre les paramètres mesurés des individus de thuya dans les cinq stations entre la hauteur et le diamètre où la corrélation dépasse les 60% pour la majorité des variables surtout au niveau de la station de Nedroma. Ceci peut être expliqué par l'adaptation de cette espèce aux conditions de milieu, surtout le stress hydrique. Nous considérons *Tetraclinis articulata* comme espèce thermophile. Ces différences biométriques d'une station à une autre s'expliquent entre autres, par les nombreuses interactions avec l'environnement (Air, vent, lumière, microtopographie, action anthropozoogène...etc).

Les corrélations développées restent limitées dans l'interprétation physiologique et/ou dans certains cas il nous est difficile de donner des explications.

Dans certains cas, certaines corrélations sont expliquées par l'habitat de la plante (sécheresse, substrat, topographie...etc.). Globalement, ces résultats pratiques restent non négligeables et peuvent nous ouvrir beaucoup d'horizons surtout en ce qui concerne le polymorphisme de ces espèces.

CHAPITRE II



Anatomie

Introduction

I. Choix de l'espèce et des stations

II. But et objectifs

III. Matériel et méthodes

IV. Descriptions des tissus et discussions des résultats :

Conclusion

Introduction

Dans ce chapitre nous avons présenté une étude de la structure interne des différentes parties du *Tetraclinis articulata* à l'échelle microscopique.

On appelle plan ligneux d'une essence, le groupement et la nature des différents éléments constitutifs de son bois ; vaisseaux, rayons ligneux, fibres, parenchymes dont l'agencement reste constant pour une espèce donnée, permettant de caractériser les espèces ligneuses (VENET., 1986).

Littéralement, le terme « histologie » signifie « Discours sur les tissus ». Il recouvre la description des caractères particuliers qui font que certains « groupes » de cellules sont bien distincts par rapport à d'autres « groupes ». Le terme dérive du Grec « Histo » signifiant « tissu » et « logos » signifiant « Science » (CRETE, 1965). Ainsi, LEESSON *et al* ; 1980 fournit une structure de base pour l'étude de la physiologie. Cette dernière est précisément la partie de la biologie qui traite de l'organisme des tissus. On dira qu'un tissu est l'ensemble des cellules semblables aux points de la vue morphologique et fonctionnelle. (HOULD, 1982).

Elle décrit aussi la qualité des tissus, alors que l'anatomie désigne l'acte de « Couper » pour connaître les caractéristiques des structures internes; examen qui a eu lieu généralement au niveau microscopique et étudie leur place dans l'organisme, ce qui permet de comprendre leurs relations de développement et d'association à des niveaux hiérarchiques de plus en plus élevés, jusqu'à celui de l'organe. (SCHWENDIMAN, 1989).

L'étude microscopique des organes permet de connaître l'organisation et les structures internes des plantes primaires et secondaires, des différents organes, ainsi que leurs modifications ou adaptations. Elle reste l'une des parties essentielles de la biologie végétale. Elle autorise également d'utiles comparaisons entre les plantes actuelles (MEHENNI *et al.*, 1986).

L'étude anatomique des structures internes, primaires et secondaires des différents organes ainsi que leurs modifications ou adaptations reste l'une des parties essentielles de l'espèce végétale. Malgré cette importance, peu de travaux sont publiés sur l'anatomie de *Tetraclinis articulata*.

Malheureusement, en Algérie et plus précisément dans le Nord-Ouest Algérien et surtout dans les matorrals du littoral de la région de Tlemcen, aucun travail n'a été publié sur les caractères anatomiques et histométriques de cette espèce endémique de la région.

Vu l'absence des données précises sur l'anatomie et les mesures des tissus, nous avons essayé par cette contribution de donner un aperçu sur les formes et la taille moyenne des tissus des différents organes (Feuilles, tige et racines) pour plusieurs pieds d'arbre pris au hasard dans deux stations différentes qui sont situées dans la région de Tlemcen.

Pour nos résultats, les planches présentent les meilleures coupes anatomiques des différentes parties. Les mesures des différents tissus sont bien illustrées dans nos tableaux aux mesures histométriques.

I. Choix de l'espèce et des stations

Le choix de cette espèce n'est pas fortuit ou hasardeux, mais parce qu'elle représente en premier lieu les matorrals de la zone d'étude, qu'elle semble être plus abondante et plus marquante sur le terrain et qu'elle a une possibilité de s'adapter et de résister dans des milieux différents. Elle présente un intérêt certain dans l'économie du pays ; elle joue un rôle irremplaçable dans l'équilibre écologique. Grâce à son système racinaire puissant, elle contribue au maintien du sol et permet de lutter contre l'érosion hydrique et éolienne. Elle est fréquente et prend de l'ampleur dans certaines stations du littoral des Monts de Traras.

I.1 - Échantillonnage

Les échantillons du Thuya ont été prélevés dans la région de Tlemcen. Nous notons que la récolte a été effectuée de façon aléatoire au mois de Novembre et Décembre, années 2011-2012 et 2015 au niveau de la base du houppier des arbres dans deux massifs montagneux différents (Monts de Traras et ceux de Tlemcen) sur deux stations représentatives (Honaine et Beni Snous) qui se situent sur deux étages bioclimatiques différents.

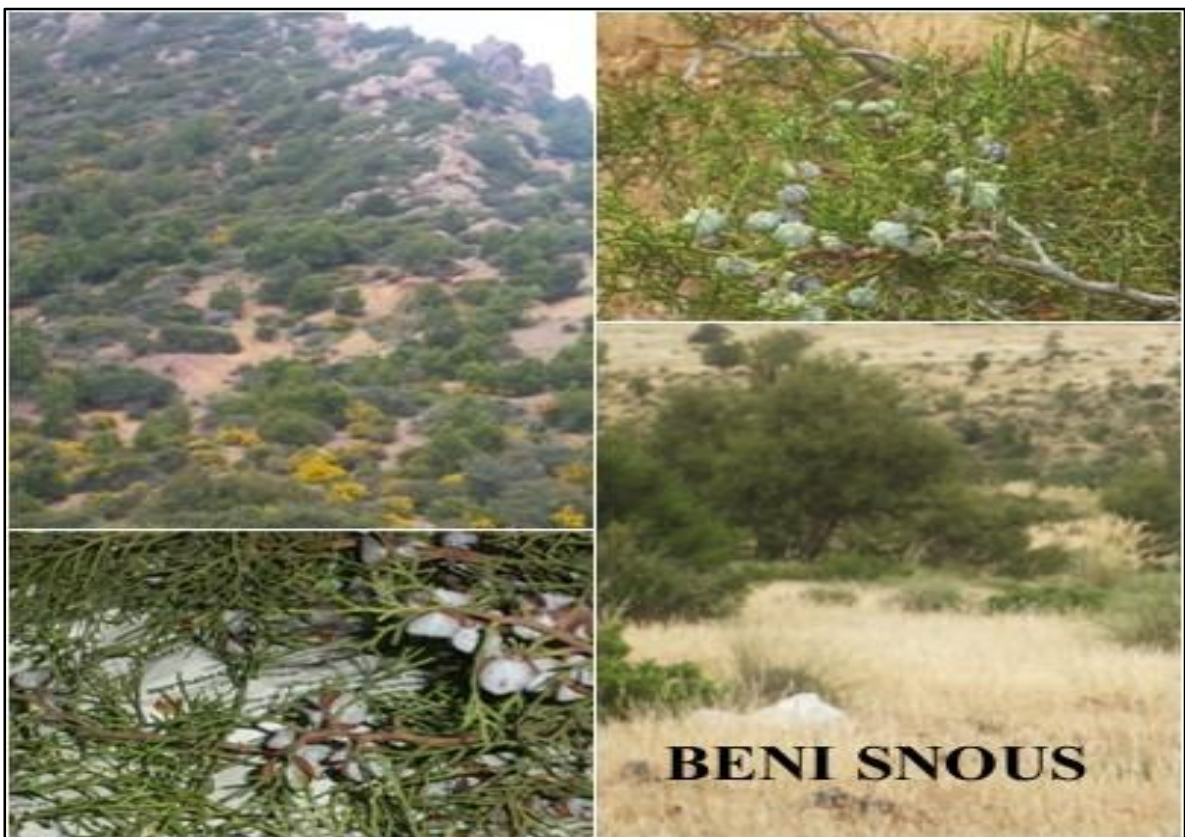


Fig. 62 : Les prélèvements des échantillons de la station de Honaïne et Beni Snous

Les coupes anatomiques ont concerné les feuilles (écailles ou articules) des rameaux, les tiges et les racines fraîches par un nombre de dix individus prélevés de chaque station en appliquant la technique des coupes à main levée (**BERLYN, 1976**).

II. But et objectifs

Le but de ce travail est d'identifier les caractères histologiques de l'espèce résineuse, *Tetraclinis articulata*. Ceci nécessite une réalisation de coupes microscopiques à partir d'échantillons convenablement choisis. Ces coupes seront analysées dans le but de reconnaître et d'identifier la structure des différents tissus, de différencier entre les organes, d'utiliser les coupes anatomiques pour un traitement statistique et par conséquent de déduire l'explication de certains phénomènes histologiques comme d'éventuelles adaptations de la plante vis-à-vis des contraintes des milieux tels le stress hydrique, le changement climatique... etc.

III. Matériel et méthodes

BERTRAND en **2009** souligne que dans toute recherche scientifique moderne, la question des méthodes joue un rôle capital et doit être l'objet d'un examen très sérieux. C'est la nature et la qualité des méthodes employées qui, seules peuvent nous garantir la solidité et la valeur des résultats obtenus. En matière de biologie végétale, toute erreur de méthode ou d'interprétation peut nous éloigner du but indéfiniment.

Un grand nombre de méthodes ont été mises au point, lesquelles permettent de connaître les tissus végétaux. Parmi les auteurs qui y ont contribué, nous citons : **DEYSSON (1975)** ; **CAMEFORT (1977)** ; **ROLAND et al (1977)** ; **LEESSON et LEESSON (1980)** ; **HARCH (1988)**, **MEYER et al (2004)** et autres.

Le problème reste au niveau de la confection des coupes transversales de différentes parties de la plante et le contrôle de la qualité des coupes concernant leur épaisseur ainsi que leur déformation lors de la coupe. La qualité de l'observation microscopique dépend de leur nature. Plus la coupe est mince, plus elle est bonne pour la coloration. Pour cette raison, la confection des coupes minces est notre première inquiétude.

III.1 - Mode opératoire

Cette étude anatomique des organes est faite exactement dans deux laboratoires :

- Laboratoire de M^{me} HARCH M. de l'université USTO d'Oran pour apprendre les techniques de la double coloration, assurer les produits chimiques et effectuer les coupes histologiques.
- Laboratoire de Botanique de l'université d'Abou Bakr Belkaïd de Tlemcen avec Mr. FEROUANI T. et HASSANI F. pour effectuer les analyses histométriques et morphologiques.

Nous avons été séduits et subjugués par la qualité du travail réalisé par **CHRISTIAN AUBERT**, lors de ses nombreuses interventions sur le site du forum Microskopia depuis 2004, tout en précisant qu'il dispose d'un matériel très simple, à la portée de chacun.

Pour notre cas, l'étude histologique nécessite le dispositif expérimental, composé d'une liste de matériels et d'un ensemble de solutions.

III.1.1 - Matériels et solutions

- Rameaux, feuilles, tiges et racines : Échantillons végétaux à étudier ;
- Lames de rasoir neuves ;
- Boîtes de pétri, verrerie et quelques petits verres de montre vides ou capsules propres (quatre au minimum) ;
- Une bande de papier filtre ou une bande de tissu filtre ;
- Un tamis pour filtrer les coupes fines ;
- Eau de javel ;
- Une pince fine et un chiffon ;
- Eau distillée (Rinçage) ;
- Acide acétique à 1% (Fixateur) ;
- Vert d'iode, carmin aluné ou vert de Méthyle et rouge Congo (Colorants) ;
- Lames (porte-objets) ;
- Lames (couvre-objets) ou lamelles ;
- Un microscope optique à grossissement multiple, photo-microscope et appareil photo numérique ;
- Un micromètre pour prendre les mesures des différents tissus ;
- Le vernis à ongles ou la glycérine pour la conservation des coupes fines obtenues ;
- Microscope optique à grossissement multiple ;

Micromètre pour effectuer les mesures histométriques et appareil photo numérique ;

Toutes les activités histologiques ont en commun l'action d'observer et d'interpréter ce qui est vu. Dans toute démarche d'ordre histologique, quatre étapes se succèdent :

- Le choix du matériel à étudier ;
- La technique permettant de visualiser les structures ou les phénomènes que l'on veut étudier ;
- La production d'images de ces structures ou de ces phénomènes, par des moyens optiques et l'interprétation de ces images ;

- Les méthodes utilisées en histologie varient selon l'échantillon à étudier et les objectifs de l'examen.

III.2 - Préparation et réalisation des coupes anatomiques :

III.2.1 - Obtention des coupes transversales « à main levée » :

Les coupes transversales sont réalisées à « main levée ». Elles sont effectuées à partir des échantillons « jeunes et âgés » du thuya grâce à une lame de rasoir ; elle permettra de faire des coupes suffisamment minces, puis elles sont plongées dans l'eau distillée afin d'éviter le dessèchement de ces dernières et de pouvoir les colorer et les monter par la suite selon le processus développé ci-dessous.

III.2.2 - La double coloration

Parmi les techniques de coloration, une seule reste plus utilisées. Elle permet de réaliser la différenciation de certains tissus qui est la technique dite de double coloration au vert de méthyle - rouge Congo. Selon **LANGERON, 1934** ; elle comprend les différentes étapes et les temps suivants :

- Nous trempions les coupes dans un verre de montre, contenant de l'eau de Javel, et ce durant 10 à 20 minutes pour détruire le contenu cellulaire et blanchir les membranes. Nous rinçons les coupes à l'eau distillée pour éliminer l'eau de Javel.
- Acide acétique à 1 % pendant 5 à 10 minutes pour éliminer les traces d'eau de Javel et fixer les autres colorants.
- Vert d'Iode pendant une minute au maximum pour les tissus lignifiés. Nous rinçons les coupes avec de l'eau distillée pour éliminer l'excès de colorant.
- Carmin aluné pendant 10 à 15 minutes puis rincer à l'eau distillée.
- Pour le montage, on utilise la technique du montage entre lame et lamelle dans une goutte d'eau distillée en raison de sa simplicité et la disponibilité des produits et l'observation au microscope les meilleures coupes obtenues pour la fixation avec la résine synthétique.

Il y a lieu de choisir les meilleures coupes, soit les plus fines, à insérer entre lame et lamelle sans oublier de les immerger dans une goutte d'eau, et enfin les observer au microscope optique, muni d'un micromètre pour effectuer les mesures des tissus (histométrie). Les meilleures coupes observées ont été prises en photos, grâce à un système photographique monté sur le microscope à appareils photo incorporé ou numérique. Dans le cas où la coupe est considérée comme réussie, elle est conservée grâce à la glycérine.

Pour l'observation des coupes, nous avons utilisé un microscope optique doté de deux oculaires et de quatre objectifs différents : G×04, G×10, G×40, G×100. Au cours d'un examen microscopique, on doit toujours faire varier la mise au point à l'aide de la vue micrométrique, les éléments à observer n'étant pas toujours tous dans le même plan. Le faible grossissement renseigne sur la structure générale

de la préparation ; le fort grossissement permet d'observer plus en détail, des régions limitées de la préparation.

La mise au point se fait, d'abord, à l'aide de la vue à crémaillère puis elle est achevée à l'aide de la vis microscopique. Le micromètre est doté d'un micromètre oculaire gradué en 100 divisions dont chaque division correspond à 10µm à l'objectif 10. Ce micromètre nous a permis de mesurer la longueur et l'épaisseur des tissus de chaque organe.

IV. Descriptions des tissus et discussions des résultats :

Les tissus rencontrés dans les coupes sont nombreux et il est possible cependant de les regrouper en cinq catégories (les tissus de revêtement, les parenchymes, les tissus conducteurs, les tissus de soutien et les tissus sécréteurs). Dans chaque catégorie, plusieurs types sont observables et l'organisation des organes observés sera expliquée de façon générale.

Tous ces tissus, même s'ils sont présentés par commodité de manière isolée, doivent être considérés comme fonctionnant ensemble. Ils constituent une unité fonctionnelle. La diversité de ces parties est si grande qu'il est impossible de voir en détail toutes les structures. Seuls quelques exemples seront présentés et nous permettent d'avancer les résultats suivants :

IV.1 - La structure anatomique de la feuille

L'étude de la structure de la feuille, montre tout d'abord un parenchyme chlorophyllien très important. C'est là en effet que se déroule la photosynthèse. De la face supérieure à la face inférieure, on distingue plusieurs couches.

Au stade adulte, l'anatomie foliaire de *Tetraclinis articulata* est articulée, constituée par un épiderme supérieur ou inférieur. Entre les deux, existe un tissu médian très chlorophyllien ou mésenchyme.

Il est habituellement différencié en deux niveaux : Un parenchyme palissadique renfermant des cellules prismatiques régulièrement alignées et, au-dessous, un parenchyme lacuneux dont les cellules de forme lobée, laissent entre elles de larges espaces aérifères. Les échanges gazeux, et notamment la fourniture en CO₂, se font à travers le tissu lacuneux et l'épiderme inférieur.

Les coupes histologiques effectuées au niveau de cet organe se sont avérées très difficiles à faire, vu l'extrême réduction des feuilles qui sont sous forme d'écailles.

L'examen et l'observation de ces coupes transversales du périphérique vers le centre de la coupe révèlent un ensemble de tissus variés d'une structure primaire et secondaire selon leur origine méristématique.

IV.1.1 - Les tissus de protection ou de revêtement

Ces tissus recouvrent tous les autres tissus et les protègent contre une trop grande déshydratation. Ils forment donc un revêtement imperméable et résistant qui les isole du milieu extérieur (RAVEN et al, 2007).

L'épiderme du thuya à différents âges est constitué d'une seule assise de cellules prolongées qui ont des parois externes, pouvant être très épaissies et fortement cutinisées sans chloroplastes, différentes par leurs formes et leurs dimensions, mais qui sont toujours en contact étroit les unes avec les autres, sans espace intercellulaire. Il est doublé extérieurement d'une fine cuticule; il isole les parenchymes du milieu extérieur.

Ces cellules se situent à la surface de la feuille. Elles sont collées les unes aux autres et forment une barrière protectrice. En général, l'épiderme réduit la perte d'eau par le végétal et protège les tissus internes des blessures.

Les parois cellulaires externes de l'épiderme sont souvent épaissies et imprégnées de substances lipophiles (cutines, cires) (**LÜTTGE et al, 2002**). Ils isolent les parenchymes du milieu extérieur, rendu plus ou moins imperméable par leur cuticule en contact avec ce milieu (**ROBERT et al, 2005**).

L'hypoderme est présent dans ces coupes du Thuya et repose sur un chlorenchyme plus ou moins palissadique à paroi plus fine que le parenchyme de fond. Les cellules ont un diamètre plus grand que celles de l'épiderme et une paroi généralement moins épaissie.

Cette assise est interrompue sous chaque stomate pour former la chambre sous-stomatique. Elle est généralement située au même niveau que les autres cellules épidermiques. Cette cuticule en général, protège le végétal contre la dessiccation et l'infection par les micro-organismes.

Certaines cellules du tissu épidermique forment des stomates qui sont de petites ouvertures vers l'extérieur. Chez les cupressacées et notamment les *Tetraclinia*, ils sont fréquents et souvent dans des dépressions, ils peuvent parfois être avortés (cas de *Tetraclinis articulata*) ; mais ils conservent leur structure. Cette disposition réduit la transpiration (**DEMALSY, 1990**).

Le collenchyme propre des organes aériens se forme très précocement en position périphérique. Il est constitué de cellules vivantes plus ou moins allongées, sans espaces lacunaires, à paroi primaire, munie d'épaississements pecto-cellulosiques. Il donne aux cellules du collenchyme une grande résistance aux forces de flexion et de traction et confère à ce tissu son caractère de soutien (**CAMEFORT, 1977**). On distingue trois formes principales de collenchyme, en fonction de la localisation des épaississements de la paroi (Le collenchyme lamellaire, anguleux et lacuneux).

Nos résultats nous permettent d'observer un important développement de ce collenchyme, ce qui reflète bien leur état plus ou moins jeune. Mais chez les sujets plus âgés, nous remarquons l'apparition du liège en périphérie avec quelques couches de cellules parenchymateuses (Parenchyme cortical) qui séparent les fibres péricycliques du collenchyme. Ce dernier disparaît donc avec l'apparition du suber et du parenchyme cortical, ce constat a été appuyé par celui de **DEMALSY et FELLER - DEMALSY en 1990**.

A travers l'observation de ces coupes histologiques, la figure 97 nous montre que **le mésophylle** ou tissu fondamental de la feuille est formé de cellules parenchymateuses dont la paroi se développe vers l'intérieur en forme de crêtes apparentes, augmentant ainsi leur surface.

Il est homogène, mais les cellules développent des crêtes ou des replis, pénétrant profondément dans la cavité cellulaire. Ces crêtes, tapissées de chloroplastes tout comme les autres parties de la paroi cellulaire, augmentent le pouvoir photosynthétique de la feuille.

De même la figure 87 montre que le **parenchyme fondamental**, tissu souvent le plus abondant dans la majorité des coupes observées, est constitué de cellules très uniformes (globulaire et circulaires en coupe transversale) et présente quelques fois des cellules subissant une extension de leur diamètre.

Vers la face intérieure de ces coupes observées, c'est le parenchyme lacuneux, constitué par les cellules laissant entre elles des lacunes. Ce sont des cellules plus ou moins arrondies, régulières, peu jointives avec de grandes lacunes, plus pauvres en chloroplastes. Plusieurs études ont montré que ce type de parenchyme est localisé généralement sous l'épiderme dorsal de la feuille favorisant les échanges gazeux et protégeant contre la dessiccation (**HAMMICHE, 1988 ; KILIAN et LEMEE, 1956**).

L'observation de la même figure nous remarquons que la face supérieure présente un parenchyme palissadique, constitué de deux assises de cellules allongées et disposées les unes sur les autres en forme de palissades et qui contient les chloroplastes pour la photosynthèse. Il n'a de part et d'autre, aucune forme précise.

Le sclérenchyme observé sous microscope montre que c'est le tissu de soutien des organes lorsque l'allongement est achevé. C'est l'ensemble des cellules mortes à parois épaisses, imprégnées de lignine et présentes sous forme de fibres caractérisées par des cellules semblables de couleur verte dans la jeune tige est blanchâtre à la racine, de formes irrégulières, élaborant toujours une paroi secondaire, en général considérablement épaissie et occupe une surface importante. On peut dire que la feuille de *Tetraclinis articulata* est entièrement sclérifiée.

Dans le cas des tetraclinaes étudiés, il se trouve généralement plus en profondeur que le collenchyme pour assurer la protection mécanique du végétal contre les agressions ; il est bien développé et disposées en anneaux au sein du parenchyme cortical, elles produisent à l'intérieur un tissu cortical secondaire, appelé phelloderme, qui épaissit donc la couche d'écorce primaire (et parfois l'écrase).

Dans la Figure 83 la surface des coupes observées engendre du tissu subéreux sous forme d'une couche grise ou brune plus ou moins épaisse, crevassée sous la poussée des tissus profonds, qui va revêtir les tiges anciennes. Cette « écorce » de surface est constituée, non pas par du parenchyme cortical, mais par un tissu mort, le liège à structure secondaire c'est le phélogène.

De même, les cellules sont très allongées, réniformes avec une paroi munie d'un important épaississement secondaire lignifié, atteignant jusqu'à 83 μm en moyenne dans la station de Beni Snous et 49 μm (station de Honaine), avec une marge allant de 20 à 31 μm . Tableaux 39 et 40 (Annexes). De plus, on distingue deux sortes de cellules sclérenchymateuses :

Les sclérites foliaires : Ce sont des cellules courtes avec des parois très épaisses et lignifiées de forme souvent étoilée, difficilement mesurable vue leurs structures et localisations. Elles forment parfois un réseau plutôt enfoui dans le mésophylle.

En plus de la fonction mécanique, elles ont, semble-t-il un rôle de propagation de la lumière réfléchi plusieurs fois dans l'une à l'autre des parois cellulaires épaisses ; les sclérites peuvent se présenter d'une manière isolée ou réunie en groupe ou même en robustes couches compactes. D'un autre côté elles peuvent agir comme des fibres optiques pour optimiser la pénétration des rayons lumineux quand le mésophylle est épais et compact. Elles ont des formes très variées, mais sont en général relativement courtes et plus ou moins isodiamétriques.

À travers l'observation de la même figure, nous remarquons que les **fibres péricycliques** sont étroites et accolées aux parois d'épaisseur inégales. La forme de cette partie fibreuse est très variable. Parfois, le parenchyme limitrophe est associé à cette gaine. Il est alors appelé sclérenchyme (tissu de soutien).

Ce sont des cellules très allongées, mortes réniformes, fusiformes, avec parois munies d'un important épaissement secondaire lignifié, atteignant jusqu'à quelques centimètres de long. Certaines fibres sont fortement lignifiées comme celles que l'on rencontre dans le bois. D'autres sont cellulodiques ou très faiblement lignifiées, apportant la rigidité et la solidité nécessaires au développement des organes. Au milieu du bord médial de ces fibres péricycliques réniformes, se trouvent de volumineux canaux sécréteurs.

On distingue aussi deux types de rayons ligneux : les unisériés (une file de cellules) et les plurisériés (15 à 50 cellules en largeur et pouvant atteindre plusieurs centimètres en hauteur). Ils sont fins, d'aspect macroscopique ; unisériés, rarement bisériés, d'une hauteur de 4 à 10 cellules. Ces rayons sont identifiables par leur coloration plus foncée sous microscope et sont dits homogènes, car ils sont constitués de cellules de parenchyme allongées de manière systématique.

Le Cambium produit des tissus conducteurs secondaires qui s'ajoutent directement aux éléments primaires. C'est une assise méristématique génératrice libéro-ligneuse localisée entre le xylème et le phloème, sa couleur reste plus claire que le liber. Il donne naissance à deux nouveaux tissus. Le tissu formé du côté externe s'appelle le liber (le phloème secondaire) et le tissu formé du côté interne s'appelle le bois (le xylème secondaire).

IV.1.2 - Les tissus conducteurs (Faisceaux Cribro-Vasculaires)

Les faisceaux libéro-ligneux sont entourés d'un tissu de transfusion particulière aux gymnospermes ; celui-ci est constitué de cellules parenchymateuses vivantes, à paroi cellulodique, et de cellules mortes dont les parois sont lignifiées. Le rôle de ce tissu est mal connu (**DEMALSY, 1990**).

Ces faisceaux observés sous microscope sont exclusivement fibreux sont composés uniquement de fibres. Les faisceaux mixtes sont formés par une ou deux parties (tige ou feuille) fibreuses, accolées à une partie conductrice libéro-ligneuse. Selon (**NABORS, 2008**), les tissus conducteurs des feuilles des Tetraclinaies sont en continuité avec ceux de la tige.

Les cellules de ces tissus conducteur ou vasculaire sont de longues cellules mises bout à bout, formant ainsi de longues colonnes et possèdent une paroi secondaire en général lignifiée plus ou moins développée, sauf au niveau de zones amincies de la paroi primaire.

Le xylème et le phloème sont regroupés en faisceaux. Dans la feuille, la partie libérienne est très développée et se divise fréquemment, en fonction du taxon, en deux parties.

Le xylème du *Thuja* est un tissu qui assure la conduction de la sève brute, il est composé de vaisseaux, eux-mêmes constitués de cellules allongées superposées en files longitudinales. A maturité, chaque élément de ce tissu devient une cellule morte réduite à sa seule paroi, bien adaptée pour résister à la tension grâce à un épaissement secondaire et à son renforcement ultérieur par lignification. Ils diminuent au fur et à mesure que l'on se rapproche du centre de la coupe observé. Le **protoxylème** de *Tetraclinis articulata*, apparaît au début de la différenciation du xylème, lorsque la croissance de la partie de la tige ou de la racine, qui les contient, n'est pas encore achevée.

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

Le **métaxylème** est formé lorsque la croissance de la partie de l'organe qui le constitue est achevée. Pour notre cas, l'étude du xylème des végétaux vasculaires a conduit à la distinction entre deux sortes d'éléments conducteurs : Les trachéides éléments primitifs et les vaisseaux ligneux plus spécialisés et mieux adaptés au rôle de la conduction (**KILLIAN, 1954**). Les cellules du procambium vont donner différents types cellulaires (Trachéides et/ou vaisseaux).

Selon **KESHAVARZY., 2006**, les vaisseaux des *Tetraclinia*es souvent appelés trachées, proviennent de cellules dont les parois transversales ont disparu pour former une sorte de tube qui constitue un excellent canal conducteur d'eau, pouvant avoir plusieurs mètres de longueur et au moins 30 mm de diamètre. Ils sont faits de rangées de cellules alignées qui se soudent bout à bout au cours de leur développement.

Au niveau des coupes effectuées au laboratoire, nous avons constaté que les trachéides étaient moins nombreuses chez les sujets du *Thuja* de la station de « Beni Snous » que ceux de la station de « Honâine ». Cette différence est probablement due à une adaptation physiologique de l'espèce à un biotope très différent. Ces trachéides ressemblent aux vaisseaux, mais sont constituées par une cellule unique et dotée d'une paroi transversale. Elles sont beaucoup plus courtes que les trachées puisqu'elles ne dépassent pas 0,3 à 10 mm de long, même si leur diamètre est identique. Ce sont des cellules mortes, incapables d'évoluer ou de se transformer.

Le phloème observé, liber ou tissu criblé, conduit la sève élaborée, solution de substances organiques riches en glucides. Il a aussi un rôle de réserve avec les parenchymes et un rôle de soutien avec les fibres libériennes. On distingue le phloème primaire, formé par différenciation des cellules procambiales, du phloème secondaire à cellules alignées, formé par différenciation des cellules du cambium (assise génératrice libéro-ligneuse).

L'étude du phloème de *Tetraclinis articulata* occupe une place importante en raison de son exceptionnelle longévité. Cette partie est constituée d'un ensemble de cellules

parenchymateuses à parois assez épaisses de nature cellulosique, de fibres et de rayons libériens. Ce complexe tissulaire à une épaisseur atteignant 41.4 μm en moyenne, avec un intervalle entre 34.4 μm (Beni snous) et 48,4 μm (Honaine). Il est toujours séparé du xylème par une ou plusieurs couches de cellules de parenchyme sclérotique.

Ces cellules sont allongées, disposées en file communiquant entre elles par des pores qui interrompent la paroi cellulosique (tubes criblés). Les différences entre ces cellules sont moins marquées. La différenciation du phloème est centripète ; le protophloème apparaît sur la face externe du faisceau et ses tubes criblés, comme ceux du métaphloème, se différencient régulièrement de la périphérie vers le centre.

Le nombre des faisceaux est très variable selon les espèces et pour une espèce donnée, il varie selon les niveaux (AUBERT, 2007). **Le phloème primaire** (I) est situé au-dessous du sclérenchyme, coloré en rose. Il se résorbe au fur et à mesure, tant qu'il est écrasé entre les différents amas de sclérenchymes, difficilement observables. **Le phloème secondaire** (II) est formé d'un anneau régulier avec des cellules serrées les unes contre les autres. Il est formé aussi de cellules bien visibles toujours colorées en rose.

Le cylindre central montre les deux zones à l'origine des tissus secondaires. Ceux-ci sont constitués de cellules sériées, alors que les formations primaires sont faites d'éléments alternés. Plus tard, à la suite d'une différenciation des cellules du parenchyme médullaire, apparaissent des arcs de cambium inter-fasciculaires qui peuvent relier entre eux les faisceaux et constituer un manchon méristématique continu. Le fonctionnement de ces assises est très particulier.

La moelle, est la partie centrale de ce cylindre qui contient des faisceaux assez larges, présentant une densité décroissante vers l'intérieur. Dans la région externe du cylindre central, il est fréquemment constitué par de petites cellules étirées transversalement et à parois épaissies. C'est un parenchyme médullaire peu important au niveau des coupes de l'écaille ; il est constitué de cellules parenchymateuses cellulosiques disposées d'une manière lâche et formant un tissu relativement uniforme.

Dans la région interne, les cellules sont grandes, polygonales, plus ou moins arrondies, à paroi mince. Les formes cellulaires varient encore selon qu'on observe le voisinage immédiat d'un faisceau ou un point éloigné. Autour des faisceaux, il est formé de cellules aplaties, disposées concentriquement sur 1, 2 ou 3 assises.

IV.1.3 - Les Tissus sécréteurs

L'observation de la figure N° 99 montre que les tissus sécréteurs sont distribués de manière diverse dans le thuya de berbérie (Certains externes, d'autres internes), et leur niveau d'organisation est tout aussi variable. Ce sont des tissus sécréteurs spécialisés dans la synthèse de certaines substances comme des essences, des résines et des latex dans des canaux sécréteurs. Ils peuvent accumuler leurs produits de synthèse au sein même de leurs cellules ou les rejeter hors de celles-ci dans des cavités. Dans ce dernier cas, il y a excrétion des produits sécrétés.

Les canaux sécréteurs ou excréteurs : En coupe transversale du Thuya, les canaux sécréteurs de 30 μm en moyenne sont observés dans le phloème des faisceaux . Leurs diamètres mesurés peuvent atteindre les 90 μm . Le canal ressemble à une poche sécrétrice ou excrétrice de faible diamètre, entouré de deux assises de cellules. On note la désorganisation des cellules tapissant la région interne du canal. Ces cavités circulaires sont limitées par une ou deux assises de petites cellules sécrétrices régulièrement très disposées. Parfois, en outre, des canaux sécréteurs plus petits sont situés plus profondément dans le liber des faisceaux et à la périphérie de la moelle. Ils sont limités par une ou deux assises de petites cellules sécrétrices très régulièrement disposées. Leur diamètre mesuré peut atteindre jusqu'à 90 μm .

La feuille de *Tetraclinis articulata* en générale contient deux à trois canaux résinifères, pénétrant souvent dans le mésophylle. Pour notre cas leur nombre varie entre 01 à 02 canaux par coupe avec une moyenne de 1,82 , Beni Snous (1,79), Honaine (1,86). L'intérieur du canal est plus ou moins rempli d'un tissu de cellules mortes surédifiées, mais présentant entre elles de nombreux méats qui permettent le passage de gaz, vapeurs et liquides. Elles corrigent l'isolement trop complet et par conséquent mortel, qu'un suber, supposé continu, imposerait à la plante.

IV.2 - La structure anatomique de la tige

Chez le thuya de Berbérie, la coupe transversale d'une tige jeune présente plusieurs zones. La structure anatomique comprend une zone épidermique, une zone corticale et un cylindre central. L'origine de ces trois régions, leur relation de développement et, en grande partie, leur composition histologique sont évidemment différentes selon que l'on se réfère aux tissus primaires ou secondaires.

L'observation microscopique de la coupe transversale de la tige de *Tetraclinis articulata* de l'extérieur vers l'intérieur montre que l'épiderme, un parenchyme où il est impossible de séparer le cylindre central du parenchyme cortical, plusieurs cercles concentriques de faisceaux criblovasculaires, un anneau de sclérenchyme qui entoure le cercle externe des faisceaux, une zone centrale souvent lignifiée. Si l'on veut rendre compte de la variabilité anatomique de la tige, la zone du cylindre central en est une bonne illustration.

Nos résultats indiquent la présence de quatre couches de cellules sans aucun espace intercellulaire en présentant les tissus de revêtements de la tige.

L'épiderme de la tige est substitué par un autre tissu protecteur, de nature secondaire, dérivant du phellogène. C'est la couche de cellules unicellulaires la plus fine avec une épaisseur qui ne dépasse guère 20 μm , constituée d'une couche de cellules juxtaposées (absence de méats), Tableaux 43 et 44 (Annexes) . Leur paroi est peu épaisse et elles ne contiennent pas de chloroplastes comme le cas de la feuille. Il est constitué d'une assise de cellules allongées à l'axe de la tige. Ce tissu possède une substance appelée cutine qui le rend imperméable au contact avec le milieu externe et en particulier, se trouve étirée et distendue.

LÜTTGE et al (2002) signalent qu'avec l'enclenchement de la croissance secondaire en épaisseur, le manteau épidermique devient rapidement trop étroit et se déchire. Il est remplacé par un parenchyme cortical secondaire appelé périderme.

La cuticule : Les cellules épidermiques peuvent sécréter de la cutine qui vient alors se déposer sur la face extérieure de la membrane cellulosique. Son épaisseur est variable, relativement mince dans les organes jeunes, elle s'accroît progressivement lorsque la plante vieillit. Plus la plante est soumise à des conditions environnementales difficiles, plus la cuticule sera épaisse comme chez les plantes xérophytes et les résineux.

Le phellogène : C'est une couche interne, mince, de cellules vivantes du thuya, le phelloderme. Elles sont produites à la face interne du phellogène (**BERTHET, 2006**).

Le phelloderme est un tissu secondaire, vivant de la tige de *Tetraclinis articulata* ligneuse à caractère parenchymateux (**LÜTTGE et al, 2002**), mais toujours avec des parois pecto-cellulosiques minces (**GORENFLOT et FOUCAULT, 2005**).

L'entrée en activité des méristèmes cambiaux (cambium libéro-ligneux et cambium subéro-phellodermique) est le point de départ de la croissance secondaire qui se forme. Elle est tout aussi variable. Elle est considérable chez le thuya de Berbérie, dont la biomasse imposante ainsi constituée est la source de nombreux produits essentiels.

La partie la plus externe correspond à un cortex et se différencie de la partie centrale, ou cylindre central. Elle disparaît quand les tissus secondaires apparaissent. Il y a donc un nouveau tissu de surface, c'est le périoderme. Il se compose de trois parties (le phelloderme, le phellogène et le liège). C'est le lieu de naissance des tissus secondaires qui remplaceront les tissus épidermiques de la croissance primaire. Le périoderme est issu du fonctionnement de l'assise subéro-phellodermique.

Dans la tige, le liège se trouve à l'extérieur et le phelloderme de *Tetraclinis articulata* à l'intérieur. C'est un parenchyme typique, parfois chlorophyllien. Les méristèmes latéraux ajoutent du volume aux plantes en produisant des tissus conducteurs secondaires et du périoderme qui peut atteindre une épaisseur de 100 µm (4 %) de l'épaisseur totale en moyenne.

L'écorce et le liège du thuya protègent efficacement des pertes d'eau, des infections par des micro-organismes et de l'effet de fortes lumières et chaleurs, ceci est l'un des caractères fondamentaux du degré de résistance à la sécheresse de cette espèce.

L'observation de ce tissu concorde avec celle faite par **CAMEFORT (1977)** et **MEYER et al. (2004)** et qui ont constaté qu'il est constitué de petites cellules aplaties, mortes, mais qui restent longtemps autour des tiges et des racines, aux parois subérifiées imperméables jouant le rôle d'isolant thermique et de protection sous forme d'un assemblage régulier avec de nombreuses couches de cellules rectangulaires qui sont étroitement juxtaposées et dont la paroi, épaisse et brune est entièrement subérifiée.

Le cortex : Les traces foliaires ainsi que les inflorescences s'insèrent dans cette zone. Il est très nettement démarqué du cortex par une zone périphérique sclérotique. Il se situe sous les différentes couches de cellules subérisées et est formé de cellules parenchymateuses non spécialisées.

Des faisceaux libéro-ligneux indépendants de la tige de *Tetraclinis articulata* prolongent également directement les faisceaux foliaires. Disposées en anneaux au sein du parenchyme cortical,

elles produisent en dedans un tissu cortical secondaire (Phelloderme), qui épaissit donc la couche d'écorce primaire (et parfois, l'écrase) ; vers la surface, elles engendrent du tissu subéreux. Celui-ci forme une couche grise ou brune plus ou moins épaisse, crevassée sous la poussée des tissus profonds, qui va revêtir les tiges anciennes. Toutes les formations que nous avons décrites jusque-là, constituent ce qu'on appelle l'écorce de la tige.

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

Les tissus de soutien : Ils assurent la rigidité, la solidité des organes aériens et le maintien des jeunes tiges. Ce sont des épaississements de nature cellulosique ou lignifiée de la membrane squelettique qui vont lui permettre de remplir sa fonction de soutien. On classe les tissus en deux catégories, se basant sur la nature des épaississements membranaires : le collenchyme et le sclérenchyme.

Le collenchyme, observé dans les coupes, occupe dans la tige du thuya des positions externes. Il se forme dans les organes jeunes en croissance. Les cellules de collenchymes peuvent être considérées comme des cellules parenchymateuses, spécialisées dans le soutien des tissus jeunes. **RAVEN et al (2003)**, confirment que par opposition aux cellules sclérenchymateuses, les cellules de collenchyme synthétisent les enzymes responsables de la production de pectines qui sont à l'origine de la plasticité de leurs parois.

Selon nos observations, c'est un collenchyme angulaire qui est caractérisé par un épaississement localisé aux angles des cellules. Il est constitué de plusieurs assises. Il est de forme plus ou moins arrondie. Ce tissu possède deux formes de cellules différentes (angulaire et annulaire).

Dans la même observation le **collenchyme annulaire**, se présente sous forme d'épaississement uniforme de la paroi angulaire (Les amas plus ou moins arrondis constitués de plusieurs assises sous-épidermiques se localisant aux angles des tiges).

Le collenchyme angulaire est un ensemble de cellules de couleur rose ou rouge, plus ou moins allongées, étroitement accolées les unes aux autres, fusiformes avec un épaississement cellulosique localisé aux angles. L'épaisseur de ce collenchyme oscille entre 80 et 410 μm avec 210 μm en moyenne. L'épaisseur de la membrane donne aux cellules une grande résistance aux forces de flexion et de traction.

Les parenchymes, observés dans les coupes du thuya, sont constitués de cellules relativement banales et peu structurées dans les coupes des tiges. Ils sont constitués de cellules isodiamétriques, allongées ou de forme assez régulière et limitrophe. Elles sont vivantes, peu différenciées et incapables de se diviser. Il existe deux grands types de parenchymes en se basant sur leurs fonctions. Dans les jeunes tiges, le parenchyme chlorophyllien est localisé à la périphérie de celle-ci. Une couche de parenchyme lacuneux. Elle est constituée de cellules moins régulières, peu jointives et laissant entre elles d'importantes lacunes.

Le parenchyme cortical, absent à l'état jeune. Sur des sujets adultes, il y a apparition plus ou moins prononcée des cellules parenchymateuses à paroi mince. Ce tissu reste en contact avec

les fibres péricycliques. Les coupes obsérées des sujets adultes du thuya montrent l'apparition plus ou moins prononcée des cellules parenchymateuses à paroi mince. Les assises externes sont chlorophylliennes et profondes. Elles accumulent des matières de réserve. Des canaux résinifères peuvent s'y différencier.

Les coupes de l'espèce étudiée montrent que le **cambium** apparaît très tôt au niveau des faisceaux criblo-vasculaires ; la couleur dans la tige reste toujours plus claire que le liber. Il produit du bois centripète et du liber centrifuge donc selon des gradients contraires au xylème et au phloème. Entre ces deux tissus se trouvent coincées quelques cellules qui sont à l'origine du cambium. C'est une assise génératrice libéro-ligneuse difficilement observable. Elle apparaît secondairement fonctionnelle chez le végétal mature.

Les cellules du cambium (en jaune) dans la figure 90 se divisent et produisent vers l'intérieur des cellules qui se différencient en cellules de xylème secondaire (ou bois) et vers l'extérieur qui se différencient en cellules de phloème secondaire (ou liber). Le xylème primaire étant du côté du centre, sa position est fixe. Par suite de son activité, le cambium est donc repoussé vers l'extérieur. D'une manière générale, la production de bois (X2) est supérieure à la production de liber (Ph2).

La croissance du cambium est périodique. Au printemps se forme le bois initial, généralement poreux et moins dense que le bois terminal qui est formé en été. Celui-ci, plus dense, se distingue souvent par une couleur plus sombre. Depuis la fin de l'été jusqu'au printemps suivant, la croissance du cambium stagne. En coupe transversale, cette périodicité des bois de zones tempérées est bien visible sous forme de cernes annuels.

Le cylindre continu de bois (en vert) est formé par le cambium (en jaune) qui au fur et à mesure de son fonctionnement, se déplace vers l'extérieur. Le liber (en rouge) est repoussé vers l'extérieur au fur et à mesure de sa formation. Il en est de même du phloème primaire qui est écrasé à la périphérie. L'épiderme est sous tension éclatante. La protection vis-à-vis du milieu extérieur, sera alors réalisée par un nouveau tissu secondaire (le liège). Il donne naissance à deux nouveaux tissus (le phloème secondaire et le xylème secondaire), son observation reste très facile et claire. Il est coloré en vert. Ce tissu possède de grosses cellules "méta-xylème" qui sont en fait les vaisseaux de xylème transporteurs de la sève brute.

On remarque aussi de petites cellules allongées verticalement. Ces tissus secondaires vont se développer et permettre la croissance en épaisseur du végétal. Ils prennent beaucoup d'importance. Ils remplacent petit à petit le xylème et le phloème primaires, ils vont assurer le transport de la sève et auront un rôle de soutien du végétal (le tronc de l'arbre).

Le sclérenchyme observé dans la figure 89 est constitué par une seule assise de cellules particulières avec des membranes internes épaisses, colorées en vert, groupées en amas à parois épaisses. Il se trouve isolé au milieu du parenchyme cortical et du phloème. Ces amas sont très abondants dans les organes adaptés à la sécheresse. Une seule rangée de cellules allongées appelée parenchyme palissadique, riche en chlorophylle. C'est un tissu constitué de cellules mortes dont les parois sont épaissies par un dépôt de lignine qui confère la dureté et la rigidité à la plante.

IV.2.1 - Tissus conducteurs

La coupe transversale de la tige nous a permis de voir les tissus conducteurs. Ils sont rassemblés en amas superposés de xylème et de phloème. Ce sont les faisceaux criblovasculaires (parfois encore appelés faisceaux libéroligneux) qui forment de petits paquets appelés faisceaux criblo-vasculaires. Chacun est constitué par du xylème externe et du phloème interne. Les diamètres des cellules de xylème ne sont pas identiques. Ils diminuent au fur et à mesure que l'on se rapproche du centre. Ces deux tissus sont séparés par un cambium libéro-ligneux donnant le liber vers le phloème et le bois vers le xylème. Chacune des deux parties du faisceau vasculaire contient des éléments conducteurs.

Le xylème (Le bois) est formé de métaxylème de grosses cellules arrondies et de protoxylème (petites cellules). Ce tissu prend un développement considérable dans les racines des végétaux ligneux constituant le bois.

Les vaisseaux, présents dans toutes les parties de la plante, portent quelquefois les divers types de perforations dans une même espèce, mais il est fréquent de trouver dans une plante déterminée les perforations qui sont toutes d'un même type. Ces vaisseaux formés durant les années précédentes, cessent peu à peu de fonctionner; se bouchent et s'imprègnent des substances qui durcissent et colorisent le bois. Ils sont disposés bout à bout, en séries verticales et toujours perforées. Le nombre de faisceaux vasculaires au niveau du cylindre central varie de 6 à 8 ce qui correspond à une tige jeune.

La partie libérienne est peu développée et se localise dans une échancrure de la partie fibreuse. Elle peut rarement se répartir en deux parties bien distinctes. Mais très rapidement, par des formations secondaires qui vont apparaître pour compliquer ces structures.

Le suber (ou liège) : En deuxième position, c'est le suber qui est constitué de plusieurs assises avec des cellules rectangulaires. C'est le tissu de remplacement des cellules épidermiques. En effet, il n'est jamais présent dès le départ, mais apparaît au niveau d'organes qui subissent une croissance en épaisseur, plus précisément au niveau du cambium subéro-phellodermique avec un diamètre de 200 à 600 μm (VENET, 1974). La formation du suber nécessite la subérification des cellules qui le constitue, ce qui induit leur mort.

Les rayons ligneux sont des cellules de réserve à parois épaisses et lignifiées, qui accompagnent le tissu vasculaire et qui servent de soutien à réserves durant la mauvaise saison. Ces cellules participent en outre à la fonction de soutien, leur orientation est transversale et rayonnante en partant de l'axe longitudinal de l'arbre (VENET, 1974).

En section transversale, les rayons ligneux se présentent sous forme de lignes radiales (BAKOUR, 2003). On observe ces rayons de couleur claire qui traversent le bois, du centre jusqu'à la périphérie.

IV.2.1.1. Les cernes d'une coupe anatomique transversale des *Tetraclinia*s

Sur ces coupes transversales du *Thuya*, on peut observer, sous l'écorce, les « formations secondaires » en couches successives (cernes). Elles sont irrégulières. Leur épaisseur dépend des conditions climatiques de l'année durant laquelle elles se sont formées. D'après **NORMAND (1998)**, il existe une relation étroite entre les dimensions des cellules et les conditions de croissance. Un cerne de croissance annuelle est composé de deux types de bois différents : le bois initial (de printemps) et le bois final (d'été).

A l'échelle macroscopique, **Les fibres du bois initial** qui apparaissent clairement dans la figure 101 par rapport au bois final, car leur densité est plus faible. Nous pouvons remarquer que le liber est éclaté vers l'extérieur par suite de l'augmentation du diamètre. Le cambium est la zone très fine qui sépare le bois (zone verte) et le liber (zone rouge).

Les fibres du bois final peuvent être de 2 à 3 fois plus longues que celles du bois initial. D'autre part, l'éclaircissement du tronc peut également modifier la longueur de ces éléments. Indépendamment de la nature du cerne qui a un caractère héréditaire, la largeur des cernes, liée à la vitesse de croissance de l'individu, modifie la texture. (**DETIENNE, 1988**).

Plusieurs études ont montré que l'âge d'influence de la structure anatomique des cernes, où le comptage est effectué en section transversale. Le bois homoxylé est le bois des gymnospermes. Le terme « **homoxylé** » indique le caractère homogène de la composition histologique, c'est le cas de *Tetraclinis articulata*.

Les cristaux : Au niveau des coupes de tiges, nous avons observé une particularité, la présence des stocks importants de calcium (Ca^{2+}) sous la forme de cristaux d'oxalate de calcium (macles d'oxalate de calcium) de couleur jaunâtre.

Selon **SHEPERD et al. (2005)**, ces cristaux sont concentrés au niveau du parenchyme palissadique et de l'épiderme et ils sont totalement absents au niveau du cylindre central. La coupe effectuée au niveau du nœud ou articulation de la tige justifie cette structure effilée, dite nodale que l'on observe et qui a été décrite par **DEMALSY et FELLER (1990)**.

La moelle est toujours réduite, elle peut être rapidement occupée par les vaisseaux du xylème. Le plus souvent, elle occupe le centre de la coupe. C'est cette zone qui joue le principal support mécanique de la tige. Ce tissu parenchymateux remplit le centre des rameaux (Tiges), caractérisé par une croissance en diamètre très importante (33,6 μm en moyenne). Il atteint un développement plus ou moins important en comparaison avec la feuille. Le cylindre central est constitué de parenchyme fondamental contenant un nombre variable de faisceaux libéro-ligneux disposés en cercle (04 cercles observés dans les coupes du *Thuya*). Elle est limitée par une couche de sclérenchyme, en position péricyclique. Le parenchyme médullaire reste généralement cellulosique, mais il peut également se sclérifier en larges cellules, enterrant les vaisseaux cribro-vasculaires de rayon médullaire.

IV.3 - La structure anatomique de la racine

Sur des coupes effectuées au niveau des racines de *Tetraclinis articulata*, on a observé une symétrie axiale et une structure bien définie qu'il est facile de reconnaître, de l'extérieur vers l'intérieur, on distingue plusieurs structures.

Avec la formation du corps secondaire, la structure anatomique microscopique de la racine se rapproche étroitement de celle de la tige, au point d'être difficile à distinguer au fur et à mesure de la poursuite de la croissance. Elle comprend les mêmes zones que pour la tige (zone épidermique, zone corticale et cylindre central), avec la coiffe en plus. En réalité, les critères distinctifs entre racine et tige sont purement théoriques.

IV.3.1 - Les tissus de protection

L'**épiderme** des racines de premier ordre du thuya est formé par de larges cellules à parois subérisées ou lignifiées. C'est un tissu vivant, constitué d'une assise unique rangée de cellules vivantes (couche unistrate), de revêtement jointif, de cellules stomatiques et parfois de poils de forme variables, aux parois minces et cellulodiques prolongées par des poils absorbants, souvent ramifiés. Cette assise est présente chez la jeune racine au niveau de la région absorbante. L'assise pilifère contient des cellules très perméables, mais indispensables à l'assimilation de l'eau et des nutriments solubles (sels).

Les types cellulaires mis en place lors de la croissance secondaire des racines sont les mêmes que dans la tige. Selon **SHEPERD** et *al.* (2005), l'anatomie de la racine des Tétracinaies est homogène. En effet, au niveau des coupes histologiques de la racine de l'espèce étudiée, aucune différence significative n'a été observée au sein de cette même espèce présente dans différentes stations d'étude.

La zone subéro-phéllodermique donne naissance au phélloderme et au suber du thuya, elle est considérée comme une couche protectrice, épaisse avec une moyenne de 42,1 μm de diamètre. Tableaux 47 et 48 (Annexes). La partie plus interne de la racine est le cylindre central qui contient le péricycle, les tissus conducteurs et la moelle.

IV.3.2 - Les tissus conducteurs

Contrairement à la tige, le **xylème** et le **phloème** ne sont pas groupés en faisceaux. Ils sont placés sur des rayons différents et alternés dans un cylindre central dont la limite périphérique est le péricycle. Il est constitué d'une seule couche de cellules qui vient le doubler et se trouve au contact de l'endoderme. Il joue un rôle d'importance dans la croissance de la racine. Il participe en effet à la formation du cambium libéro-ligneux et, très souvent, il est plusstratifié. Il donne aussi naissance au phellogène en raison de ses activités méristématiques qui s'ajoutent à sa capacité de formation de racines latérales.

L'observation microscopique des cellules de ce xylème ont des tailles différentes selon leur emplacement dans le cylindre central. Près du péricycle, elles sont jeunes et petites. Vers le centre, elles

sont grandes et âgées. Elles envahissent la moelle dans certains cas. Le vieillissement de ces cellules s'explique par la présence des rayons ligneux au niveau de ce tissu.

Les cellules formées plus tôt sont repoussées vers l'intérieur de la racine. Même si ceci est moins visible, il en est de même pour le phloème qui est constitué de cellules allongées, colorées en rose, disposées en files et communiquant entre elles par des pores qui interrompent la paroi cellulosique (tubes criblés).

Le péricycle est aussi dénommé péricambium et donne vers l'extérieur un phellogène qui produit aussi du liège, mais en quantité moindre que dans la tige du thuya. Il sert aussi à la protection de la racine. Très rapidement, ce cambium reprend une forme circulaire. Ce qui reste du péricycle reprend une activité mitotique et donne deux sorte de couches protectrices qui se transforme en phellogène (suber) vers l'extérieur et en phelloderme vers l'intérieur. D'un autre côté, les coupes histologiques des racines âgées ne permettent pas d'observer d'autres structure à part les structures secondaires.

Les parenchymes observés

Le parenchyme cortical est formé de cellules laissant entre elles d'importants méats. Il est constitué de cellules jointives parallélépipédiques, allongées dans le sens de l'axe de la racine. La paroi cellulosique est constituée de grosses cellules de couleur verte portant des formes irrégulières. Sa surface importante augmente l'absorption de l'eau et des minéraux. Il joue un rôle de réserve. Il stocke les matières élaborées. La région la plus interne du cylindre cortical est l'endoderme qui constitue un anneau unistratifié.

Le parenchyme de réserve du thuya étudié est caractérisé par des cellules de forme grosses et rondes. Il permet de stocker de l'amidon, des protéines, des huiles...etc.

La moelle de *Tetraclinis articulata* qui est importante dans une structure primaire de tige est très réduite dans une racine, voire absente dans les cas où les rayons de xylème se rejoignent au centre du cylindre central. Elle est limitée par une couche mince de parenchyme, aux cellules jointives et aux parois minces, le péricycle. C'est un parenchyme médullaire en partie, remplacé par des cellules mortes de sclérenchyme qui porte une forme pyramidale, formé de cellules en amas plus ou moins arrondies.

Plus au centre, des vaisseaux de xylème, facilement reconnaissables par leur épaisse paroi. Ils alternent régulièrement sur un seul cercle, avec les tubes criblés du phloème. Les uns et les autres représentent le tissu conducteur de la racine. La longueur de ces éléments varie d'une moyenne entre 34,4 µm (Beni snous) et 34,41 µm (Honaine).

Les communications latérales avec les autres éléments anatomiques se font par des zones d'interruptions de la paroi secondaire appelées « ponctuations » (**FENGEL et WEGENER (1989)**).

Les vaisseaux sont groupés entre 1 à 5 rangées au début du cerne dans le bois initial (**SACHESS, 1984 ; COLLARDET & BESSET, 1992**). Leur diamètre peut atteindre 400 µm (**GROSSER, 1977 ; FENGEL & WEGENER, 1989**), voire 500 µm (**JACQUIOT et al., 1973**).

Les gros vaisseaux sont généralement au bout de quelques années obstrués par des thylls à parois minces (JACQUIOT et al., 1973) et les petits ont souvent une disposition spécifique, due à leur localisation et organisation en plages ou en flammes radiales (BAKOUR, 2003).

GRANIER et al., (1994) a montré que les petits vaisseaux du bois final peuvent fonctionner plusieurs années et certains gros vaisseaux des cernes les plus extérieurs peuvent même redevenir fonctionnels.

Le diamètre des vaisseaux diminue brusquement au passage du bois initial au bois final. Ce passage est quelquefois très progressif avec des vaisseaux qui diminuent graduellement en taille, jusqu'à atteindre des dimensions entre 20 et 30 μm à la fin du cerne.

Le bois : Du point de vue macroscopique, chez les racines âgées, le bois représente la majorité de la coupe. Tous les autres tissus (Cambium, Liber II, Phelloderme, Phellogène, Suber) sont contenus dans l'écorce.

Les cernes : DEMALSY (1990) a montré que les cernes formés dans les racines sont habituellement peu distincts et rarement fiables pour calculer l'âge des arbres.

L'étude des Tetracliniaies montre que les **rayons médullaires** ne sont constitués que d'une cellule en largeur. Ils sont donc unisériés. Certains résineux présentent également des canaux résinifères longitudinaux, visibles sur cette face où ces canaux sont assimilables à des trous assez gros.

BERTHET (2006) et HOPKINS et EVRARD (2006) expliquent que ces rayons jouent le rôle de stockage et assurent un transport radial d'eau et d'assimilés entre le xylème et le phloème.

Cependant, on peut confirmer que ceux-ci sont quasiment tous unisériés. La seule exception possible pour le thuya est, lorsqu'il y a un canal résinifère inséré dans un des rayons. Nous remarquons aussi que ce rayon médullaire est bien constitué d'une seule couche de cellules (unicellulaire).

Conclusion

Cette étude réalisée sur l'anatomie de *Tetraclinis articulata* nous permet de décrire et mesurer les différents tissus de cette espèce, leur disposition au niveau des organes et d'avancer les résultats suivants :

- L'examen des coupes transversales révèle un ensemble de tissus variés d'une structure primaire et secondaire selon leur origine méristématique.

- Le fonctionnement des méristèmes primaires est beaucoup plus complexe dans la tige que dans la racine du thuya. De même, l'organisation des tissus est différente selon les racines avec un cylindre central comportant les faisceaux criblovasculaires et la tige où ces mêmes faisceaux sont répartis en périphérie.

- Les méristèmes assurent la croissance en longueur de notre espèce étudiée et toutes structures primaires sont couvertes de cellules épidermiques issues du protoderme. Elles sont le plus souvent unistratifiées et imbriquées les unes dans les autres, sans espaces intercellulaires.

– Les méristèmes forment trois types de tissu : des tissus de revêtement situés en surface des organes. Des tissus conducteurs de sève en position plus ou moins centrale et des tissus dits fondamentaux occupant le reste de l'organe.

– Les parois cellulaires externes de l'épiderme sont souvent épaissies et imprégnées de substances lipophiles (cutines, cires).

– En effet, l'écorce et le liège protègent efficacement des pertes d'eau, des infections par des micro-organismes et de l'effet de fortes lumières et chaleurs, ceci est l'un, des caractères fondamentaux du degré de résistance à la sécheresse de *Tetraclinis articulata*.

– Les résultats liés à l'évolution des éléments conducteurs avec l'âge, chez le thuya, sont en relation avec la physiologie de l'arbre et seuls les besoins de circulation, de stockage et de distribution des éléments nutritifs peuvent donner une explication à leur distribution.

– Les faisceaux conducteurs du thuya ont le plus souvent une structure collatérale. Le phloème et le Xylème s'y trouvent accolés ; le premier étant à l'extérieur et le second à l'intérieur dont la production de cellules sur chaque face du cambium n'est pas régulière.

– Le nombre des faisceaux du thuya varie entre 6 et 12 faisceaux de chaque coupe histologique des différents organes étudiés.

– Entre le xylème et le Phloème se trouve l'assise cambiale, produite des jeunes cellules sur ces deux faces ; à sa face externe, lesquelles se différencient en phloème, ces faces internes se différencient en xylème ou bois.

– Le cambium libéro-ligneux produit aussi des tissus conducteurs secondaires qui s'ajoutent directement aux éléments primaires.

– Comme dans la racine, le fonctionnement de cambium provoque le développement en épaisseur ou l'accroissement du diamètre de la tige. Il entraîne aussi l'éclatement et la déchirure des tissus externes d'origine primaire. Ceux-ci sont remplacés par des tissus jouant le même rôle, mais, d'origine secondaire, c'est-à-dire provenant du phellogène.

– Selon nos observations, c'est un collenchyme angulaire qui est caractérisé par un épaississement localisé aux angles des cellules. Ce collenchyme se forme entre les tissus de revêtements et les fibres péricycliques des branches et se trouve également en bordure de la nervure principale et en marge des feuilles.

– Les cellules de collenchymes de *Tetraclinis articulata* peuvent être considérées comme des cellules parenchymateuses, spécialisées dans le soutien des tissus jeunes.

– Les deux tissus de soutien (Collenchyme et fibres scléreuses) du thuya forment avec le parenchyme, constitués de cellules d'aspect banal plus ou moins isodiamétriques l'ensemble des tissus fondamentaux.

– Dans les parenchymes de notre espèce étudiée, et sous l'effet d'éclaircissements intenses, on observe la réduction des méats, l'accumulation de l'amidon, la différenciation du tissu palissadique dont les cellules deviennent plus allongées et les assises plus nombreuses.

– L'épaississement du tissu conducteur secondaire observé dans la majorité des coupes histologiques conduit inévitablement au rétrécissement du xylème qui se forme à partir de cellules procambiales ou cambiales. C'est un tissu hétérogène composé à la fois de cellules non conductrices (parenchyme ou rayon ligneux et fibres) et de cellules conductrices (vaisseaux), car ces derniers sont essentiels au transport et au stockage de l'eau avec des éléments minéraux (la sève brute).

– Dans les espaces compris entre la moelle et les faisceaux se trouvent des cellules parenchymateuses sous forme des rayons médullaires qui jouent le rôle de stockage et assurent un transport radial d'eau et d'assimilés entre le xylème et le phloème.

– Au niveau des jeunes tiges de nos échantillons, nous avons des rayons médullaires primaires, puisqu'ils sont issus de la moelle et restent en contact avec elle. La tendance d'évolution de ces rayons ligneux avec l'âge avancé de l'arbre s'explique par l'augmentation du besoin de stockage des éléments nutritifs, en plus de la force de succion nécessaire à leur distribution lors du développement des feuilles, ce qui montre qu'en général la densité du bois diminue lorsque l'assise génératrice vieillit.

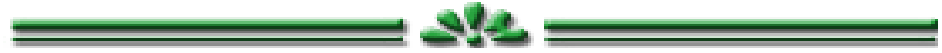
– Le cylindre central est constitué de parenchyme fondamental contenant un nombre variable de faisceaux libéro-ligneux disposés en cercle. Il atteint un développement plus ou moins important et reste généralement cellulosique, mais elle peut également se sclérifier.

– Les cellules fibreuses du thuya, munies d'une paroi épaissie et plus ou moins lignifiée forment une gaine discontinue autour des tissus conducteurs. Il s'agit ici des fibres péricycliques qui sont des cellules mortes, sclérenchymateuses, allongées selon l'axe de l'organe, fusiformes, en amas réuniforme, et atteignent une épaisseur qui peut varier de 30 à 50µm (Soit 2% environ).

– signalent que le genre *Tetraclinis* est xérophytique, caractérisé par la présence de différents types d'adaptation à l'aridité, comme le grand développement du parenchyme palissadique et l'important système racinaire.

– D'une manière générale, le *Tetraclinis articulata* des deux stations comparées regroupe des caractères anatomiques xéromorphes qui lui confèrent une grande plasticité écologique dans les milieux arides.

CHAPITRE III



Histométrie

Introduction

I. Méthodes et résultats

II. Interprétations des résultats

III. Comparaisons entre les moyennes des tissus dans la zone d'étude

Conclusion

Introduction

L'étude histologique révèle une adaptation que nous avons soulevée chez le thuya et qui se base sur l'alternance d'activité entre les tissus de la feuille, de la tige et de la racine que nous avons exprimée par le coefficient de corrélation entre les différents tissus.

Pour mieux comprendre le comportement histologique de l'espèce vis-à-vis des contraintes de l'environnement, nous avons procédé au calcul du coefficient de corrélation entre les différents tissus mesurés dans deux stations distinctes (Honaine et Beni Snous).

Nous avons essayé par cette étude histométrique de *Tetraclinis articulata* de donner un aperçu sur la taille moyenne de ces tissus observés, et dans une seconde étape, vont nous permettre d'avancer quelques explications d'ordre écophysiological pour dix pieds, pris au hasard, localisés dans la même région de Tlemcen. L'étude statistique, nous a aider à mieux interpréter les résultats obtenues.

I. Méthodes et résultats

Les observations au microscope optique du laboratoire d'écologie végétale nous ont permis de sélectionner les meilleures coupes. La mesure des dimensions des différentes structures des tissus appartenant respectivement à l'écorce et au cylindre est réalisée à l'aide d'un micromètre.

Les mesures ont été faites sur des coupes colorées par la méthode de la double coloration, pour bien faire la différence entre les différents tissus (lignifiés ou cellulósiques). Elles ont été effectuées en différents points sélectionnés et s'expriment en « millièmes de millimètre ».

Un millimètre se partage en 1.000 microns (abréviation : μ ou mieux μm). Chaque caractère a fait l'objet d'un certain nombre de mesures . Les résultats obtenus sont consignés dans les tableaux (39, 40, 41,42, 47 et 48) en annexe.

L'analyse de régression linéaire et le traitement statistique des mesures des différents tissus (droites d'ajustements + coefficients de corrélations) ont été réalisés avec le logiciel Minitab 16 de l'année 2015 (www.minitab.com).

Le coefficient de détermination R^2 donne une idée du pourcentage de variabilité relative à la variable à modéliser. Plus ce coefficient est proche de 1, plus la corrélation est meilleure. Il représente la fraction de la variance de y « expliquée » par la corrélation de y avec x.

Au terme de cette étude, il nous a été possible d'apporter un complément de connaissance en histologie végétale, des différents organes de *Tetraclinis articulata*, en dressant les tableaux de corrélations entre les différents tissus des échantillons récoltés au niveau des deux stations (Honaine et Beni Snous). Cette effet, nous avons pu observer trois catégories de corrélations :

- Corrélations hautement significatives(50% à 80%) ;
- Corrélations significatives (30% à 50%) ;
- Corrélations non significatives (<30%).

Les mesures de cent (100) meilleures coupes sont mentionnées dans les tableaux précédents. Les corrélations citées dans cette étude sont en majorité les plus significatives. La présence de faibles corrélations dans la majorité des autres cas nous a amené à ne prendre en considération que les plus importantes et, à travers leurs résultats, une multitude d'autres a été étudiée, dont $R > 0,50$.

D'après les résultats de corrélations obtenues entre les différents tissus du Thuya, on note :

La corrélation pour l'ensemble des tissus dans les deux stations est hautement significative avec $R^2 = 60\%$. Tableaux 41, 49, 50 (Annexes).

I.1 - Les coefficients de corrélations de la feuille

Au niveau de la feuille, nous avons pu établir de bonnes corrélations de 50% dans la station de Honaine entre Epiderme/Parenchyme palissadique, Parenchyme lacuneux/Endoderme, Endoderme/Moelle et le Canal Sécréteur/Nombre des Canaux, alors que dans la station de Beni Snous, elle varie entre 40% et 80%.

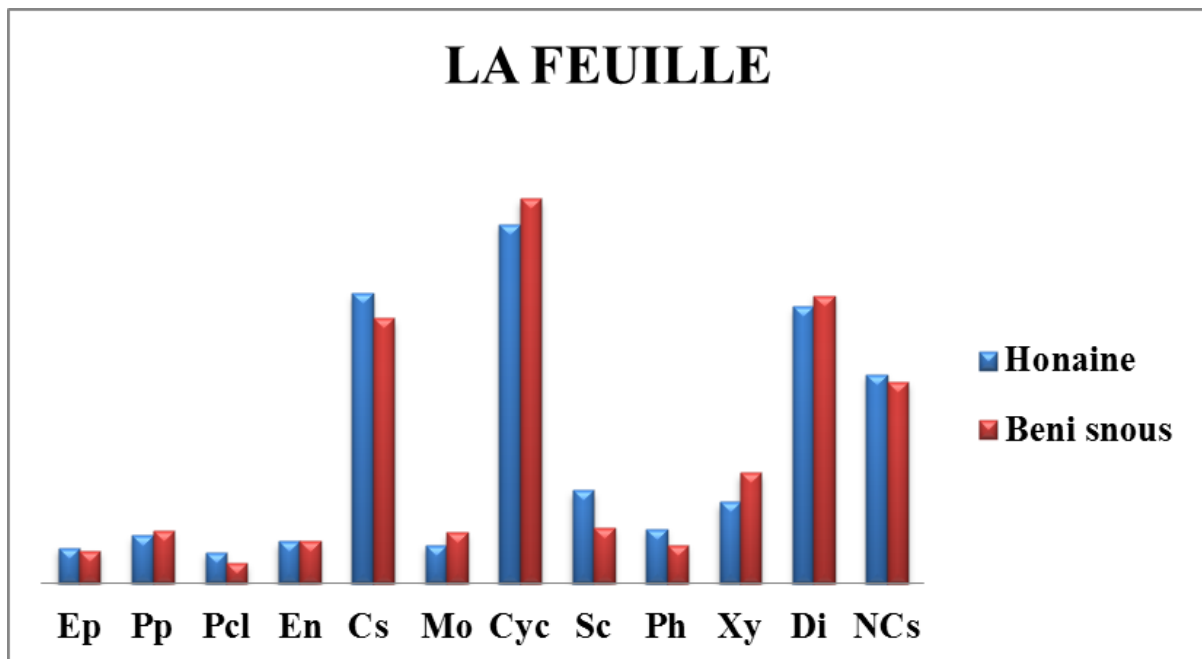


Fig. N° 63 : Comparaison histométrique entre les différents tissus de la feuille de *Tetraclinis articulata* dans les deux stations (Honaine et Beni Snous)

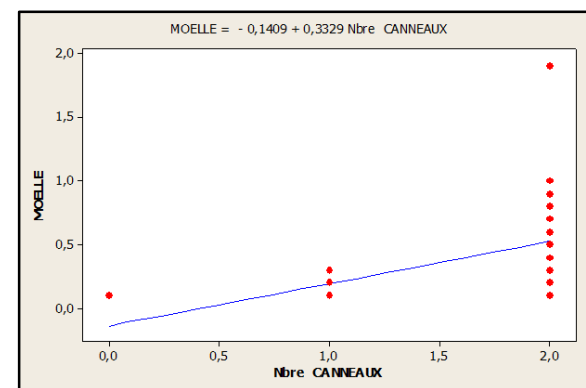
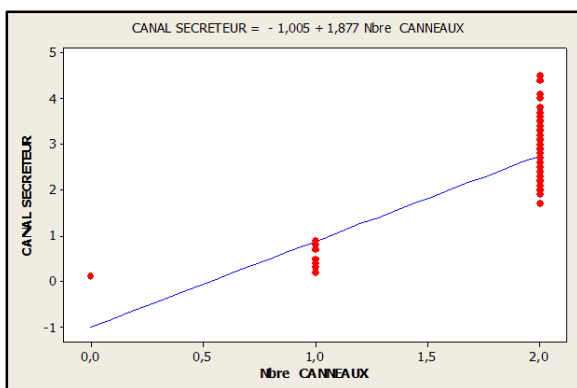
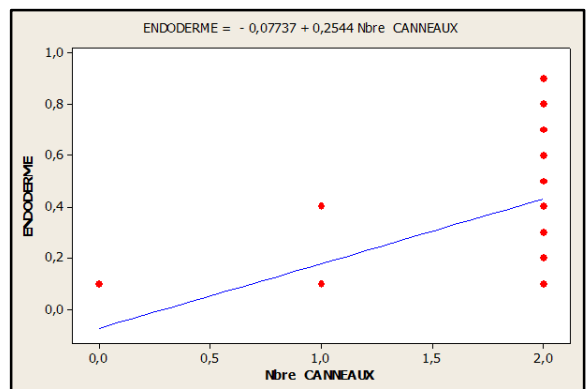
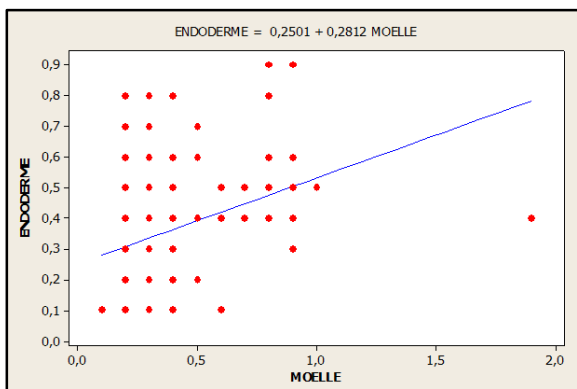
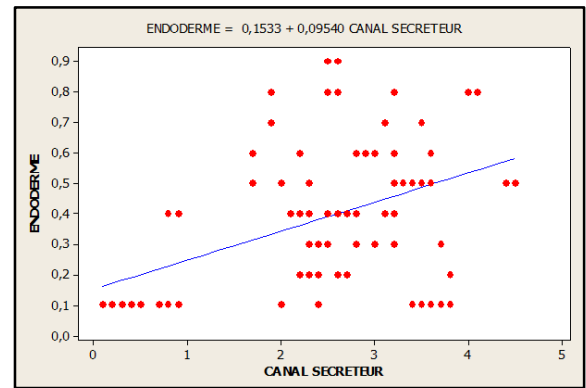
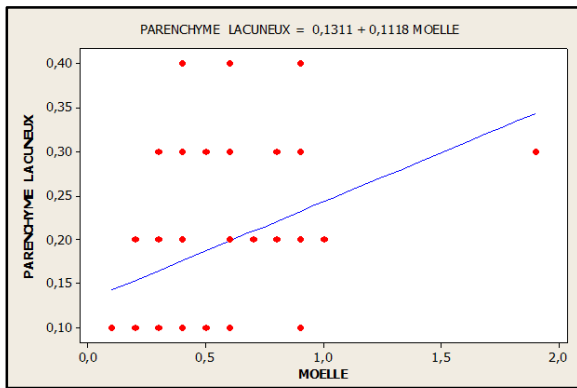
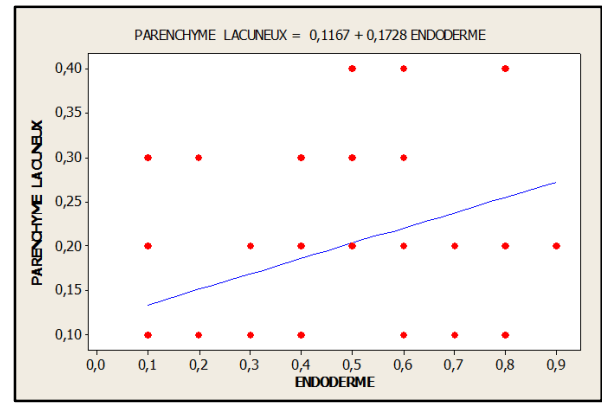
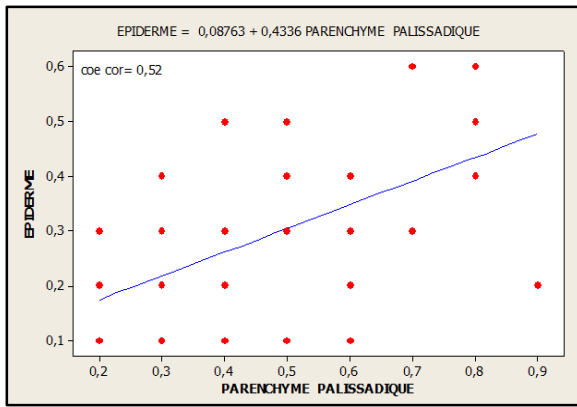


Fig. N° 64 : Les corrélations de la feuille de Beni Snous

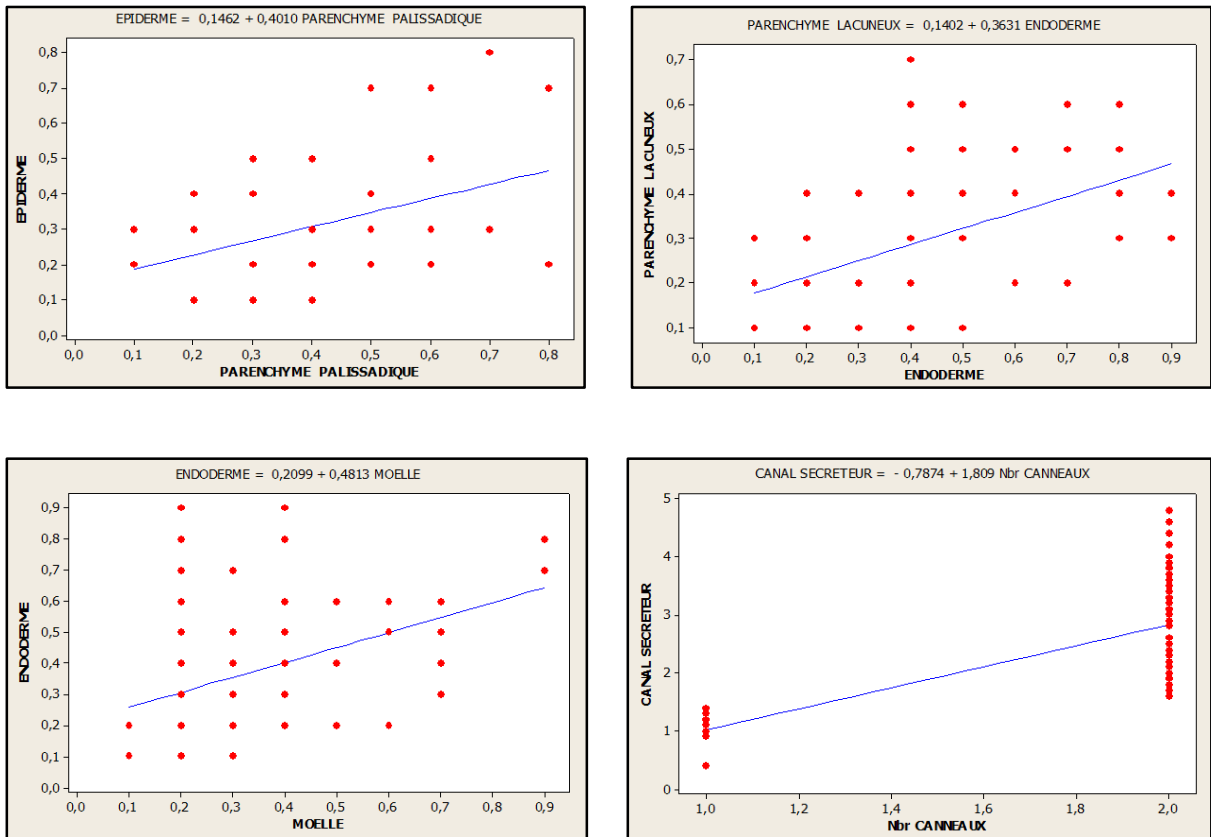


Fig. N° 65 : Les corrélations de la feuille de Honaine

I.2 - Les coefficients de corrélations de la tige

La bonne corrélation de la tige se trouve surtout au niveau de l'épiderme avec un pourcentage de 50%. Par contre, elle est significative entre le Parenchyme palissadique et la moelle.

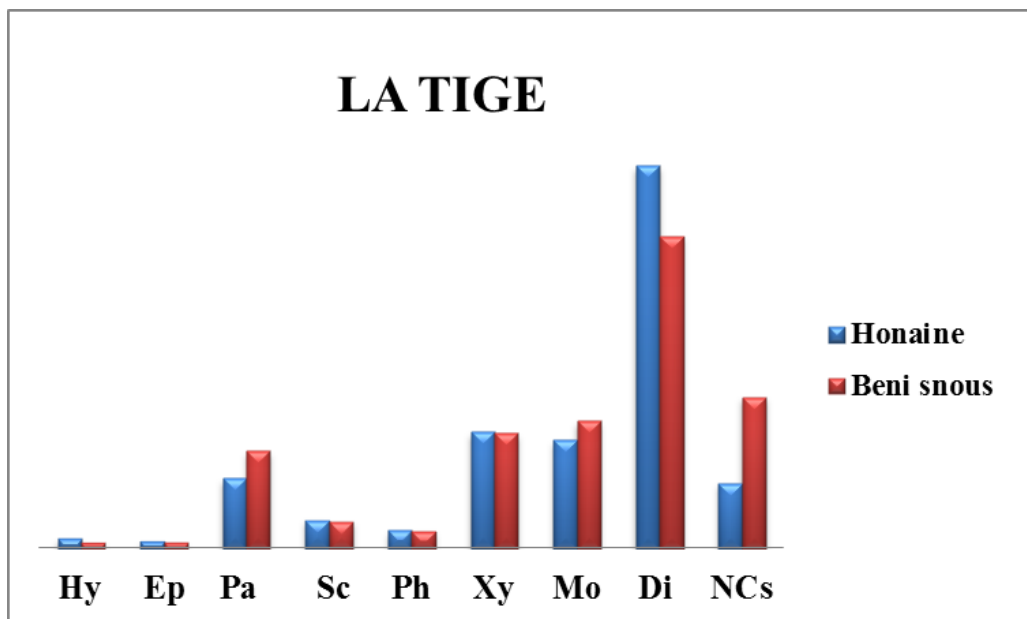


Fig. N° 66 : Les résultats de mesure des coupes transversales des tiges de *Tetraclinis articulata* dans les deux stations Beni Snous et Honaine

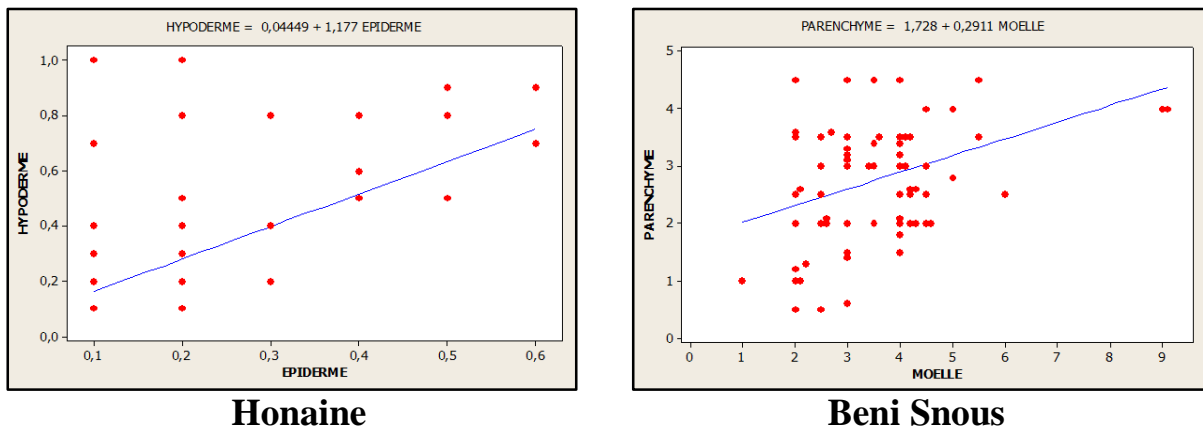


Fig. N° 67 : Les corrélations de la tige de Honaine et Beni Snous

I.3 - Les coefficients de corrélations de la racine

La plupart des racines sont des organes de stockage et, chez certaines plantes, elles sont spécialisées en vue de cette fonction. Chez les plantes ligneuses, elles assurent trois fonctions principales :

- La fixation de l'arbre dans le sol, qui lui permet de faire monter son tronc et de placer ses feuilles le plus haut possible à la recherche de la lumière. Cette fonction est assurée par les plus grosses racines qui se sont lignifiées et dont la morphologie dépend de l'espèce mais aussi des contraintes du milieu qui vont pour partie façonner l'architecture du système racinaire ;

- Le stockage de réserves carbonées sous forme de sucres solubles, d'amidon ou de lipides, et azotées sous forme de protéines, nécessaires à la survie hivernale des tissus et à la reprise de végétation au printemps. Si une bonne partie de ces réserves est stockée dans le bois, une autre partie l'est dans les tissus corticaux des racines fines non lignifiées ;

- L'alimentation hydrique et minérale de la plante à partir du réservoir que représente le sol. Cette fonction est exclusivement remplie par les racines les plus fines, non lignifiées, qui constituent le chevelu racinaire, les plus grosses racines ayant quant à elles uniquement une fonction de transfert de l'eau et des éléments minéraux vers le tronc.

Dans la racine de *Tetraclinis articulata*, la corrélation est significative entre le parenchyme palissadique et le xylème avec $R^2=45\%$ à Honaine et entre le parenchyme et le phloème $R^2=43\%$ à « Beni Snous ». Ces deux corrélations restent satisfaisantes. Cette relation peut être expliquée du point de vue physiologique par le stockage des réserves dans les racines.

Des corrélations non significatives entre le xylème et la dimension de la racine et même d'autres tissus dans la tige ont été notées. En général, le coefficient ne dépasse pas 30%. C'est celui du sclérenchyme et du phloème à « Honaine ». Il est compris entre $0\% < R^2 < 43\%$ pour le reste des tissus à « Beni Snous ».

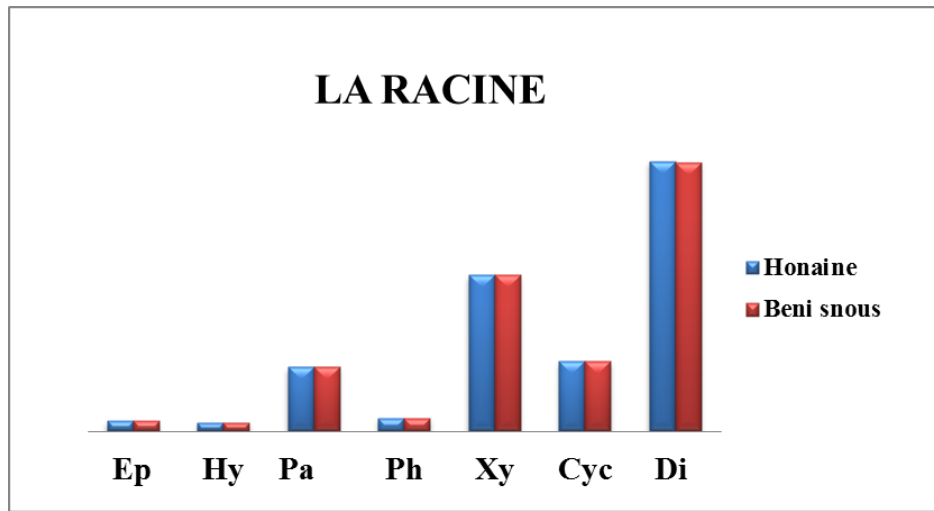


Fig. N° 68 : Les résultats de mesure des coupes transversales des racines de *Tetraclinis articulata* dans les deux stations

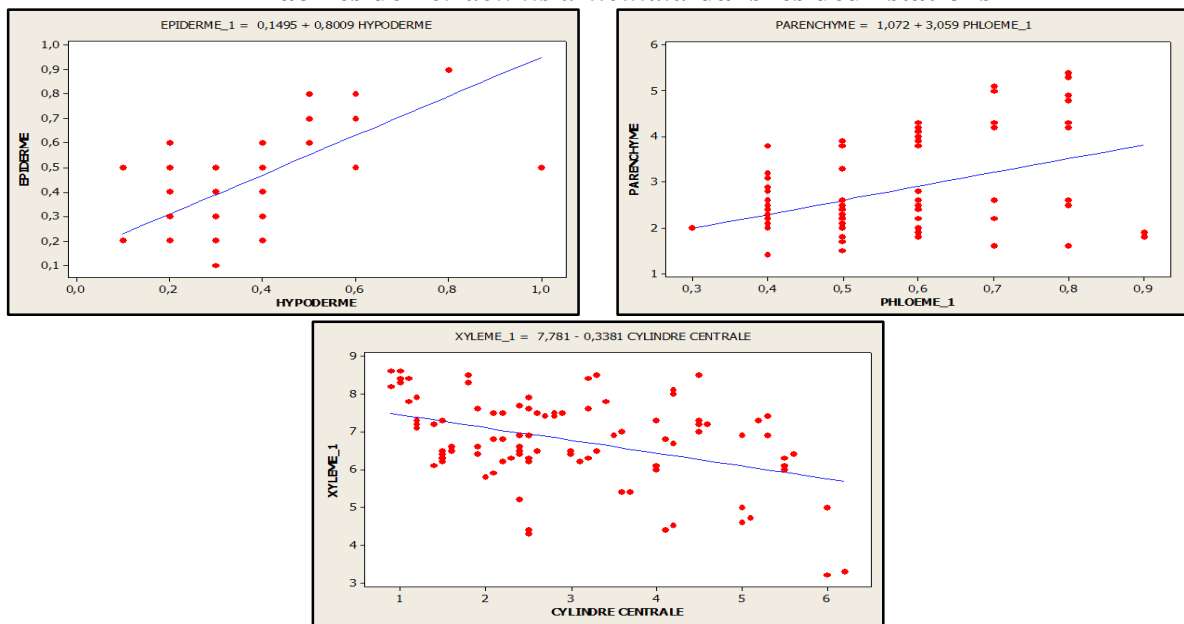


Fig. N° 69 : Les corrélations de la feuille de Beni Snous

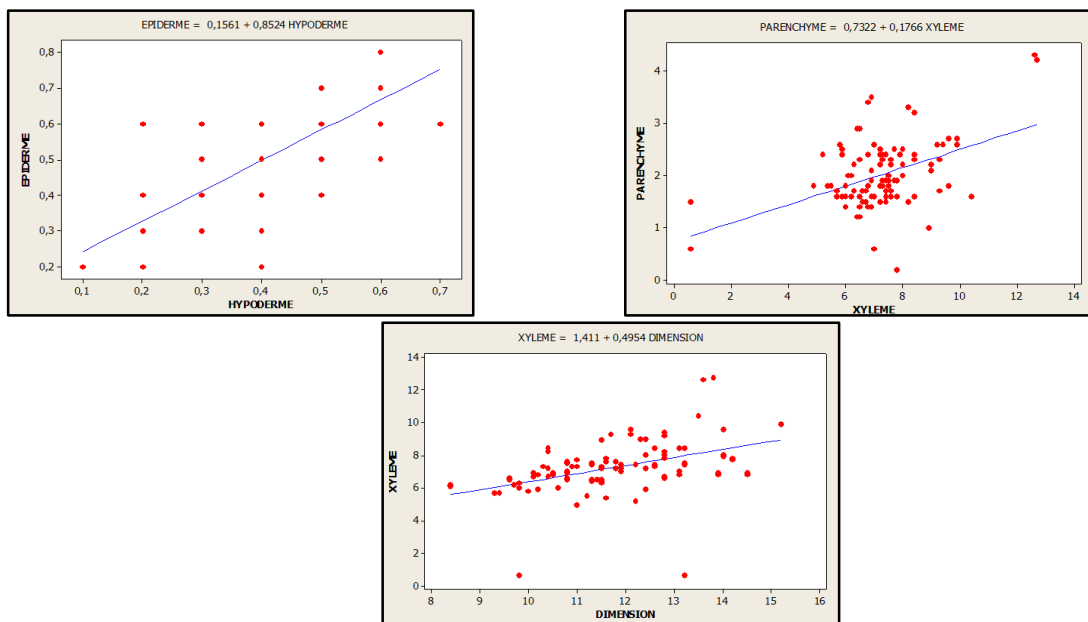


Fig. N° 70 : Les corrélations de la tige de Honaine

II. Interprétations des résultats

Les tableaux histométriques en annexes montrent qu'il existe de bonnes corrélations entre le xylème et le phloème. Il s'agit d'une relation significative entre ces deux tissus. Cette corrélation peut être expliquée par la fonction complémentaire de ces deux éléments conducteurs de la sève. Malgré leur diversité, ils ont une origine commune, car ils se différencient à partir d'un même tissu embryonnaire proconducteur (procambium).

La relation qui existe entre cambium et parenchyme médullaire est forte. Ceci peut être expliqué probablement par les réserves du parenchyme accumulées dans les cellules qui sont par la suite transportées à tous les niveaux. Le cambium qui est une assise génératrice active peut éventuellement tirer les énergies des réserves nutritives des cellules du parenchyme médullaire, d'où la bonne corrélation.

Le phloème et la moelle sont en contact permanent avec un mouvement permanent corrélé, soit positivement, soit négativement.

Le sclérenchyme se trouve à côté du phloème, raison probable pour laquelle il y a une étroite relation entre eux. Il joue le rôle de soutien vis-à-vis du phloème et ce dernier alimente le sclérenchyme, puisque qu'il transporte la sève élaborée par le phénomène de conduction. La corrélation est très significative entre ces tissus dans ces conditions.

La corrélation positive obtenue concerne le parenchyme et le phloème et même les autres tissus. Elle montre que le sclérenchyme et le collenchyme ont des épaisseurs voisines et importantes, ceci est dû à la xericité du milieu.

Le collenchyme tissu de soutien dépend étroitement de la réserve du parenchyme cortical. Chaque type de ces tissus est susceptible d'influencer un autre au cours de son évolution et de sa croissance. La corrélation entre eux peut être liée à la richesse des éléments nutritifs.

La corrélation entre le parenchyme cortical et le xylème secondaire peut être liée aux concentrations des réserves. **(GOUNOT, 1969).**

On remarque aussi que le xylème est corrélé positivement avec l'écorce totale dans les deux stations (on remarque aussi que la stratégie est l'inverse de ce qu'est le cas dans la tige) ou de la moelle.

Les mesures de l'épaisseur des différents tissus dans les deux stations montrent que le parenchyme médullaire a une épaisseur très importante, puis vient ensuite le parenchyme cortical et palissadique ; cela confirme le rôle fondamental que jouent ces tissus dans le métabolisme de la plante.

La très bonne corrélation en xylème primaire et moelle nous permet de dire que la croissance en longueur est en étroite relation avec la moelle. Elle influe énormément sur la croissance secondaire du xylème.

La corrélation entre les tissus conducteurs (phloème et xylème) primaire et secondaire du point de vue microscopique reste bonne et parfaite ($R= 90\%$), car ces deux tissus sont fortement liés dans leur croissance et interdépendances.

Concernant la corrélation entre le suber et les autres tissus, les résultats observés révèlent que le suber dans la racine est corrélé positivement avec le xylème dans la station de Honaine et négativement dans la station de Beni Snous, à l'inverse de ce qui est dans la tige. On observe aussi d'une part que le suber est négativement corrélé avec le phloème dans les deux stations, et d'autre part, on remarque que celui-ci est corrélé négativement avec la moelle et l'écorce totale dans le site de Honaine par contre corrélé positivement dans l'autre site.

La corrélation entre le phloème et les autres tissus dans la racine est élevée. A l'inverse de la tige, on remarque qu'il est corrélé positivement avec le xylème et l'écorce, ce qui nous laisse l'impression que la partie aérienne et la partie racinaire chez le thuya développent deux stratégies distinctes, pour faire face aux différents stress abiotiques. Le phloème aussi est corrélé positivement avec tous les tissus, à l'exception du xylème secondaire dans la station de Honaine et les deux xylèmes dans le site de Beni Snous; ce qui veut dire que le Thuya développe peut-être une stratégie adaptative de type « R » ou stratégie reproductive, est une stratégie de développement dont l'habitat est variable ou perturbé qui alterne le transport de la sève brute par le xylème et la sève élaborée par le phloème dans ces deux stations. Ces corrélations obtenues entre les tissus mesurés de *Tetraclinis articulata* dans les différentes stations d'étude vont nous donner une projection sur les adaptations des tissus observés vis-à-vis de leur milieu.

Chaque type de tissus est susceptible d'influencer un autre au cours de sa croissance. La corrélation entre le parenchyme cortical et le parenchyme médullaire reste juste moyenne pour les trois organes. Cette corrélation peut être liée aux concentrations des réserves nutritives ou de la teneur en CO_2 atmosphérique et ceci est confirmé par **GOUNOT (1969)**. Cette relation peut être expliquée encore du point de vue physiologique par le stockage des réserves (substances organiques, éléments nutritifs...etc.) dans le parenchyme cortical et le parenchyme médullaire avec l'aide des cellules de passage.

La corrélation entre ces différents tissus est de 0.74, ce qui confirme qu'ils sont étroitement liés. Ceci peut être expliqué par l'activité photosynthétique qui est en relation avec la structure des faisceaux libéro-ligneux, transportant les produits de la photosynthèse, et qui influe considérablement sur l'appareil végétatif.

III. Comparaisons entre les moyennes des tissus dans la zone d'étude

Une comparaison histométrique entre les stations d'étude a été réalisée à l'aide d'un histogramme de chaque organe.

III.1 - La feuille

Les mesures des différents tissus de la feuille montrent une certaine différence entre la majorité des tissus dans les deux stations du littoral et celle du matorral où les chiffres de différence varient entre 0,1mm à 0,3 mm. En analysant la figure de la comparaison histométrique entre les différents tissus de la feuille de *Tetraclinis articulata* dans les deux stations, nous observons que l'épaisseur de la majorité des tissus constituant la tige dans la station de Honaine est plus épaisse que celle mesurée dans la station de Beni Snous. Ils ont presque les mêmes valeurs ; à l'exception du parenchyme et du nombre des canaux.

III.2 - La tige

L'étude comparative des tissus de la tige montre que le parenchyme cortical, le xylème et la moelle sont plus épais. Ils occupent la majeure partie de l'écorce, cela explique que ces tissus aident au stockage d'eau dans les différentes parties de l'espèce étudiée ce qui permet une meilleure croissance du système (racinaire et aérien) et son développement offre à la plante une résistance plus assidue contre la sécheresse.

III.3 - La racine

Une plante ligneuse porte donc deux sortes de racines plus ou moins spécialisées et dont la durée de vie est très différente. Ces racines ligneuses, qui assurent donc l'ancrage de la plante et le stockage de réserves, à l'intérieur de la racine, à partir du péricycle qui entoure les vaisseaux conducteurs, apparaissent régulièrement des bourgeonnements qui donnent naissance à de nouvelles racines et assurent ainsi la ramification continue du système racinaire.

La seule partie active des racines en terme d'alimentation hydrique et minérale est donc constituée par l'ensemble des pointes blanches racinaires qui représentent moins de 1 % de la surface racinaire totale, 5 % de la masse totale des racines, mais environ 90 % de la longueur (DRENOU, 2006).

Les tableaux 47 et 48 en annexes pour lesquels nous avons pris une moyenne des mesures de cent (100) coupes de la racine montrent que le thuya de berbérie possède un système racinaire très développé où le xylème et le phloème prennent une place non négligeable, vu les besoins importants en eau qu'exige cette espèce dans les deux stations comparées (Honaine et Beni Snous), ceci est dû à la xericité du milieu.

Ils ont des épaisseurs voisines et importantes pour donner l'armature du système racinaire de cette espèce, dont le diamètre peut varier de quelques millimètres à quelques dizaines de centimètres à l'état jeune. Ces racines qui sont donc pérennes s'allongent et s'épaississent chaque année, et se ramifient de façon continue, ce qui permet à la plante d'explorer sans cesse de nouvelles zones du sol.

III.4 - Les trois organes (Feuille-Tige et racine)

L'analyse du tableau 51 (Annexes) et les histogrammes de l'étude comparative des trois organes ci-dessus fait ressortir la constatation que le parenchyme et le xylème sont importants dans toutes les stations d'étude et plus particulièrement à « Honaine » où ils occupent une bonne partie de l'écorce et la moelle surtout dans la tige. En effet, le développement de ces deux tissus offre toujours à la plante une résistance supplémentaire contre les contraintes environnementales dans un milieu fortement anthropisé. Alors qu'il n'y a pas de différences significatives entre les mesures du parenchyme palissadique des différentes stations. Elles restent très faibles (0,4 mm).

- Station de Honaine

Au niveau de cette station, on note une faible corrélation entre les différents tissus de la feuille du Thuya, où dans l'ensemble, le coefficient ne dépasse pas les 30%. Ce coefficient est celui de l'épiderme et du parenchyme médullaire. Une seule corrélation significative avec $R^2 = 50\%$ est enregistrée entre le parenchyme cortical et le phloème. Il n'existe aucune corrélation entre le parenchyme palissadique et le phloème dans la coupe histologique observée.

- Station de Beni Snous

En ce qui concerne cette station, une forte corrélation (60%) est observée entre le xylème et le phloème. Deux corrélations significatives sont enregistrées entre le parenchyme cortical et le xylème d'une part et le parenchyme cortical et le phloème d'autre part. Pour le reste des tissus, les corrélations sont faibles de 0 à 45 %.

Conclusion

L'étude et les traitements des données histométriques nous ont permis d'identifier certaines corrélations entre ces tissus et nous ont conduits à révéler les points suivants :

L'existence d'une différence nette de l'épaisseur des tissus, en allant d'une station vers une autre. Les résultats de l'ensemble des tableaux nous donnent la moyenne d'épaisseur de l'épiderme des feuilles et des tiges qui reste légèrement supérieure à celle des racines avec un pourcentage atteignant les 2% de la section transversale. Ceci est expliqué par la présence d'une pellicule constituée de cutine (la cuticule) qui couvre la face externe des cellules épidermiques.

Nos résultats nous permettent d'observer un important développement du collenchyme au niveau des tiges et des feuilles, ce qui reflète bien leur état plus ou moins jeune. Mais chez les sujets plus âgés, nous remarquons l'apparition du liège en périphérie avec quelques couches de cellules parenchymateuses (parenchyme cortical) qui séparent les fibres péricycliques du collenchyme. Ce dernier disparaît donc avec l'apparition du suber et du parenchyme cortical.

Comme le signalent **DEMALSY** et **FELLER –DEMALSY** en **1990**, le collenchyme est fugace chez les arbres ligneux. Pour donner des explications sur les variations des tissus, il faut avoir une idée sur la pédologie des stations, leur bioclimat et leur taux de recouvrement, parce que l'organisation et le développement des tissus vasculaires peuvent être influencés par les facteurs biotiques et abiotiques (la sécheresse, la nature du substrat, la texture d'un sol, le bilan hydrique...etc.).

Selon les travaux de **VIDAL** et **POGNONEC (1984-1998)**, un tel déficit hydrique peut contribuer aussi à diminuer les espaces intercellulaires ; ce qui explique bien l'absence du parenchyme lacuneux au niveau des feuilles échantillonnées.

D'après **STOCKER (1961)**, la formation d'un tissu palissadique stratifié et caractéristique reste parmi les modifications qui accompagnent la sécheresse de l'air et/ou le manque d'eau croissant est observé.

Les corrélations entre les paramètres morphologiques sont insignifiantes. Au niveau des organes et dans la majorité des cas, les résultats analytiques et histométriques obtenus nous montrent qu'il existe des corrélations bonnes, meilleures ou significatives, malgré le soin apporté au traitement statistique. Ces résultats sont considérés comme des éléments témoins d'un comportement de survie des résineux, qui sont des espèces exemplaires dans la stratégie d'adaptation et la corrélation était hautement significative entre les tissus de la feuille, non significative entre les tissus de la tige et significative entre les tissus de la racine dans les deux stations.

Nous notons que ce parenchyme existe, mais reste moins différencié et plus dense au point où il n'apparaît pas. Il peut même se mêler avec le parenchyme palissadique à cause du grand développement de ce dernier tissu et de la ressemblance existante entre eux, comme l'indique les figures ci- dessous. Il s'agit donc d'un phénomène positif pour l'adaptation à la sécheresse, une réduction des espaces intercellulaires (densification du parenchyme lacuneux), pouvant participer à la limitation des pertes d'eau. En plus du déficit hydrique, l'intensité de l'éclairement et la position des feuilles par rapport aux rayonnements solaires reflètent aussi le degré du développement du parenchyme palissadique (**OPPENHEIMER, 1961 ; STOCKER, 1961**).

DEYSSON (1967), signale que les feuilles qui sont orientées verticalement au sol ont souvent une structure homogène, et elles se rencontrent plutôt chez les plantes de milieux secs et/ou de milieux très ensoleillés , tandis que les feuilles en position horizontale se trouvent plutôt à l'ombre.

D'autres différenciations d'ordres anatomiques sont observées d'après sous l'effet d'éclaircissements intenses, comme le grand nombre des éléments sécréteurs. Nous notons que ces éléments sont représentés par de volumineux canaux sécréteurs au niveau des tiges rameaux et des feuilles.

Un parenchyme cortical très développé au niveau des feuilles et des tiges dans les deux stations est un indice d'adaptation aux conditions xériques. Une épaisseur importante du suber, qui forme à l'extérieur des racines, un revêtement imperméable et résistant. Il l'isole du milieu extérieur.

C'est une épaisseur très développée des tissus de soutien (Collenchyme et Sclérenchyme). Ces tissus ont pour rôle de contribuer à la rigidité et à la solidité de la plante. La moelle est caractérisée aussi par son développement plus ou moins important, surtout au niveau de la tige du thuya. Elle disparaît souvent avec l'âge pour ne laisser qu'un canal de faible section.

Les résultats de l'étude histométrique nous ont montré clairement que la relation entre certains tissus fondamentaux reste très forte pour assurer, la croissance de *Tetraclinis articulata*.

Ces résultats sans nul doute expliquent clairement l'aptitude de cette espèce à s'adapter avec des milieux écologiques stressants. Ces bonnes conditions mettent aussi en relief les stratégies adaptatives de la végétation et surtout son modèle expansionniste (**BOUAZZA et al, 2001**).

On indiquera simplement que ces observations histologiques et l'histométrie de cette espèce dans la même ou différentes stations sont confirmées aussi par l'analyse de variation des tissus pour mieux connaître la relation entre l'organisation et le développement des tissus vasculaires et les facteurs écologiques. Ces points feront l'objet d'une étude ultérieure.

Par ailleurs, des modifications d'ordre anatomique, telles que la lignification des tissus et physiologique comme le flux de la sève, interviennent dans ces mêmes organes (**CAMEFORT, 1977**).

À partir de ces résultats, nous pouvons avancer que cette étude nous a permis de bien connaître les différents tissus de *Tetraclinis articulata*, et expliquer son adaptation.

CHAPITRE IV



Approche Pédologique

Introduction

I. Matériels et méthodes

II. Résultat et interprétation

Conclusion :

Introduction

Le sol qui est un élément nourricier majeur des plantes, reste une composante essentielle dans l'environnement. C'est un concept scientifique qui permet de prendre conscience de certaines propriétés du milieu. Sa disparition est souvent irréversible et peut entraîner les conséquences les plus graves à moyen et long terme (**HALITIM, 1988**).

La pédologie est orientée sur les interactions qui existent entre les groupements végétaux et les relevés pédologiques (**EMILE, 1947**).

Le sol est défini comme une couche superficielle qui couvre la roche mère (**DUCHAUFOR, 1983**) ; selon **TRICART (1996)**, il est composé par une succession de couches appelées horizons, de composition et de structures différentes constituant son profil. C'est une formation naturelle de surface à structure meuble et à épaisseur variable, résultant de la transformation de la roche mère sous-jacente sous l'influence de divers processus physiques, chimiques et biologiques.

Il est l'élément principal de l'environnement et règle la répartition des espèces végétales. Il est plus ou moins développé en fonction de la nature de la roche mère de la topographie et des caractéristiques du climat (**DUCHAUFOR 2001**).

Les conditions climatiques provoquent le plus souvent la remontée de ces sols vers la surface où ils donnent naissance à des efflorescences ; qu'elles soient d'origine hydrique ou éolienne. Dans bien des cas, l'homme est le responsable de cette érosion : par ses habitudes culturelles, pastorales ou autres, il exagère, accélérant ainsi certains phénomènes de dégradation naturelle (**AUBERT, 1951**).

En Afrique du Nord, le sol est diversifié. Les riches plaines littorales sont totalement mises en exploitation par l'homme, avoisinant des reliefs, le plus souvent calcaires ou marneux.

En Algérie, les sols sont soumis à une forte érosion hydrique et éolienne, due aux conditions climatiques et à la forte action anthropique qui diminue le couvert végétal.

Il constitue une composante fondamentale dans l'étude des écosystèmes. C'est le siège d'interactions physico-chimiques dont les produits finaux sont les sels minéraux qui sont vitaux pour la biocénose. Toute modification naturelle ou artificielle du couvert végétal d'un écosystème implique la transformation de l'humus et ensuite, celle du sol.

En général, sous un climat donné, la végétation reflète en grande partie les propriétés du sol qui la conditionnent et réciproquement, le végétal influence de manière importante l'évolution du sol. Il oriente la pédogénèse par le biais de l'humification qui joue un rôle intermédiaire entre le sol et la flore ; ce qui s'exprime par la trilogie de végétation / humus / sol (**DUCHAUFOR 2001**).

Plusieurs études concernant les sols d'Algérie ont été réalisées par des pédologues nationaux et étrangers. Les seules études synthétiques de toute l'Algérie ont été faites par (**DURAND; 1959**) dans lesquelles il traite le côté systématique et typologique des sols de l'Afrique du Nord.

DUCHAUFOR (1977) souligne que la majorité des sols des régions méditerranéennes sont des sols fersialitiques. Ces sols ont subi en fait une évolution pédologique bien particulière, propre au climat méditerranéen.

Plusieurs travaux ont donné des résultats importants sur les caractéristiques du sol de la région de Tlemcen. On cite par exemple : **DURAND (1954) ; DUCHAUFOR (1984) ; AMRANI (1986 ,1989) ; BENABADJI (1991 ,1995) ; BOUAZZA (1991, 1995) ; HASNAOUI (2008)**. Les changements survenus dans cette région imposent la réflexion sur les stratégies possibles à entreprendre pour restaurer ces sols.

Ces derniers sont des milieux particuliers qui permettent le développement de la végétation, mais chaque espèce a ses exigences en substances organiques, en substances minérales, en eau et n'occupe donc qu'une partie limitée d'un sol de nature déterminée.

I. Matériels et méthodes

L'objectif de notre étude est la détermination des facteurs édaphiques susceptibles d'exercer un rôle fondamental sur la répartition des groupements à *Tetraclinis articulata*.

À travers cette étude, nous avons essayé de préciser au mieux les conditions édaphiques du thuya de Berbérie. L'intérêt de l'analyse va nous permettre d'avoir une idée assez précise sur la nature du sol, les propriétés physico-chimiques qui ont une influence profonde sur la répartition des formations végétales et le degré de l'élasticité écologique du *Tetraclinis articulata* vis-à-vis des contraintes environnementales.

Si ces caractères peuvent parfois être mis en évidence, d'une façon approximative directement sur le terrain, toute étude pédologique précise nécessite leur analyse détaillée au laboratoire. Pour approcher ces différents aspects liés aux relations sol / végétation, nous avons jugé utile d'aborder dans un premier temps l'édaphologie de ces stations. Une bonne observation des faits fournit un grand nombre de renseignements indispensables à l'utilisateur.

La méthode d'étude est subdivisée en deux étapes, la première sur le terrain, la seconde au laboratoire où les échantillons seront analysés suivant les méthodes d'**AUBERT (1978)** et de **VALLA (1984)**.

I.1 - Choix des emplacements

Pour notre étude, les sorties se sont faites dans la zone du littoral des Monts de Traras. Elles nous ont permis de réaliser des prélèvements sur la rhizosphère, en nous basant surtout sur la nature de la végétation et la présence du thuya dans les stations de Honaine, Fillaoucène et Ghazaouet.

HALITIM (1985) souligne que seuls les horizons superficiels sont importants pour la végétation dont la couche la plus superficielle où se développent les plantules issues des germinations (Rhizosphère).

I.2 - Matériel d'étude et d'observation

Pour mener à bien l'examen du sol en place, il n'est besoin que d'un matériel relativement simple, constituant l'équipement de base. Il doit être limité à l'essentiel, d'un poids léger, peu encombrant et doit pouvoir être groupé dans une sacoche de faible volume et toujours à portée de la main.

- **Pioche de pédologue** : Utilisée pour rafraîchir et prélever les échantillons.
- **Outils coupants divers** : Pour faire apparaître la structure, on dégage certaines formations, il est bon de disposer d'un instrument pointu et coupant.
- **Flacon d'acide chlorhydrique au 1/10** : Il s'agit d'une petite pissette en matière plastique contenant de l'acide chlorhydrique au 1/10 pour apprécier la présence de la charge en calcaire.
- **Code de couleur** : Pour déterminer la couleur, on a utilisé le code Munsell.
- **Carnet de notes** : Ce carnet sert à noter toutes les observations concernant les profils étudiés. Il est indispensable.
- **Crayons** : Le crayon noir est utilisé pour noter les observations.

I.2.1 - Matériel pour recueillir et transporter les échantillons

Il est plus fréquent, en vue d'analyse chimique, de recueillir les échantillons dans des sachets en film plastique, leur imperméabilité offre un certain nombre d'avantages (risque de pertes limité, conservation de l'humidité).

I.2.2 - Matériel au laboratoire

Pour la réalisation de ces analyses, le matériel suivant a été utilisé, à savoir :

- Deux tamis (2,0 mm et 0,2 mm) ;
- Capsules en porcelaine ;
- Balance de précision ;
- Éprouvettes de sédimentation graduée de 100 à 1.000 ml ;
- Une étuve ;
- Thermomètre ;
- Eau distillée ;
- Agitateur ;
- Hexamétaphosphate de Sodium.



Photo 2 : Les échantillons



Tamis



Balance

Photo 3 : Matériels utilisés



calcimeter de bernard



Photo 4 : Méthode d'analyse pédologique

I.3 - Méthodes d'analyses utilisées

Toutes les méthodes d'analyses du sol sont détaillées sur le manuel d'**AUBERT (1978)**. Elles ont été effectuées au niveau du laboratoire de pédologie à l'Université Abou Bakr Belkaïd de Tlemcen (SNV-STU) et l'INRA de Sidi Bel Abbas.

I.3.1 - Analyse physique

La propriété physique du sol est liée à sa texture et sa structure. Elle joue un rôle essentiel dans l'aération du sol et la vie des organismes, dans la résistance à l'érosion du sol et enfin, dans sa perméabilité et son lessivage.

Les échantillons au nombre de dix (10) sont mis dans des sachets en plastique soigneusement numérotés avec la date et la localisation du prélèvement. Ces échantillons ramenés ont été étalés sur du papier journal, séchant à l'air libre et la matière organique non décomposée a été enlevée. Après séchage, les échantillons ont été pesés.

La séparation des particules grossières et de la "terre fine" a été effectuée à l'aide du tamis à trous de 2 mm de diamètre, les éléments grossiers (diamètre supérieur à 2 mm) ont été lavés, séchés à l'étuve et pesés pour déterminer le pourcentage des éléments grossiers des échantillons.

La texture est la composition granulométrique du sol après la destruction de tous les agrégats par dispersion des colloïdes flocculés.

La structure est l'arrangement spatial des particules minérales liées ensemble par des hydroxydes de fer ou d'aluminium ou par des matières organiques (**BAIZE, 2000**). L'assemblage des particules solides forme des unités structurales qui sont séparées par des surfaces de moindres résistances ; ces unités sont appelées agrégats élémentaires (**HALITIM, 1988**).

I.3.2 - Analyse chimique au laboratoire

Quelques analyses pédologiques physico-chimiques quantitatives et qualitatives du sol ont été réalisées au laboratoire, à savoir: La détermination de l'humidité, la couleur selon **MUNSEL**, la composition granulométrique (texture) par la méthode de **CASAGRANDE (1934)**, la détermination de la teneur pondérale en carbone organique par la méthode **ANNE (1945)**, le dosage du calcaire total, calcaire actif par la méthode du calcimètre de **BERNARD**, le pH dans l'eau distillée, méthode électrométrique, mesure de la conductivité électrique qui exprime aussi la salinité par la méthode de l'extrait aqueux au 1/5.

I.3.2.1. L'Humidité

C'est la quantité d'eau contenue dans un sol. Elle est mesurée par rapport à la quantité de terre sèche contenue dans ce sol. Elle est exprimée en pourcentage. La méthode consiste à sécher les échantillons du sol mis dans des capsules dont on mesure le poids et ensuite, ils sont mis dans l'étuve à 105 °C jusqu'à un poids constant.

La différence de poids avant et après séchage correspond à la quantité d'eau. Le pourcentage est délimité comme suit : $H \% = \frac{Pf - Ps}{Ps} \times 100$ où **H %** = humidité au champ ; **Pf** = Poids frais de l'échantillon avant séchage **Ps** = poids sec de l'échantillon après séchage.

I.3.2.2. La couleur

La couleur a une grande importance, c'est un caractère physique qui peut révéler certaines conditions de pédogénèse et parfois les vocations possibles du sol considéré. Pour déterminer la couleur de nos échantillons de sol, on utilise un code de préférence, le code international **MUNSELL(1992)** (Munsell Soil Color Chart). Elle varie notablement selon d'une part la teneur en eau et d'autre part l'éclairement, d'où la nécessité de déterminer ce caractère toujours dans les mêmes conditions.

Aussi, il est recommandé de noter surtout la couleur de l'échantillon à l'état sec et sous un bon éclairage, cette dernière condition est nécessaire pour distinguer plus aisément les différentes teintes. Plusieurs sols ont reçu leur nom à partir de leur couleur en expliquant une activité biologique ayant engendré des phases importantes de la minéralisation et de l'humification.

I.3.2.3. L'analyse granulométrique

La granulométrie a pour but de quantifier pondéralement les particules minérales élémentaires cristallines, groupées en classes et définir la texture ou la composition granulométrique des sols. Cette dernière est importante, car elle régit les propriétés physiques d'un sol.

L'analyse granulométrique a pour but de quantifier la pondérabilité des particules et de définir la texture des sols. La caractérisation texturale est basée surtout sur la méthode de **CASAGRANDE (1934)** qui est la plus utilisée pour cette analyse granulométrique de la terre fine (éléments de taille inférieure à 2 mm obtenus par tamisage), puis dépourvue de matière organique (élimination par l'eau oxygénée).

Après destruction des agrégats par un dispersant de type hexamétaphosphate de sodium (**Na₂PO₃**), qui est un sel neutre et le **Na₂CO₃**, les particules sont séparées par sédimentation au cours de laquelle elles présentent une vitesse de chute en rapport avec leur diamètre.

La vitesse se calcule par la formule de Stocks :

$$V = 2/9g(s-SL/n) r^2$$

V : la vitesse de sédimentation (m/s).

g : Accélération de la pesanteur (m/s).

s : Densité de la particule (g) (s = 2.65 g).

SL : Densité de liquide.

N : Viscosité de liquide (m/s).

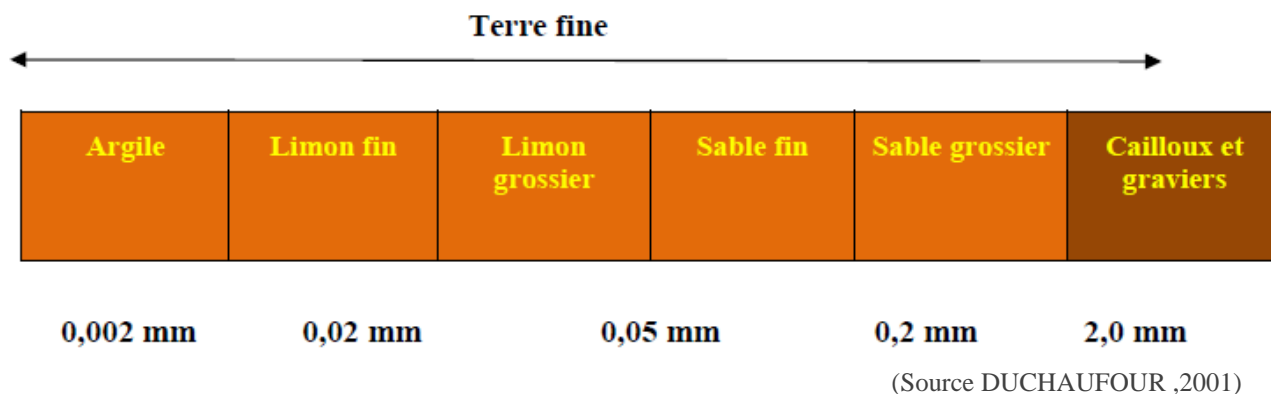
R : Rayon de la particule (m).

Le traitement des données a été effectué par l'intermédiaire d'un programme informatisé qui nous fournit le pourcentage des fractions argileuses, limoneuses, et sableuses. On distingue par ordre de taille croissante :

Une fraction infime en terre fine du sol, comprenant :

- Des argiles, de $\varphi < 2\mu$.
- Des limons, de φ compris entre 2 et 50 μ .
- Des sables fins, de 50 μ à de 0.2mm.

Le type textural sera défini, pour un sol donné, en fonction du pourcentage pondéral de trois fractions (Sable, Limon et Argile) selon la classification conventionnelle des particules minérales.



Les particules sont groupées comme suit :

< 0,002 mm fraction argileuse

0,002 à 0,02 mm Limon fin (**LF**)

0,02 à 0,05 mm Limon grossiers (**LG**)

0,05 à 0,2 mm sable fin (**SF**)

0,2 à 2 mm sable grossier (**SG**)

L'ensemble des éléments de diamètres inférieur à 2 mm est appelé terres fines.

Au- dessus de 2 mm, nous avons l'élément grossier. On distingue :

2 à 20 mm : graviers

20 à 200 mm : cailloux

> 200 mm : des blocs

Enfin les résultats obtenus au laboratoire :

– Il faut porter sur les trois axes les pourcentages d'argile, de limons et de sables sur un diagramme à coordonnées tri-linéaires des textures (Fig.112).

– Pour chacun des points ainsi trouvés, mener une parallèle de l'axe précédent.

– L'intersection de ces trois parallèles désigne la classe du sol.

I.3.2.4. Mesure de pH :

La mesure de pH s'effectue sur une suspension de terre fine. Le rapport de suspension pour la mesure de pH à l'électrode à verre est de 1 à 2,5 « une partie de sol pour 2,5 partie d'eau ». La suspension doit être préparée 3 à 4 heures avant la mesure. $pH = \log \frac{1}{(H^+)} = \log (h^+)$

La suspension peut être obtenue en mélangeant 10 g de terre séchée dans un bécher de 100 ml avec 25 ml d'eau distillée. Ce mélange doit être agité 20 minutes au moyen de l'agitateur magnétique. Ensuite, on le laisse reposer une demi-heure et on mesure le pH à l'aide d'un pH-mètre.

Le pH exprime la concentration en ion h^+ dissociés « libre » dans une solution de sol à un moment donné. Il varie de 0 à 14. Le sol neutre ayant une acidité égale à 7. Les sols acides ont pH inférieur à 7, tandis que le sol basique a un pH supérieur à 7 « alcalis ».

I.3.2.5. Conductivité électrique (CE) et la salinité :

La mesure de la conductivité électromagnétique (C.E.M) des sols est une Méthode qui petit à petit s'est imposée pour la mesure de la salinité des sols (**DE JONC et al, 1979; WILLIAMS et HOEY, 1982**). On détermine la conductivité sur une solution d'extraction aqueuse (rapport sol/eau est égale à 1/5) exprimée en millisiemens par centimètre (mS/cm) à l'aide d'un conductivimètre. « La capacité du sol à conduire le courant électrique est en fonction de la concentration en électrolytes de la solution du sol » (**RIEU et CHEVERY, 1976**). L'estimation de la teneur globale en sels dissous a été faite à l'aide de l'échelle de salure des sols.



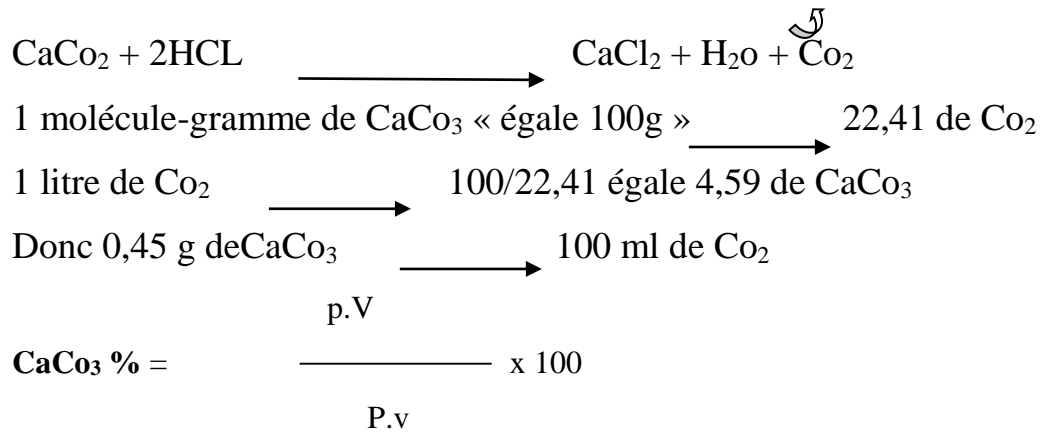
Fig. 71 : Échelle de salure en fonction de la conductivité de l'extrait aqueux au 1/5 (relation de RICHARDS IN AUBERT, 1978).

L'interprétation a été faite à l'aide de l'échelle de salure des sols (Tableau 55).

I.3.2.6. Dosage de calcaire total :

Le calcaire joue un rôle essentiel dans la nutrition des plantes, mais encore dans la pédogenèse, comme les différents éléments chimiques qui entrent dans la composition du sol.

Le plus souvent cette valeur est déterminée par calcimètre volumétrique, « **CALCIMETRE DE BERNARD** », c'est-à-dire par mesure du volume de CO_2 dégagé, suite à l'action d'un excès d'acide chlorhydrique sur un poids connu d'échantillon avec celui qu'on obtient dans les mêmes conditions de température et de pression atmosphérique avec du carbonate de calcium pur.



Soit **v** : le volume de CO_2 dégagé par la terre fine

p : prise d'essai de CaCO_3 pur (0,2g)

Soit **V** : le volume de CO_2 dégagé par CaCO_3 pur.

P : prise d'essai de la terre fine. (5g)

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

I.3.2.6.1 - Calcaire actif

Suivant sa nature et son origine, le calcaire est réparti dans différentes fractions granulométriques. Celui qui est présenté dans la fraction inférieure à 20 mm, susceptible de se solubiliser facilement et d'être à l'origine d'une teneur en Ca^{2+} élevée dans la solution du sol, correspond au calcaire actif. (SCHVARIÉS, MULLER, 2005)

Celui-ci est mesuré généralement par l'oxalate d'ammonium. On pèse 10 g de terre fine (représentatif et homogène) sèche et on la met dans un bêcher de 500 ml et on lui ajoute 250 ml d'oxalate d'ammonium à 0.2 N, puis on agite le tout pendant 2 heures par un agitateur magnétique, après on le filtre en rejetant les premiers ml du filtrat.

– On prélève 10ml du filtrat et on le met dans un bêcher de 100 ml, en lui rajoutant 10 ml de H_2SO_4 pur (réaction exothermique), avant l'abaissement de la température, on place le bêcher sur un agitateur magnétique surmonté d'une burette graduée contenant du permanganate de potassium.

– On effectue le titrage jusqu'à l'obtention d'une couleur rose persistante, on lit sur la burette avec les précautions de lecture ; soit **n** le nombre de KMnO_4 versé (ml).

I.3.2.6.2 - Détermination de la teneur pondérale en matière organique :

Le carbone de la matière organique est oxydé par bichromate de potassium en présence d'acide sulfurique. En connaissant la quantité de bichromate nécessaire pour cette oxydation, on peut calculer le pourcentage de carbone organique et d'humus dans le sol (le rapport % humus % $\text{CO}_x=1.724$). Le dosage du carbone organique est effectué à l'aide de la méthode Tjurin modifiée. Pour l'évaluation des résultats, on se réfère à l'échelle suivante :

II. Résultat et interprétation

Les résultats de l'ensemble des analyses physico-chimiques des différentes stations sont consignés dans les tableaux (57, 58 et 59).

Nous remarquons que le *Tetraclinis articulata* peut occuper des sols profonds comme il peut aussi se contenter d'un horizon de surface très réduit, mais avec cependant un développement racinaire important à travers les éléments massifs (blocs et graviers), du substrat. D'ailleurs, les affleurements rocheux sont assez communs dans les Tetracliniaies comme le soulignait **BOUDY (1950)**, **BENABID (1976)** et **FENNANE (1982)**.

Les éléments grossiers (cailloux et graviers) de différentes tailles sont toujours présents, en quantité variable, assez proche de la surface ; ce qui atteste des continuels apports par la pente du sol. Par le jeu de la pente toujours importante sous Thuya, des expositions chaudes et du drainage, ces sols légers restent assez secs.

Toutes ces observations rejoignent celles de **FENNANE (1982)** où l'aire du thuya de Berbérie étant plus importante, les conditions édaphiques sont plus diversifiées.

Sous le Thuya, ce sont les types de sols parmi les plus évolués et les plus rares que l'on rencontre dans le semi-aride, mais aussi au premier niveau du subhumide. **FENNANE (1988)**.

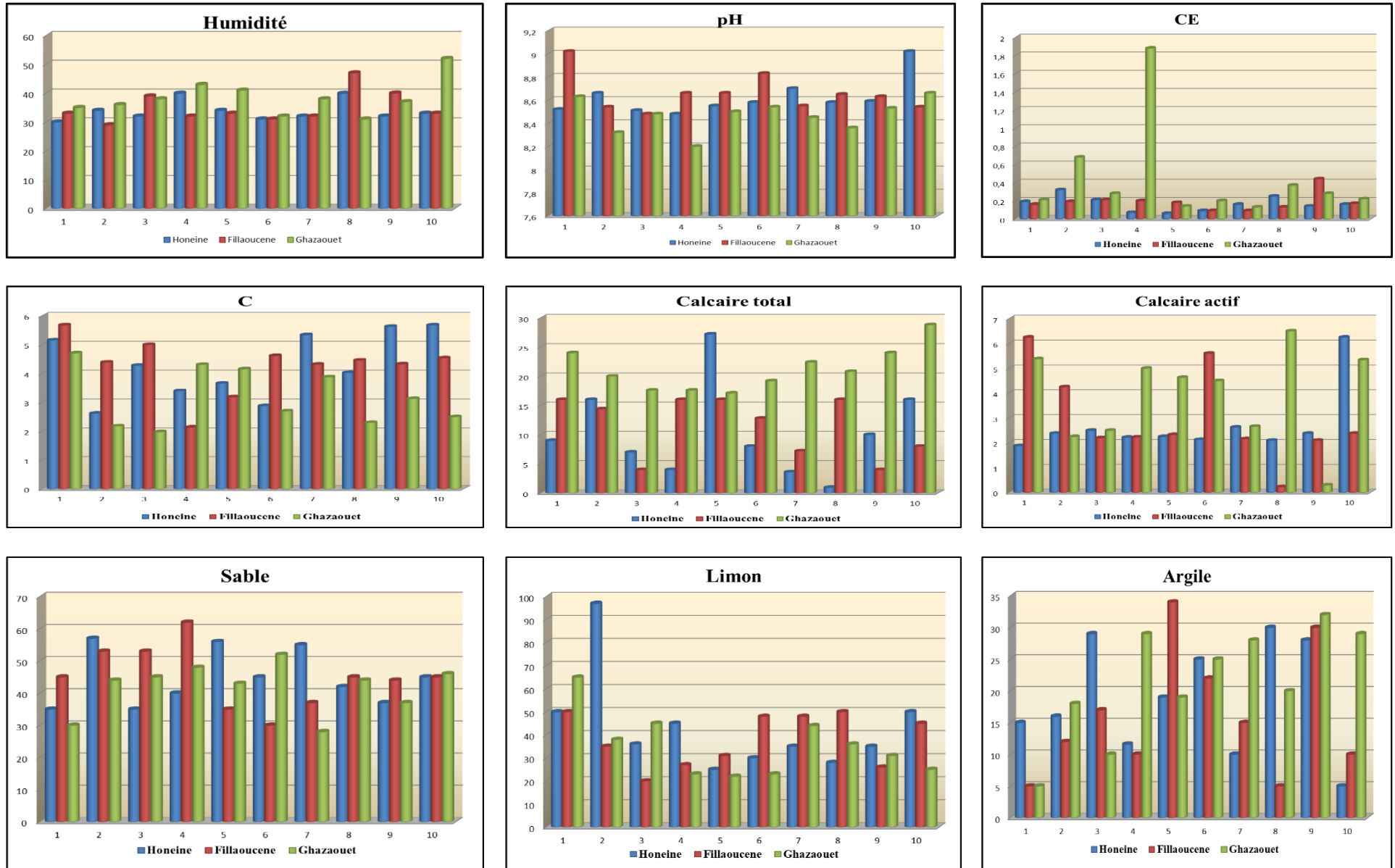


Fig. 72 : Représentations graphiques des résultats des analyses pédologiques

La classification des textures est matérialisée par le triangle de **DEMELON (1966)**, dont les trois côtés correspondent respectivement aux pourcentages de sable, de limon et d'argile, les domaines délimités à l'intérieur du triangle correspondent aux différentes classes de texture.

D'après nos résultats, le triangle de texture place l'ensemble des échantillons des stations dans l'aire Sablo-limoneuse, avec un pourcentage moyen de sable égal à 44,79% et 44,89% respectivement pour les stations de Honaine et Fillaoucène et de 41,7% pour la station de Ghazaouet. Cette assez importante proportion en sable entraîne une bonne aération du sol, et ne permet pas de garder le sol humide pendant de longues durées vu la forte porosité entre particules de ce substrat.

La moyenne de présence du limon des différents types des sols étudiés dans tableau 57 (Annexes) montre une sensible supériorité de la station de honaine avec un remarquable pic au niveau de l'échantillon N° 02 dont le pourcentage atteint 97% comme maximum et d'un minimum de 25%, alors que les moyennes enregistrées dans les deux autres stations (Fillaoucène et Ghazaouet) sont sensiblement similaires respectivement avec 38 et 35,19% dont les taux sont compris entre 64,96 et 20%.

Les sols à fortes proportions en limons sont les plus sensibles, car ces limons sont facilement détachable de la matrice du sol et transportés par ruissellement causé par les précipitations.

D'après les résultats concernant les argiles, nous remarquons une légère progression entre les échantillons qui varie entre 15% à 21%. Cette variation indique que ces sols sont caractérisés par une faible à moyenne capacité de rétention en eau, et permet de faciliter leurs processus de pédogénèse avec un ralentissement de l'écoulement de l'eau en période sèche dans la région de Tlemcen représentant un climat typiquement méditerranéen.

L'insuffisance d'argile pour les trois stations (15,99%, 18,95% et 21,45% respectivement pour les stations de Fillaoucène, Honaine et Ghazaouet) ainsi qu'une forte teneur en limon (35,19%, 38% et 43,1% respectivement pour les stations de Ghazaouet, Fillaoucène et Honaine). Cette tendance est corrigée par une teneur suffisante en humus et en calcium. Le taux d'éléments grossiers est plus ou moins faible dans les trois stations. Ceci est dû probablement aux eaux de ruissellement, car nos échantillons ont été prélevés sur des pentes.

Ces observations montrent que si le thuya semble être indifférent à la nature du sol, il reste pour le moins lié à un type de texture où les limons et les sables sont dominants. Les graphes confirment que la teneur élevée du sable est bien représentée dans les trois stations. Les limons sont aussi moyens dans nos échantillons, ces limons forment une croute de battance à la surface du sol après la pluie.

Le pourcentage de l'humidité des sols analysés est moyen et varie de 33,78% (Honaine), 34,9% (Fillaoucène) et de 38,3% (Ghazaouet) ; ceci est dû à la présence de l'argile qui présente une forte capacité de rétention de l'eau dans ces stations littorales d'un côté. D'un autre côté, le taux de cette humidité du sol varie au cours de l'année selon la quantité de précipitation et d'évaporation.

La faible quantité de CaCO_3 (18,95% CT et 15,99% CA) montre l'évolution de ce type de sol à substrat calcaire dans un contexte de climat méditerranéen à saison sèche. Ces résultats témoignent de l'adaptation des groupements à *Tetraclinis articulata* dans leur milieu.

Les pH sont alcalins, ils se ressemblent et varient entre 8,4 et 8,6. Cette élévation est due probablement aux particules limoneuses qui possèdent une surface d'absorption plus élevée, ce qui veut dire que tous les sols sont à tendance alcaline. Ils dépendent donc en plus des différents cations absorbés, de la nature de la couverture végétale ainsi que des conditions climatiques (**DAJOZ, 1982**).

La conductivité varie entre 0,16 mS/cm (Honaine et Fillaoucene) et 0,43 mS/cm (Ghazaouet) ; elle dépend de la teneur en électrolytes (Cl^- , Na^+ , SO_4^{2-} , Ca^{++}). Ceci explique que c'est un sol non salé.

La teneur en carbone organique d'un rhizosphère est un caractère non stable dans le temps, tributaire de la densité et du type de couvert végétal et la de la forme de l'humus. On remarque que la teneur en carbone organique varie de 3,18 à 4,26 d'une fraction significative avec une augmentation du sable fin dans la majorité des stations. Cette matière organique est très faible, cela est dû à la dégradation du couvert végétal dans ces stations, qui est de plus en plus marquée par l'action anthropique. Par contre la forte proportion en matière organique induit à une stabilité structurale positive des horizons de surface, d'où une influence sur les phénomènes de battance, le ruissellement et l'érosion.

Selon **MEZIANE STAMBOULI (2010)**, la quantité de la matière organique dépend de l'âge et du type des formations végétales, mais aussi de l'abondance des éléments grossiers, ces derniers ayant pour effet de concentrer le système racinaire et les substances organiques dans les interstices.

Les couleurs sont des caractères très significatifs sur de la description des sols. Elles peuvent nous servir à reconnaître directement la présence, l'abondance relative, le déplacement ou l'accumulation des constituants colorés que sont les matières organiques, le calcaire, le fer, le manganèse et l'argile (**DUCHAUFOR, 1977**).

En général l'ensemble de nos stations présentent un sol de couleur brun rougeâtre, clair ou foncé en fonction du pourcentage de calcaire et de matière organique, Honaine (2,5YR3/4), Fillaoucene (5YR4/6), Ghazaouet (10YR5/1).

Conclusion :

Les sols de la zone d'étude sont assez hétérogènes et leurs caractéristiques suivent la nature du substrat et la topographie. La végétation d'une manière générale et plus précisément le thuya de Berbérie qui influe d'une façon directe et indirecte sur l'évolution du substrat.

Les analyses physiques et chimiques réalisées sur nos échantillons, nous ont permis globalement d'arriver aux résultats suivants :

– La plasticité du thuya vis-à-vis du sol, lui permet d’occuper des substrats très variés. Avec un enracinement est le plus souvent traçant et constitue un réseau de racines assez serrées qui lui permet un ancrage dans les sols les plus rocheux (**BOUDY, 1950**).

– La texture présente un taux de sable élevé par rapport aux limons et aux argiles au niveau des stations d’étude.

– Le pH n’agit pas directement. Il est une résultante des divers facteurs ioniques présents dans un sol. Il est dans l’ensemble supérieur à 7 et reste alcalin.

– Le pourcentage de l’humidité reste moyen pour l’ensemble des stations de la zone d’étude.

– Le calcaire est un constituant qui n’est pas toujours présent dans le sol. On le trouve souvent sous forme de carbonate de calcium. Il est faible et varie d’une station à une autre. La teneur en sel reste toujours faible.

– La conductivité électrique indique une très faible salinité dans toutes les stations et le taux de matière organique décroît de plus en plus dans la zone d’étude par suite de la dégradation du tapis végétal.

– Le *Tetraclinis articulata* ne présente pas d’exigences strictes du côté pédologique. Cette espèce fait preuve d’une dynamique favorable bien marquée dans ces stations, bien que les résultats obtenus reflètent largement le comportement de nos écosystèmes extrêmement perturbés. Une grande partie des végétaux vivent grâce à une compensation hydrique et nutritionnelle.

CHAPITRE V



Spectre Écologique

Introduction

I. Méthode utilisée :

II. Résultats et interprétations :

Conclusion :

Introduction

Le spectre écologique d'une espèce, pour un facteur donné est la distribution des présences ou des qualités de celles dont les classes entre lesquelles nous avons réparti les valeurs prises par celui-ci (**GOUNOT, 1969**). Les espèces végétales se trouvent dans leur biotope naturel, avec des exigences et des tolérances différentes à l'égard de chaque facteur écologique.

Dans cette optique, nous avons pu déterminer leurs profils écologiques afin de nous renseigner sur leur affinité et leur plasticité écologique. Ceci va nous permettre aussi de mieux connaître le comportement, l'exigence écologique et l'information mutuelle entre *Tetraclinis articulata* et chaque variable écologique. La plasticité écologique du thuya est très variable d'une station à une autre. **GOUNOT (1969)**. Elle a donné la définition suivante « le profil écologique d'une espèce pour un facteur est la distribution des présences ou des qualités de celle-ci dans les classes entre lesquelles nous avons réparti les valeurs prises par celui-ci ».

Le même auteur signale que : « nous désignons le nom profil écologique les diagrammes de fréquences d'une espèce en fonction des classes ou segments d'un facteur. Ces profils vont dégager d'une manière précise les affinités écologiques de l'espèce étudiée ». En outre, et précisément par la recherche de cette affinité, nous avons mesuré sur le terrain l'ensemble des facteurs écologiques. Afin de mieux maîtriser les données, et déterminer des classes.

Les résultats vont nous permettre de dégager des profils écologiques en étoile, pour mieux observer l'importance de certains facteurs sur la répartition et la plasticité de l'espèces. Ces profils vont dégager d'une manière précise les affinités écologiques de l'espèce.

I. Méthode utilisée :

Dans les trois stations, nous avons pris dix (10) individus de l'espèce étudiée pour lesquels nous avons mesuré neuf (09) facteurs écologiques (**H, pH, CE, C, CT, CA, S, L, A**).

Ces facteurs pris en considération sont répartis sur six (6) classes au niveau des spectres édaphologiques. Ces classes, relatives aux facteurs écologiques, sont définies par des pourcentages ou par le qualificatif « la texture et la structure ».

Les valeurs relatives aux facteurs écologiques :

- **LA TEXTURE** : (qualificatif)
 - Sable (**S**)
 - Limon (**L**)
 - Argile (**A**)
- **L'humidité** : en %
- Calcaire Total (**CT**) en %
- Calcaire Actif (**CA**) en %
- Carbone organique (**C**) en %

- Potentiel hydrique (**PH**)
- Conductivité électrique ou salinité (**CE**)

I.1 - Les classes :

Les valeurs extrêmes mesurées lors de l'analyse des échantillons du sol correspondent aux bornes minimales et maximales de l'ensemble des valeurs pour une variable donnée. Elles ont été subdivisées en six classes d'intervalles égaux, donnant un profil écologique en étoiles.

II. Résultats et interprétations :

Les trois profils du spectre écologique de *Tetraclinis articulata* montre que cette espèce accepte le pH qui est basique pour la totalité des stations étudiées. Il traduit une texture variable de Sablo-Limoneuse «SL» à Limono-Sableux «LS» avec une structure massive (fragmentaire) qui marque bien sa préférence pour les territoires sur roche mère siliceuse.

Cette analyse montre aussi que le thuya trouve ses conditions de développement optimales dans des zones caractérisées par une humidité assez élevée.

Elle trouve son amplitude avec une teneur en CaCO₃ moyenne à faible et par la présence de carbone organique qui est relativement faible, ce qui explique bien les exigences de la plante qui reste très tolérante vis-à-vis de ces facteurs. Elle est considérée comme espèce thermophile, adaptée à la sécheresse qui sévit pendant la période estivale.

Conclusion :

L'étude des profils édaphologiques nous donne des renseignements sur quelques exigences écologiques de la plante vis-à-vis des facteurs édaphiques, mais reste insuffisante pour faire ressortir justement toutes les conditions environnementales optimales à cette espèce. On peut dire que le *Tetraclinis articulata* a les mêmes exigences écologiques avec des taux qui ne diffèrent pas trop dans les trois stations (Honaine, Fillaoucene et Ghazaouet).

En comparant les trois profils écologiques de l'espèce étudiée, nous pouvons avancer que cette dernière a des exigences différentes d'une région à une autre, mais qui restent presque les mêmes dans les stations plus proches (cas du littoral). **GOUNOT (1969)** précise que les groupes des espèces ayant les mêmes exigences écologiques pourront éventuellement faire par la suite l'objet de recherches complémentaires.

Elle ne supporte pas les fortes concentrations en CaCO₃ bien qu'elle montre une plasticité remarquable vis-à-vis d'autres facteurs. Le Ca⁺⁺ joue un rôle prépondérant dans les qualités physiques du sol par le pouvoir floculant. Cette plasticité lui confère une adaptation favorable au stress écologique de ces milieux fortement anthropisés. Le thuya se développe sur sol à texture sablo-limoneuse à structure fragmentaire.

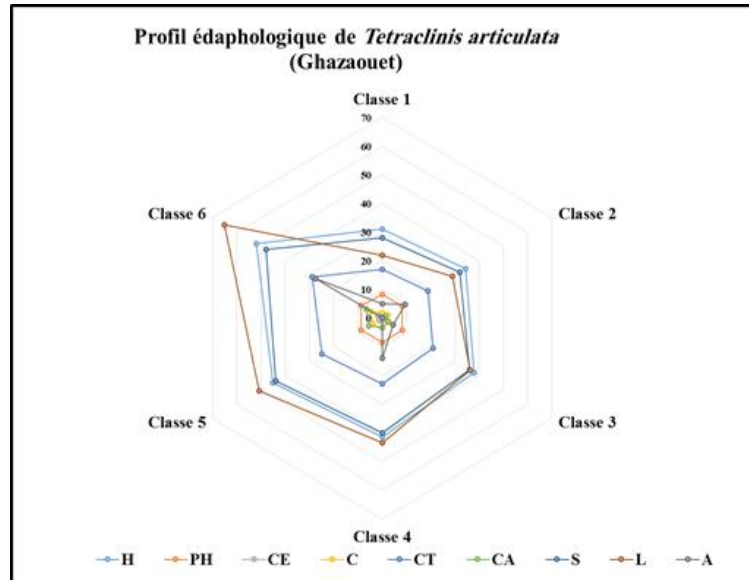
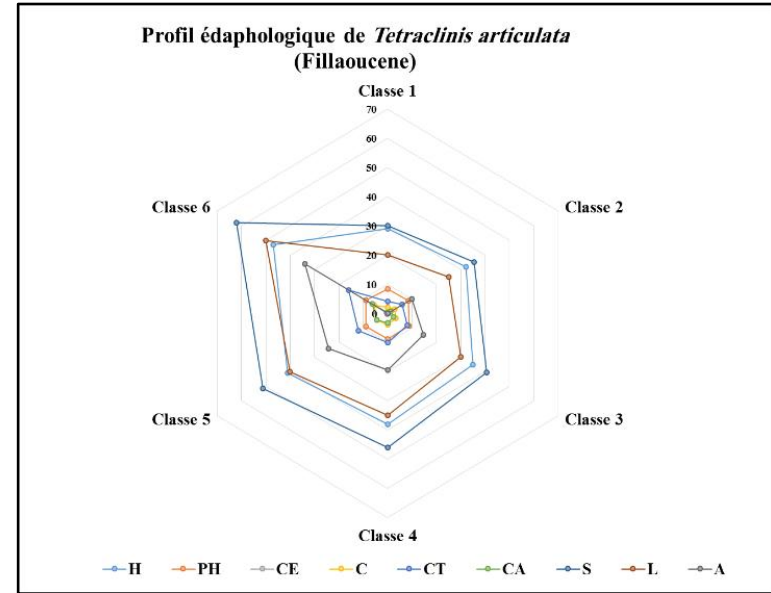
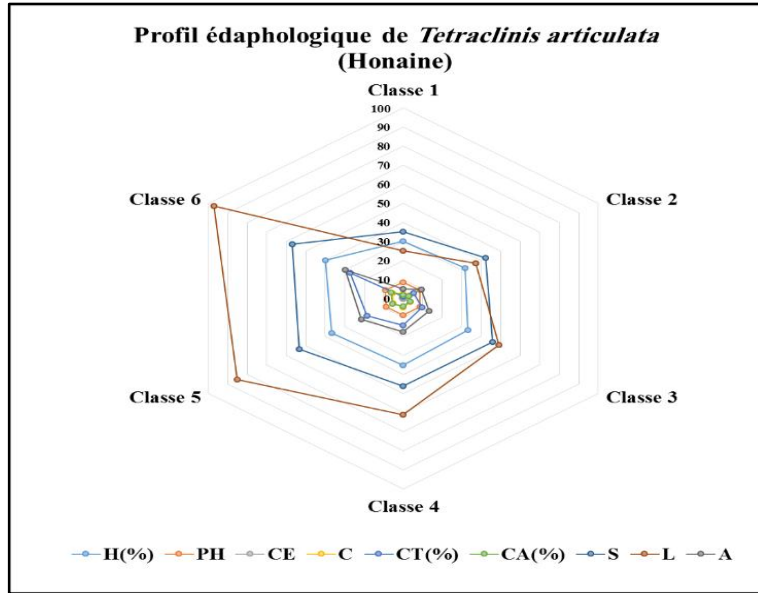
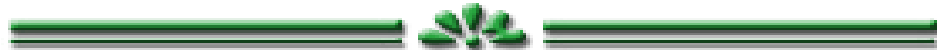


Fig. 73 : Les spectres écologiques de *Tetraclinis articulata* dans les trois stations

PARTIE IV



Analyse floristique

CHAPITRE I



Méthodes d'étude

Introduction

La végétation se présente dans la majorité des cas sous la forme dégradée à la base des taxons préforestiers et /ou des matorrals dont le cortège floristique tend à être homogénéisé par l'influence anthropique. De ce fait, les stades forestiers plus ou moins stables sont très rares. Cependant, rares sont les formations évoluées comme les forêts à formation naturelle.

Bien qu'elles soient rares et menacées, ces forêts et préforêts existent toujours dans la région et leurs végétations présentent le centre d'intérêt d'étude.

Un groupement végétal est un ensemble formé de plantes réunies dans une même station par suite d'exigences écologiques identiques ou voisines. Cet ensemble est organisé d'une manière assez précise dans l'espace (distribution horizontale et verticale) et dans le temps (périodicité annuelle).

Dans ce chapitre, nous présentons la méthode qui est pratiquée dans cet inventaire floristique et les techniques de l'échantillonnage. Il 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 des 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 phénomènes. Pour aboutir au choix des stations, il est nécessaire de recourir à une approche rigoureuse tenant compte d'un échantillonnage.

C'est l'étude des groupements végétaux sur le terrain qui se fait essentiellement à l'aide de la méthode des relevés qui consiste à choisir des emplacements aussi typiques que possible, tout en notant les conditions du milieu. Elle ne se fait jamais d'une manière continue ; elle nous permet de connaître sa composition floristique, sa structure ainsi que l'écologie des espèces dominantes au niveau de chaque station.

La station dépend impérativement de l'homogénéité de la découverte et de la diversité végétale dans le but d'éviter des zones de transition. Pour répondre à l'objectif de notre travail, nous avons fait un inventaire floristique dont le but est de bien connaître les causes les facteurs écologiques stationnels concernant la répartition spatio-temporelle de cette végétation, mais de bien maîtriser la dynamique de ces formations végétales naturelles.

I. Méthodologie

I.1 - La stratification de la végétation

La stratification végétale est considéré comme une première analyse des formations végétales qu'on peut observer dans la majorité des stations. Pour notre cas, nous avons pu délimiter les stations d'étude dans deux zones différentes l'une de l'autre selon:

- Les conditions édaphiques locales,
- Les observations minutieuses sur le terrain concernant l'évolution de la dégradation,
- La topographie,
- La composition floristique et l'effet antropozoogène.

Les groupements forestiers et préforestiers d'une part et les matorrals d'autre part qui ont leur optimum de développement dans la zone d'étude sont représentés sur le plan physiognomique par trois formations végétales, arborées, arbustives et herbacées.

Formations arborées : représentées par quelques taxons tels que :

Quercus ilex, *Quercus suber*, *Quercus coccifera*, *Phillyrea angustifolia*, *Olea europea subsp oleastetr*, *Pinus halepensis*, *Arbutus unedo*, *Myrus communis*, *Ceratonia siliqua*, *Pistacia lentiscus* dont la hauteur n'excède pas six (06) mètres.

Formations arbustives : Englobent les groupements dont la hauteur oscille entre 0,5 et 1,5 mètre en général. Les principales espèces formant ces groupements sont :

Ulex boivini, *Cistus ladiniferus*, *Cytisus triflorus*, *Calycotome intermedia*, *Crateagus oxyacantha*, *Asparagus acutifolius*, *Asparagus albus*, *Chamaerops humilis subsp argentea*, *Ampelodesma mauritanicum*, *Daphne gnidium*, *Lavandula stoechas*.

Formations herbacées : La strate qui regroupe les végétaux dont la partie aérienne n'est plus ligneuse. Elles sont représentées par des plantes herbacées et plantules d'arbres qui germent après l'hiver et font leurs graines avec un cycle de moins de douze mois, telles que :

Anagallis arvensis, *Aegilops triunciali*, , *Echium vulgare*, *Ammoïdes verticillata*, *Malva sylvestris*, *Reseda alba*, *Calendula arvensis*, *Urginea maritima*, *Adonis dentata*, *Bellis annua*, *Bromus rubens*, *Convolvulus altheoides*, *Centaurea umbellatum*, *Laucus carota*, *Inula viscosa*, *Echinops spinosus*, *Sinapis arvensis*, *Sedum acre*.

I.2 - Échantillonnage et choix des stations

L'échantillonnage reste une opération importante, car la plupart des jugements en biométrie reposent sur un échantillonnage rigoureux. La généralité et la validité des conclusions dépendent de la valeur de cet échantillonnage. C'est la seule méthode permettant les études de phénomènes de 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 phénomènes. **DAGNELIE, (1970)** ; **GUINOCHET, (1973)**, qui définissent l'échantillonnage comme étant l'ensemble des opérations qui ont pour objet de prélever dans une population des individus, devant constituer l'échantillon. Nombreuses sont les recherches qui se sont préoccupées du problème d'échantillonnage, c'est-à-dire du nombre d'implantations des relevés pour avoir un inventaire représentatif de la végétation du territoire étudié.

I.3 - L'échantillonnage utilisé

L'échantillonnage adopté dans notre cas est de type au hasard, il aboutit une théorie à élaborer des tests statistiques, pratiquement, les informations recueillis sont très incomplets en tenant compte de l'homogénéité floristique et écologique de la station. Ce mode d'échantillonnage consiste à choisir les stations paraissant les plus représentatifs et suffisamment homogènes, intégrant l'ensemble des situations structurales et de faciès de végétation rencontrés zones. Vue la superficie des zones inaccessibles et le manque de carte, cette échantillonnage nous a été imposé que les autres échantillonnages.

Vue la superficie, l'écaxisibilité de certain zone d'étude , le manque de carte et l'existante d'interaction sur le tapis végétales de cette région. Cette échantillonnage nous à été imposé , les facteurs que les autres échantionnage.

I.4 - Localisation et choix des stations

Pour un choix plus justifié des stations, la végétation reste un critère plus prépondérant. Celui-ci nous pousse à sélectionner des stations homogènes pour faciliter l'échantillonnage sur le terrain.

Nous avons donc pu choisir six stations représentatives (Honaïne, Fillaoucène, Nadroma, Ghazaouet, Beni Snous et Azails). Ce choix a été guidé au hasard par le souci de refléter la diversité et l'inventaire complet des espèces de stations. Il dépend en grande partie de la présence de formations préforestières et des matorrals.

II. La physiographie des stations choisies :

Station 01: Honaine (X : -1° 38' 56'', Y : 35° 09' 50)

La station de Honaine se trouve dans une exposition Nord-Ouest et présente une végétation assez variée avec un taux de recouvrement de 70 à 80%, elle se trouve sur une pente de 20 à 35 %, le substrat est calcaire. La dominance de *Tetraclinis articulata* confirme la xéricité de la station et sa situation dans l'étape thermo-méditerranéen .

La présence de *Quercus ilex* explique la présence d'une ancienne forêt soumise à une forte pression anthropozoogène et notamment les incendies. Elle est dominée par les espèces suivantes : *Quercus ilex*, *Pistacia lentiscus*, *Tetraclinis articulata* et *Olea europea*, *Cistus monespeliensis*, *Cistus villosus*, *Calycotome villosa subsp inter média*, *Daphne gnidium*, *Ulex boivini*, *Asphodelus microcarpus*, *Lavandula dentata* et *Echium vulgare*.

Station 02 : Fillaoucène : (X : -1° 37' 45'', Y : 35° 02' 14)

Cette station est situé dans la commune de Fillaoucene dans la partie nord de la wilaya de Tlemcen. La pente de la station est supérieure à 30 %, elle varie entre 35% et 45% et le taux de recouvrement est de 40 à 60 % avec une exposition Nord. Les potentialités hydriques s'articulent autour de sources souterraines et superficielles. L'élément le plus important est l'Oued Tafna.

La végétation de la station de Fillaoucène comporte en grande partie les espèces suivantes: *Tetraclinis articulata*, des vieux arbres de *Ceratonia siliqua*, d'*Olea europea subsp oleaster* et de *Pinus halepensis*, *Pistacia lentiscus*, *Pinus halepensis*, *Quercus coccifera*, *Lavandula stoechas*, *Ampelodesma mauritanicum*, *Phillyrea angustifolia*, *Cistus salvifolius*, *Daphne gnidium*, *Asparagus acutifolius*, *Arbutus unedo*, *Asphodelus microcarpus* et *Inula visciosa*.

Station 03 : Nedroma (X : -1° 45' 02'', Y : 35° 01' 42)

Cette station fait partie des Traras centraux, espace à caractère rural dont l'activité principale est basée sur l'agriculture et l'élevage. Elle est située entre 361 et 474m d'altitude sur une pente de 30 à 35% avec une exposition Nord-Est.

Le taux de recouvrement de cette station est de 20 à 30 % avec une exposition Nord-Est. Le relief de cette station est formé essentiellement par les versants Nord et Est du Djebel Fillaoucène avec des pentes très abruptes, le plus souvent supérieures à 25%. Il devient plus doux dans la partie nord avec l'apparition de plusieurs dépressions fertiles.

Parmi les espèces qu'on peut trouver dans cette station, un peuplement de pin d'Alep dominant un sous bois composé de : *Tetraclinis articulata*, *Juniperus oxycedrus*, *Calycotome villosa subsp intermedia* et *Quercus ilex*.

La présence des espèces qui indique la dégradation de la végétation et le surpâturage telles que : *Ampelodesma mauritanium*, *Asphodelus microcarpus*, *Urginea maritima* et *Chamaerops humilis*.

Station 04 : Ghazaouet (X : -1° 49' 55'', Y : 35° 05' 47)

La station de Ghazaouet est localisée dans la partie nord des Monts des Traras avec une exposition Nord-Est et une altitude de 116 à 122 m. Le sol est relativement pauvre en matière organique, avec un substrat à tendance siliceuse.

La pente est de 20 à 25% et le taux de recouvrement de cette station est de 20 à 25 % avec une exposition Nord-Est. Elle est profondément touchée par l'action de l'érosion hydrique. Le relief se caractérise par de petites entités topographiques dont les plus répandues sont les systèmes de versants.

Parmi les espèces caractéristiques de cette station, nous retrouvons : *Quercus ilex*, *Quercus coccifera*, *Quercus faginea subsp tlemcenensis*, *Tetraclinis articulata*, *Pistacia lentiscus*, *Phillyrea angustifolia*, *Lonicera implexa*, *Juniperus oxycedrus subsp rufescens*, *Ruscus aculeatus*, *Ampelodesma mauritanium*, *Myrtus comminus*, *Olea europea*, *Ceratonia siliqua*, *Juniperus phoenicea*, *Rosmarinus officinalis*, *Lavandula dentata*, *Cistus salvifolius*, *Calycotome spinosa*, *Erica multiflora*, *Chamaerops humilis*, *Lagurus ovatus*, *Fagonia critica* et *Rumex bucephalophorus*.

Station 05 : Beni Snous (X : -1° 36' 26'', Y : 34° 38' 28)

La station de Beni Snous est localisée sur le versant Nord des monts de Tlemcen et Nord-Est de la ville de Tlemcen avec une altitude de 700m ; elle est caractérisée par une pente comprise entre 30 et 35% sur substrat calcaire.

Le taux de recouvrement est de l'ordre de 35 à 40% environ avec une exposition Nord. Les espèces caractéristiques de la station de Beni Snous sont les suivantes: *Tetraclinis articulata*, *Quercus ilex*, *Quercus coccifera*, *Juniperus oxycedrus*, *Lobularia maritima*, *Pistacia lentiscus*, *Arbutus unedo*, *Calycotome villosa subsp intermedia*, *Ampelodesma mauritanicum* et *Olea europea subsp argentea*.

On peut trouver aussi au niveau de cette station des chamaephytes méditerranéens tels que : *Daphne gnictium*, *Helianthemum helianthemoides*, *Anthyllis tetraphylla*, *Cistus salvifolicus* et des espèces forestières indiquant un climat sub humide comme : *Smilax aspera* et *Lonicera implexa*. Cette station est en phase de déperdition floristique avec une génération remarquable dans certains cas de *Quercus ilex* après les incendies.

Station 06: Azail (X : -1° 23' 52'', Y : 34° 41' 30)

La station est située à une altitude de 680m et représente un taux de recouvrement de 20 à 35% avec une exposition Nord-Est.

L'état de régénération et les stades successifs de la dégradation sont marqués par la présence de *Quercus ilex* rabougri et *Juniperus oxycedrus subsp rufescens*. La présence de quelques reliques de *Tetraclinis articulata* et *Pinus halepensis* montre l'évolution de cette station. Au niveau de cette station, on peut trouver aussi quelques espèces considérées anthropiques et des espèces épineuses non palatables telles que : *Lagurus ovtus*, *Catamanche coerulea*, *Juncus maritimus* et *Salvia verbenaca*.

III. Méthode des relevés

Afin de répondre à l'objectif de cette étude nous avons suivi la méthode phytosociologique sigmatiste (**BRAUN BLANQUET 1952, GUINOCHET 1973**) dite aussi zuricho- montpeliérienne (relevés floristiques) qui consiste à lister toutes les espèces présentes ainsi que les conditions stationnelles.

Nous avons noté le type de formation végétale, le recouvrement ainsi que d'autre informations complémentaires indispensables pour l'interprétation des groupements, basée selon (**BEGUIN et al., 1979**) sur le principe que l'espèce végétale, et mieux encore l'association végétale, sont considérées comme les meilleurs intégrateurs de tous les facteurs écologiques (climatiques, édaphiques, biotiques et anthropiques) responsables de la répartition de la végétation.

OZENDA en **1982** souligne dans beaucoup de ces écrits que l'étude des groupements végétaux sur le terrain se fait essentiellement à l'aide de la méthode des relevés qui consiste à choisir des emplacements aussi typiques que possible. Il a noté aussi les conditions de milieu, la liste des espèces qui pour chacune d'elles-ci, un ensemble de notations destinées à définir le plus exactement possible la place et le rôle qu'elle tient dans le groupement. Ces relevés ont été effectués suivant la méthode d'aire minimale.

Afin d'avoir une large connaissance de la diversité des formations végétales, nous avons effectué 50 relevés floristiques dans chaque station. Les relevés ont été réalisés au printemps, saison considérée comme optimale. Chacun de ces relevés comprend des caractères écologiques d'ordre stationnel:

- Le lieu et la date.
- L'altitude (M).
- L'exposition (N.S.E.O).
- La pente (%).
- La nature du substrat.
- La géomorphologie.
- La surface du relevé (aire minimale).
- Le recouvrement.
- Le type physionomique de la végétation.
- Le numéro du relevé.

Un bon relevé doit être comme un véritable portrait du groupement (**ELLENBERG, 1965**) auquel on peut ensuite se rapporter pour le travail de synthèse qui consiste à comparer les groupements végétaux.

Les relevés ou les données floristiques se résument à une liste exhaustive de toutes les espèces présentées dans la surface du relevé, suivie d'un certain nombre de caractères appelés analytiques tels que :

Le taux de recouvrement moyen qui est une estimation moyenne définie théoriquement comme le pourcentage de la surface du sol qui serait recouverte (**GOUNOT, 1969**). Cette liste change d'une station à une autre et d'une année à l'autre dans la même station.

DAHMANI, MEGREROUCHE (1997) soulignent que l'analyse de la richesse floristique des différents groupements, de leurs caractères biologiques et chronologiques permet de mettre en évidence leur originalité floristique, leur état de conservation et leur valeur patrimoniale.

Vu le nombre important des relevés et leurs classifications qui se compliquent, nous avons jugé nécessaire de :

- Réunir les relevés appartenant à un même groupement végétal.
- Déceler l'homogénéité de l'ensemble qu'ils représentent (tels les forêts, pré forêts, matorrals...etc.).

Cette aire minimale varie en fonction du nombre d'espèces annuelles au moment de l'exécution des relevés et par conséquent, des aléas des précipitations et des conditions d'exploitation. (**DJEBAILI, 1984**).

Pour donner une image plus fidèle de la végétation réelle, chaque espèce est alors affectée d'un coefficient « d'abondance - dominance » basé sur une échelle de **BRAUN BLANQUET** « L'ensemble des auteurs **GOUNOT (1969)**, **GODRON (1971)**, **DJEBAILI (1978)**, **FRONTIER (1983)** et **AIME et al. (1986)** s'accordent à dire que l'aire minimale allant de 60 à 100m² est suffisamment représentative dans les formations méditerranéennes telles que les nôtres et définissent ainsi une surface floristiquement homogène, contenant la plupart des espèces du peuplement et le relevé en question est réputé significatif » (**AINAD TABET, 1996**).

À ce sujet, **GOUDRON (1971)** ajoute que : pour contrôler la représentation de l'échantillonnage des relevés, la procédure la plus courante est celle de la courbe aire espèce. L'utilisation de cette approche nous permettra l'élaboration des tableaux floristiques pour chaque station de la zone d'étude.

Pour contrôler la représentativité de l'échantillon (des relevés), la procédure la plus courante est celle de la courbe Aire-espèces (**GODRON, 1971**). En effet, cette méthode consiste à établir l'inventaire complet des espèces sur une placette de 1 m². En doublant successivement les surfaces (2, 4, 8, 16 ...) et en ajoutant les espèces nouvelles qui y apparaissent. Nous avons supposé obtenir une aire (n) où il n'y a plus d'espèces nouvelles. À cet effet, nos relevés ont été exécutés en période de printanière (Mars, Avril, Mai) des années **2012-2014**.

Un tableau à double entrée a été élaboré, dans lequel nous avons mis les colonnes correspondant aux numéros de relevés et les lignes pour les espèces inventoriées. Dans la case à l'intersection d'une ligne et d'une colonne, nous avons noté l'abondance dominance et la sociabilité de l'espèce dans le relevé, car la répartition de chaque espèce n'est pas forcément homogène.

Les dispositifs à entreprendre sont les suivants :

Pour notre cas, l'aire minimale des matorrals des Monts des Traras est de l'ordre de 64 m² dans les stations de Honaine, Fillaoucene, Nedroma et Ghazaouet ; quant aux Monts de Tlemcen, elle est de 128 m² pour les stations de Beni Snous et Azails.

III.1 - Courbe d'aire minimale

La courbe aire minimale ou la surface représentative doit être le point de courbure de cette courbe et la surface de l'aire minimale. On établit un graphique en mentionnant en ordonnées le nombre d'espèces rencontrées et en abscisses la surface en m². Le nombre d'espèces étant important dans le premier carré, la courbe croît en général très vite au début puis s'infléchit et marque un palier. L'aire minimale correspond au point d'inflexion de la courbe. Cela signifie que cette aire contient la plupart des espèces représentatives du groupement (Fig.119 et 120).

Chaque espèce du relevé est affectée de deux indices, traduisant son importance quant au recouvrement du substrat et le mode de répartition des individus la représentant (l'espèce) au niveau de la surface étudiée. Le premier, dit coefficient d'abondance-dominance et le second est le coefficient de sociabilité et la fréquence.

III.2 - La surface minimale d'échantillonnage

L'aire minimale est très grande dans les stations pauvres en végétation. Elle peut changer avec le temps en fonction du climat, de l'exposition et de l'action anthropique et surtout en fonction de l'apparition des thérophytes cas de la station de Beni Snous et Azail. Donc la taille et la forme du relevé « découlent de ces exigences d'homogénéité ». Il est admis maintenant qu'en région méditerranéenne, la surface du relevé varie de 100 à 300 m² en forêt, 50 à 100 m² dans les matorrals, et à quelques mètres carrés dans les pelouses (GEHU, 1987). Ceci confirme le degré de dégradation très avancé que subissent ces formations forestières méditerranéennes vue des contraintes de l'environnement.

III.3 - Abondance - dominance

Les espèces ne sont pas distribuées d'une manière identique dans le relevé. On appelle abondance la proportion relative des individus d'une espèce donnée et dominant la surface couverte par cette espèce. Les deux notions voisines sont intégrées dans un chiffre et un seul indiquant l'abondance- dominance.

Pour cela, **BRAUN-BLANQUET (1953)** a adopté une échelle qui varie de +, 1 à 5 selon le nombre d'individus dans leur recouvrement.

Coefficient + : espèces présentes, nombre d'individus et degré de recouvrement très faible ;

Coefficient 1 : Espèces peu abondantes, mais avec un degré de recouvrement faible, moins de 5%

Coefficient 2 : Espèces abondantes et recouvrement d'environ 25% de la surface

Coefficient 3 : espèces couvrant 25 à 50% de la surface

Coefficient 4 : espèces couvrant entre 50 et 70% de la surface

Coefficient 5 : espèces couvrant plus de 75% de la surface

III.4 - Coefficient de sociabilité

L'homogénéité de la distribution de chaque espèce peut être appréciée par le fait que ses représentants sont ou bien régulièrement répartis ou bien, au contraire, agglomérés dans certaines parties du relevé. Là aussi, **BRAUN-BLANQUET (1952)** a adopté une échelle qui va de 1 à 5 pour désigner le regroupement des espèces :

1. : individus isolés

2. : individus en groupe (touffes)

3. : individus en troupe

4. : individus en colonie

5. : individus en peuplement dense

Dans le cas d'un recouvrement très faible, la sociabilité correspond toujours à l'indice 1, l'espèce est alors affectée simplement du signe + traduisant à la fois le recouvrement très faible et la présence d'individus isolés.

III.5 - Recouvrement

Le recouvrement d'une espèce est défini théoriquement comme le pourcentage de la surface du sol qui serait recouverte. Le taux de recouvrement est exprimé en pourcentage.

III.6 - Fréquence

C'est un caractère analytique très souvent utile. C'est une notion statistique exprimée par le rapport : nombre de relevés n où l'espèce (x) existe, sur un nombre total de N relevés effectués. On l'exprime le plus souvent en pourcentage : **% F = $n/N \times 100$.**

DURIETZ (1920) a rangé les fréquences en cinq classes :

(voir tableaux floristiques 73, 74, 75, 76, 77, 78).

Classe I : Espèces très rares, fréquence comprise entre 0 à 20%

Classe II : Espèces rares, fréquence comprise entre 20 et 40%

Classe III : Espèces fréquentes, fréquence comprise entre 40 et 60%

Classe IV : Espèces abondantes, fréquence comprise entre 60 et 80%

Classe V : Espèces très abondantes, fréquence comprise entre 80 et 100%.

Les espèces qui ont une fréquence dans un groupe de relevés plus élevée que dans un autre, sont dites « caractéristiques de l'association végétale définie par ce groupe de relevés (**ABI SALEH, 1988**).



CHAPITRE II



Phytodiversité

Introduction

I. Composition systématique

II. Indice de perturbation

Conclusion

Introduction

La biodiversité végétale méditerranéenne est le produit, pour beaucoup, d'une utilisation traditionnelle et harmonieuse du milieu par l'homme (**QUEZEL, 1999**). L'un des premiers soucis des géobotanistes est de connaître la diversité floristique, la répartition des espèces et les unités supérieures.

La question se pose parce que l'homme agit avec une ampleur sans précédent sur la diversité du monde vivant. Dans ce contexte, un travail a été établi par **BARBERO et al (1997)** dans le but d'établir un listing des espèces afin d'expliquer et de témoigner de la richesse du pourtour méditerranéen.

La flore algérienne est caractérisée par un taux d'endémisme assez remarquable (12.6%) soit 653 espèces sur les 3139 répertoriées. On dénombre 07 espèces arborées à caractère endémique (**QUEZEL et SANTA, 1962**). Plus des trois quarts (77,9%) des taxons endémiques stricts d'Algérie ou sub-endémiques sont des plantes plus ou moins rares en Algérie, les endémiques plus ou moins communes représentent moins du quart du total (**VELA et BENHOUBOU, 2007**).

Cette dernière offre un modèle d'étude très intéressant par la diversité des paysages et la remarquable répartition de la couverture végétale conditionnée par un nombre important de facteurs écologiques.

C'est un territoire aux multiples facettes écologiques confirmées par la présence de zones de végétation, s'étendant successivement de la forêt feuillue à l'Ouest, en passant par la chênaie mixte au Nord, puis aux forêts de résineux (reboisement) et maquis de chêne vert au Nord-est.

L'étude de la végétation de la région de Tlemcen ayant fait l'objet de plusieurs publications **QUEZEL (2000)** ; **BENABADJI et BOUAZZA (1991-1995)**; **MEZIANE, (1997)**; **BOUAZZA et al. (2001)** et **MESLI-BESTAOUI (2001-2009)**, témoignent que le patrimoine végétal fait partie de la forêt méditerranéenne très riche et très diversifiée. Cependant, l'étude de l'action anthropozoogène, l'impact des changements climatiques sur la biodiversité et la répartition de cette végétation (extension ou disparition de certaines espèces) nécessite d'être poursuivie dans le future.

Dans ce chapitre, nous allons montrer que la région de Tlemcen possède une flore très diversifiée et très liée aux différents facteurs de perturbation. La végétation de la zone d'étude (les matorrals) réunit du point de vue systématique des éléments de provenances très différentes et de types biologiques divers. Elle se caractérise par une diversité de structure, de physionomie et de composition dans les strates arborées, arbustives et herbacées grâce à la variété géographique, géologique et climatique qu'offrent les deux Monts (Traras et Tlemcen).

Cette zone est composée essentiellement de *Tetraclinis articulata* et *Pistacia lentiscus*. Ce sont des espèces considérées comme essences principales de nos stations d'étude. La variété des paysages, leur répartition, mais aussi leurs différences qui restent remarquables sont conditionnées par un nombre important de facteurs écologiques.

I. Composition systématique

La formation végétale est une notion importante puisqu'elle permet d'identifier la physionomie qui a un aspect de premier ordre pour comprendre le comportement et la dynamique des divers groupements végétaux. La connaissance de la végétation passe nécessairement par l'étude des modifications et de l'architecture de la couverture végétale.

Mesurer la biodiversité, telle qu'elle a été définie à l'origine par **WILSSON et al, (1990)**, signifie compter l'ensemble des espèces présentes en un endroit donné. La végétation est donc utilisée comme le reflet fidèle des conditions stationnelles ; elle en est l'expression synthétique selon **BEGUIN et al. (1979)** et **RAMEAU, (1988)**.

DAHMANI (1997) souligne que « L'analyse de la richesse floristique des différents groupements et de leurs caractères biologiques et chronologiques permettrait de mettre en évidence leur originalité floristique, leur état de conservation et leur valeur patrimoniale ».

La nature et la composition actuelle des communautés végétales de la zone d'étude ne peuvent être comprises sans tenir compte des facteurs biotiques, abiotiques et anthropiques qui ont marqué l'évolution des divers écosystèmes propres à cette zone biogéographique.

Les flores utilisées pour l'identification des taxons récoltés sont :

- La Nouvelle Flore d'Algérie et des régions désertiques méridionales
- (**QUEZEL et SANTA, 1962-1963**),
- La flore méditerranéenne (**PACCALET, 1981**),
- La flore du Sahara (**OZENDA, 1963-1977**),
- La grande flore de France en couleurs de (**BONNIER, 1990**)
- La flore d'Algérie (**BENISTON, 1984**).
- L'herbier du laboratoire de botanique géré par le Professeur Bouazza

I.1 - Répartition des espèces par Sous – Embranchement

Nous étudierons dans cette partie la composition floristique des matorrals de la zone d'étude en tenant compte de l'appartenance des espèces aux groupes systématiques : sous-embranchement, classe, famille, ordre, genre et espèces. Il est à noter qu'il est impossible de faire une étude précise de la végétation d'une station sans identifier les plantes qui s'y trouvent et qui constituent la flore du territoire considéré.

Les plantes observées dans cette zone comptent 450 espèces dans l'ensemble des stations, Honaine (217), Fillaoucene (208), Nedroma (157), Ghazaouet (123), Beni Snous (161) et Azaïl (197). Elles appartiennent à l'embranchement des spermaphytes qui forme deux sous-embranchements des Gymnospermes et des Angiospermes avec une moyenne de (1,91%) et (98,08%) comme l'indiquent le tableau 64 des résultats (en annexes).

Les gymnospermes constituent un nombre minimum de (02) espèces dans la station de Ghazaouet, contrairement aux angiospermes qui dominent largement avec (213 espèces) dans la station de Honaine. Ces derniers constituent une moyenne de 177,16% dans toute la zone d'étude, dont les matorrals des Monts des Traras (176,25%) et les Monts de Tlemcen (179%). D'après ces résultats, les deux Monts sont caractérisés par une richesse floristique très importante.

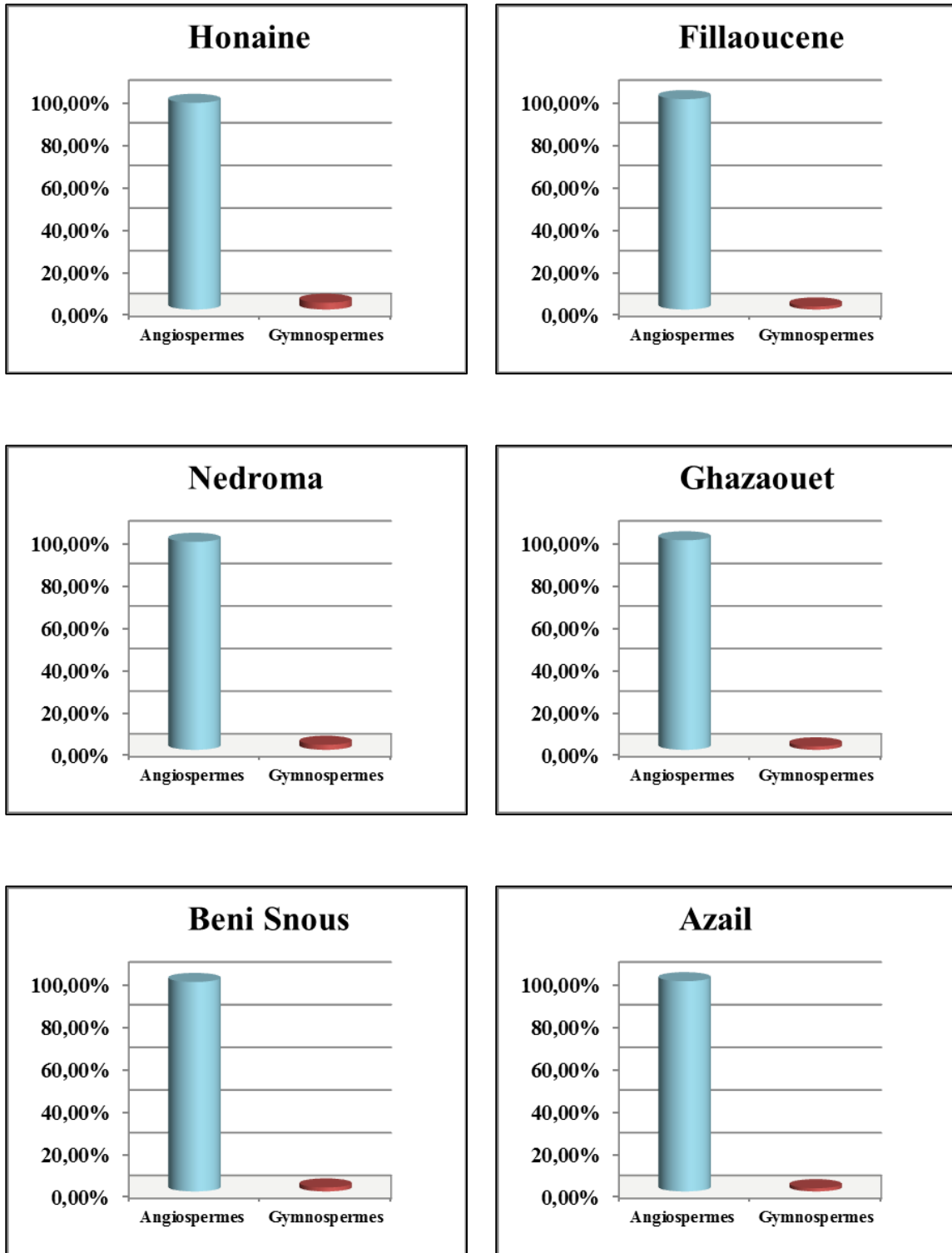


Fig. 74 : Composition de la flore par sous-embanchement

I.2 - Répartition des espèces par classe

Sur l'ensemble des espèces inventoriées, nous observons que la prédominance revient aux angiospermes et plus particulièrement aux eudicots avec un taux de 84,79 % (184 espèces) qui contiennent trois sous-classes, les gamopétales, les dialypétales et les apétales, dont les premières et les secondes, possèdent un pourcentage équitable tandis que la dernière sous-classe dispose d'un pourcentage significatif. Ces trois sous classes regroupent plusieurs familles dont de nombreuses espèces qui caractérisent les matorrals étudiés et qu'elle ne peut être expliquée que par la forte pression exercée par l'action anthropozoogène. Les Monocots sont les moins anolues avec un pourcentage de 14,75% (32 espèces) alors que la classe des Pinopsida est représentée par une seule espèce et un taux de 0,46% dans la station de Honaine.

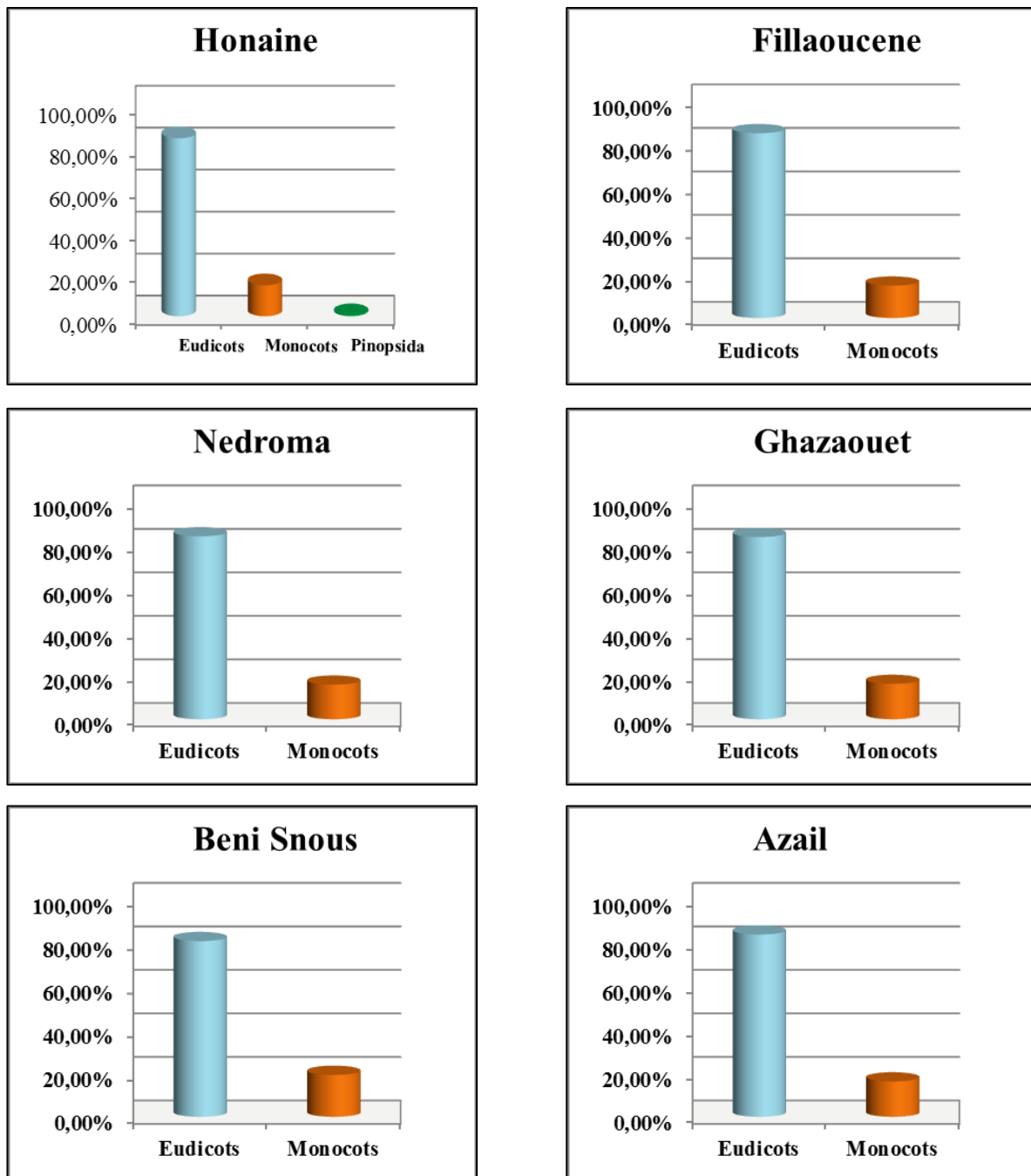


Fig. 75 : Composition de la flore par classe

I.3 - Répartition des familles, genres, ordres et espèces :

La division d'un territoire en ensembles phytogéographiques est le plus souvent basée sur des critères essentiellement floristiques (répartition des familles, genres et espèces...etc.).

La répartition générique et spécifique dans notre cas entre les familles n'est pas homogène. Les tableaux 65 et 66 de présentations de nos résultats nous montrent que les familles les mieux représentées sont les Astéracées (33), les Fabacées (33), les Lamiacées (21), les Poacées (19), les Liliacées (13), les Cistacées (11), les Apiacées (10), les Euphorbiacées (6), les Caryophyllacées (8) et les Brassicacées (7).

La dominance et la répartition de ces familles sont conditionnées par le changement climatique, le relief et la position géographique des stations. Les Asteracées sont répandues surtout dans les stations du pâturage et dans les champs cultivés, tandis que les Poacées peuplent également les forêts, les broussailles et les pâturages.

Les espèces qui composent la famille des Cistacées favorisent la propagation du feu dans les forêts, ce sont des espèces pyrophytes. Les autres familles rencontrées restent faiblement représentées dans l'ensemble de la zone malgré leur importance du point de vue de la diversité. Les pourcentages mentionnés dans le tableau 66 de la composition floristique par famille de la zone d'étude confirment en quelque sorte que la densité des groupements au cours de la période printanière de la végétation dépend de l'exposition des stations d'étude.

Les résultats obtenus montrent que dans les interactions entre la végétation, le facteur climatique et le relief jouent un rôle prépondérant dans la dynamique.

Le cortège floristique comporte le maximum des genres dans la majorité des stations, représenté par 3 à 7 espèces. Dans la station Nedroma, nous avons un pourcentage de 3,82% pour le genre *Plantago*. Pour la station de Honaine, nous avons 1,38% (*Lavandula*, *Trifolium*, *Quercus*, *Euphorbia*, *Lotus*, *Eryngium*, *Convolvulus*, *Asparagus*), alors que pour les genres peu représentés, inférieurs à 2 qui comptent une seule espèce, nous avons Honaine (136), Fillaoucene (167), Nedroma (136), Ghazaouet (110), Beni Snous (116) et Azaïls (152).

Les ordres les plus représentés dans les stations d'étude sont les Asterales au nombre moyen de (30), un taux maximum 16,87% dans la station de Honaine (33), les Lamiales (22) avec un taux de 12,89%, les rosales (25) avec un taux de 13,88% et les Personales (15) avec un taux de 8,62%. Le reste affiche des pourcentages plus ou moins faibles qui sont figurés dans le groupe des espèces peu représentées.

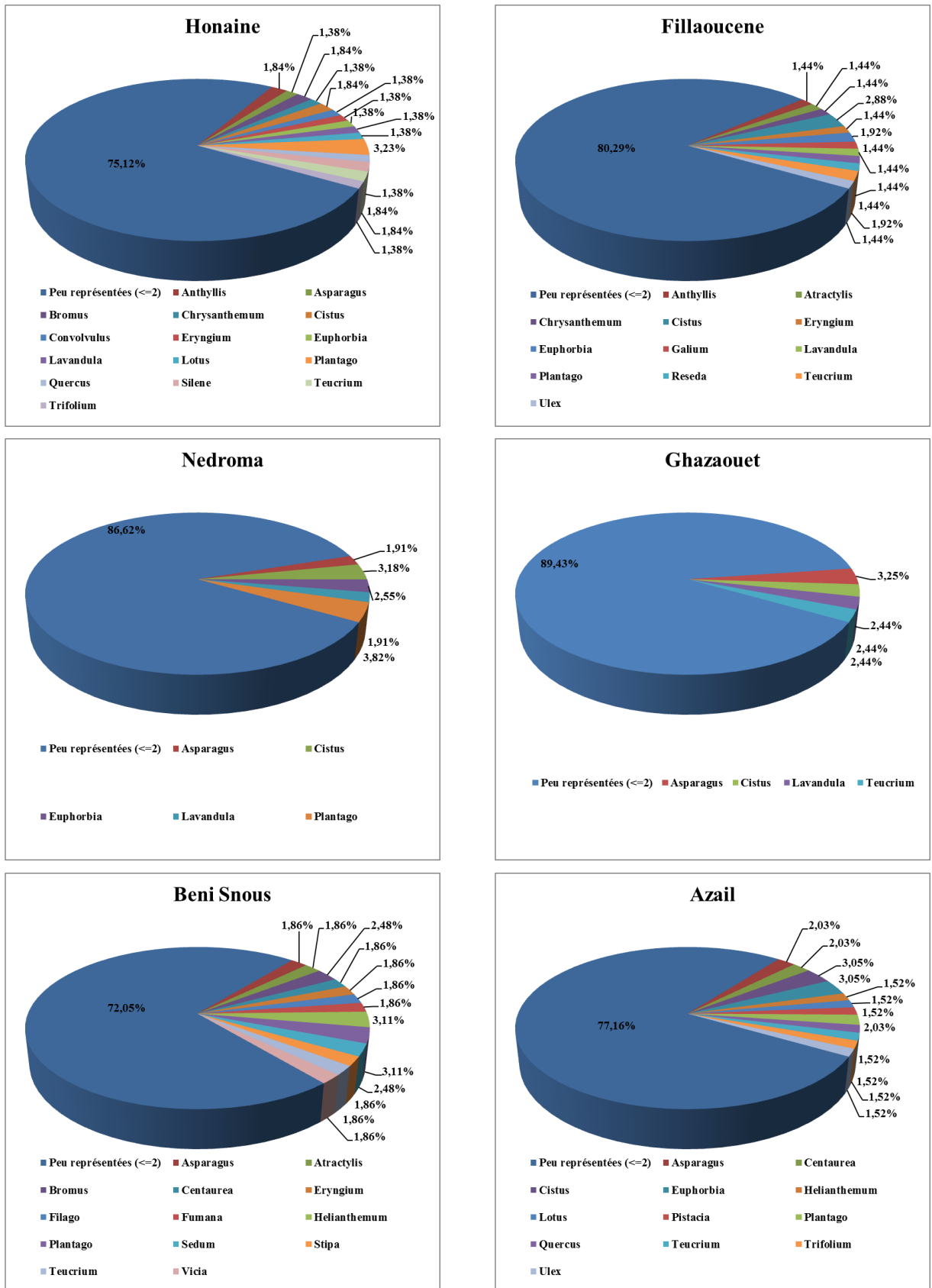


Fig. 77 : Composition de la flore par genre

I.4 - Les spectres biologiques

Le type biologique d'une plante est la résultante sur la partie végétative aérienne de tous les processus biologiques, y compris ceux qui sont modifiés par le milieu pendant la vie de la plante et ne sont plus héréditaires (**POLUNIN, 1967**).

Bien des systèmes ont été proposés pour classer ces différents types biologiques, le plus usité reste le classement du point de vue écologique de **RAUNKIAER (1934)** in **QUEZEL (1999)**.

Comme toute classification, elle permet d'établir le spectre biologique du groupement, donc de fournir un élément complémentaire à sa définition.

Le spectre biologique (**GAUSSEN et al., 1982**) est le pourcentage des divers types biologiques. Il se trouve sensiblement le même dans des régions très éloignées géographiquement ; mais, présentant une analogie des conditions de vie. **ROMANE (1987)** recommande l'utilisation des spectres biologiques en tant qu'indicateurs de la distribution des caractères morphologiques et probablement des caractères physiologiques.

En effet, la forme de la plante dépend de la façon dont elle passe la saison défavorable, l'hiver neigeux pour certaines contrées et la sécheresse pour d'autres.

L'étude réalisée au niveau des six stations présente une connaissance sur la diversité biologique, morphologique et biogéographique qui se base sur le dénombrement des espèces qui constituent le cortège floristique dans les matorrals étudiés. Pour toutes les espèces, ces spectres ont été pris en compte dans l'analyse globale.

De nombreux travaux ont été ainsi réalisés dans l'optique de mettre en évidence d'une part les relations entre la distribution des types biologiques et les facteurs de l'environnement, notamment le climat (précipitations et températures) (**RAUNKIAER, 1934**) ; **DAGET et al. (1977)**; **DAGET (1980)** ; **DANIN et ORSHAN (1990)** et d'autre part les relations entre la distribution des types biologiques et « l'altitude, la nature du substrat » (**FLORET et al., 1990**).

L'analyse du type biologique permet de nous donner des renseignements sur l'influence du milieu local sur la végétation. Ces types biologiques sont considérés comme une expérience de la stratégie d'adaptation de la flore et de la végétation aux conditions du milieu. Les cinq principaux types biologiques sont les suivants : Phanérophytes, Chamaephytes, Hémicryptophytes, Géophytes et Thérophytes.

La thérophytisation trouverait son origine dans le phénomène d'aridisation (**BARBERO et al., 1990**) ; (**SAUVAGE, 1961**) ; (**GAUSSEN, 1963**) ; (**NEGRE, 1966**) ; (**DAGET, 1980**) ; (**BARBERO et al., 1990**) ; (**AIDOUZ (1983)**) ; (**BOUAZZA et al., 2004**) et (**BENABADJI et al., 2004**). Ces derniers présentent la thérophytie comme étant une forme de résistance à la sécheresse, ainsi qu'aux fortes températures des milieux arides.

Pour l'ensemble des stations étudiées, les thérophytes présentent le taux le plus élevé (53,19%), ce qui témoigne de la forte pression anthropique et à l'envahissement des strates arborées et arbustives en favorisant l'installation de ces thérophytes.

Les tableaux 69, 70 et 71 avec les figures représentatives des stations étudiées confirment cette thérophytisation et montrent clairement que la répartition des types biologiques dans les formations végétales dans une station et même entre les stations reste hétérogène juste au niveau de la position des Phanérophytes et des Hémicryptophytes.

Contrairement les Thérophytes, Chamaephytes et les géophytes sont partout et gardent une place particulièrement et très importante, représentée par les Liliacées, les Orchidacées et les Iridacées avec un pourcentage qui reste élevé dans les matorrals de la région de Tlemcen.

- La station de **Honaine** suit le schéma : **Th > Ch > Ge > Ph > He**
- La station de **Fillaoucene** suit le schéma : **Th > Ch > Ge > He > Ph**
- La station de **Nedroma** suit le schéma : **Th > Ch > Ge > Ph > He**
- La station de **Ghazaouet** suit le schéma : **Th > Ch > Ge > Ph > He**
- La station de **Beni Snous** suit le schéma : **Th > Ch > Ge > He > Ph**
- La station de **Azaïl** suit le schéma : **Th > Ch > Ge > He > Ph**
- La zone d'étude suit le schéma : **Th > Ch > Ge > Ph > He**

Nous remarquons aussi que l'absence des nanophanérophytes est certainement liée à l'érosion intense de la région, mais, et surtout, à la puissance des vents. Ceci a été confirmé par **GANISANS** et **GUBER, 1980**.

Malgré la faible participation des espèces phanérophytes (6,98%) dans la zone d'étude où le nombre variant entre 6 à 16 espèces, celles-ci sont dominantes par leur biomasse, elles constituent ainsi les forêts, préforêts, matorrals et les broussailles.

Elles sont abondantes dans les formations végétales dans l'ensemble des stations, ce qui témoigne encore de l'existence d'une formation forestière et/ou préforestière, ce sont en général les espèces à *Quercetea ilicis*.

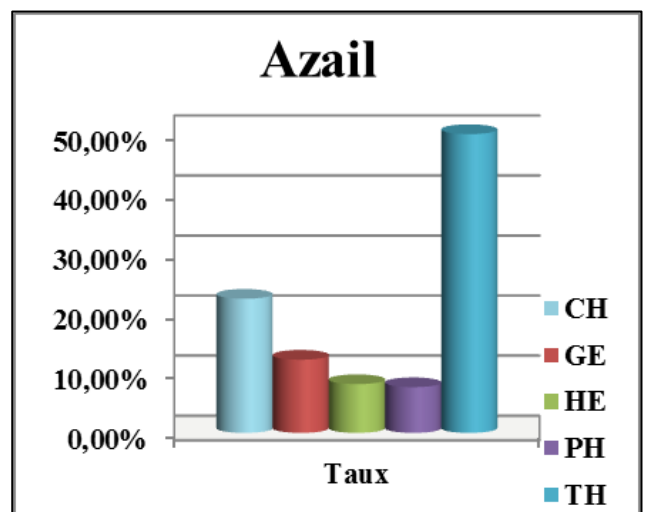
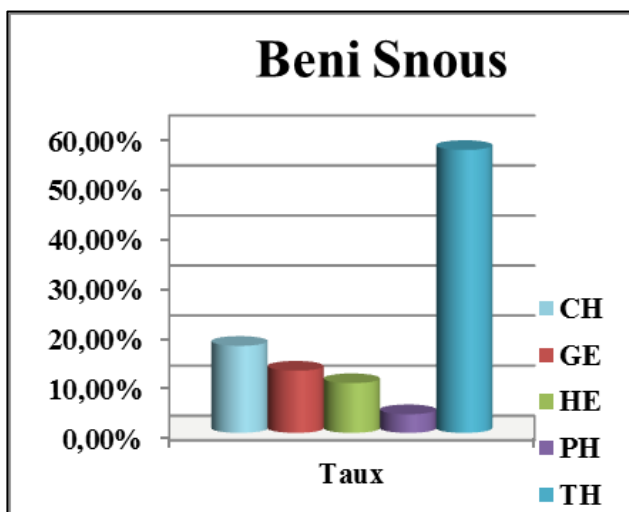
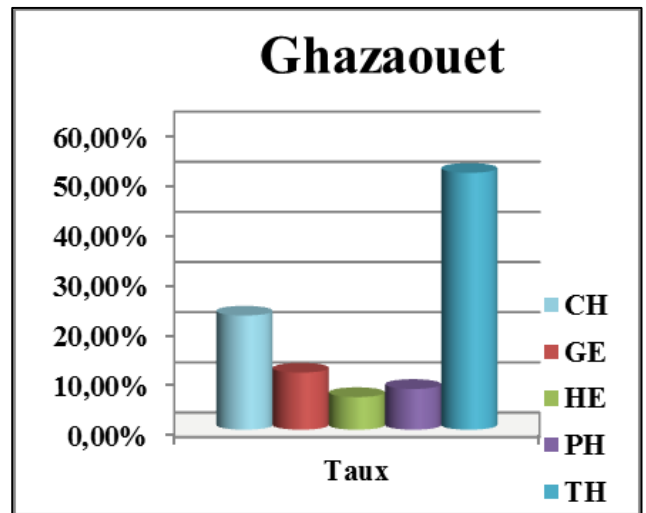
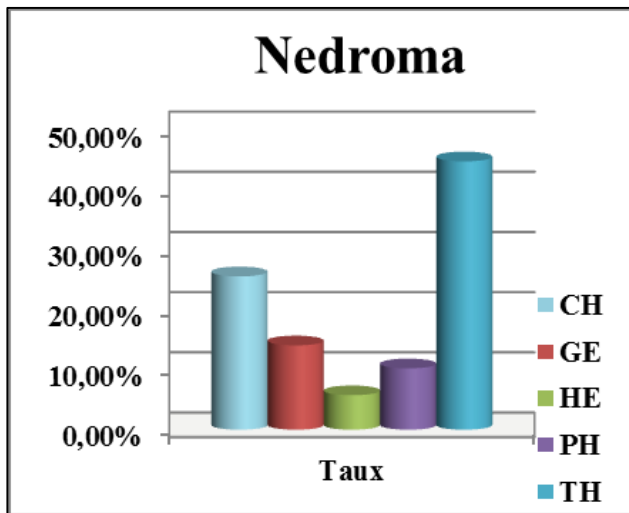
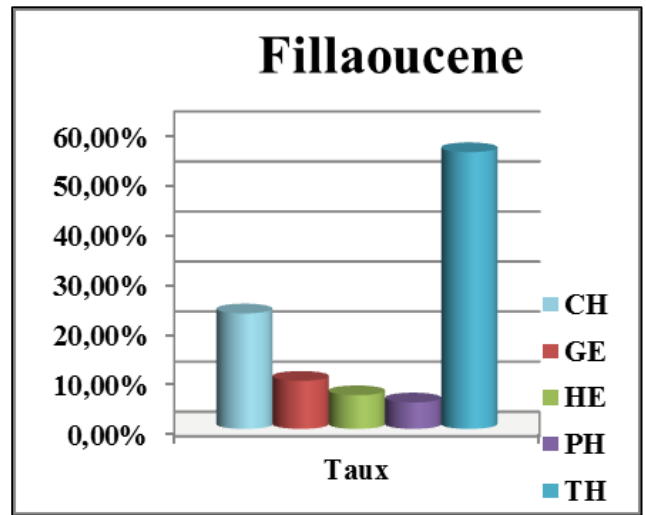
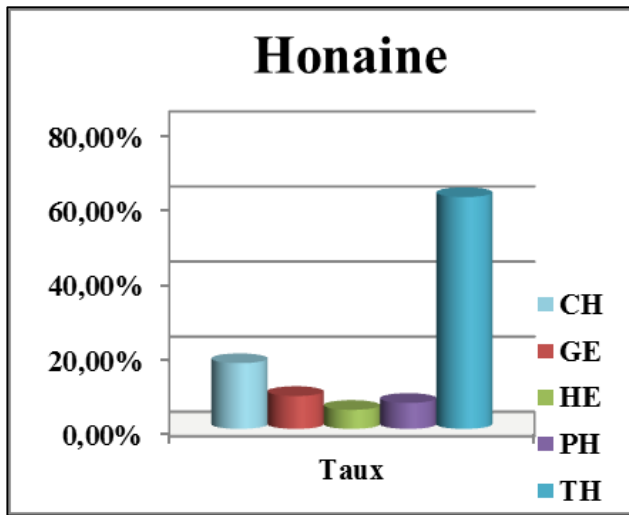


Fig. 79 : Composition de la flore par type biologique

I.5 - Les spectres morphologiques

L'anthropisation intense que continuent de subir les forêts de la région, se traduit par l'envahissement des thérophytes qui sont en général des herbacées annuelles. Ainsi, les rigueurs climatiques favorisent le développement des espèces herbacées à cycle court aux dépens des ligneux vivaces, généralement plus exigeants quant aux besoins hydriques et trophiques.

La non-régénération des plantes vivaces entraîne ainsi des modifications qui donnent des parcours non résilients, et entraîne aussi un changement dans la production potentielle et la composition botanique (**WILSON, 1986**). Le couvert végétal est dominé par trois types de végétation : les ligneux vivaces, les herbacées vivaces et les herbacées annuelles.

Du point de vue morphologique, les formations végétales sont marquées par l'hétérogénéité entre les ligneux, les herbacées et entre les vivaces et les annuelles, vu la forte dégradation qui agit sur la régénération des espèces. Nous avons la strate herbacée qui domine largement ensuite la strate arbustive et enfin la strate arborée.

Les espèces herbacées annuelles sont les plus dominantes avec un pourcentage de 48,85%, les ligneux vivaces viennent en deuxième position avec 20,28% et en troisième position nous trouvons les herbacées vivaces avec un pourcentage de 17,36%.

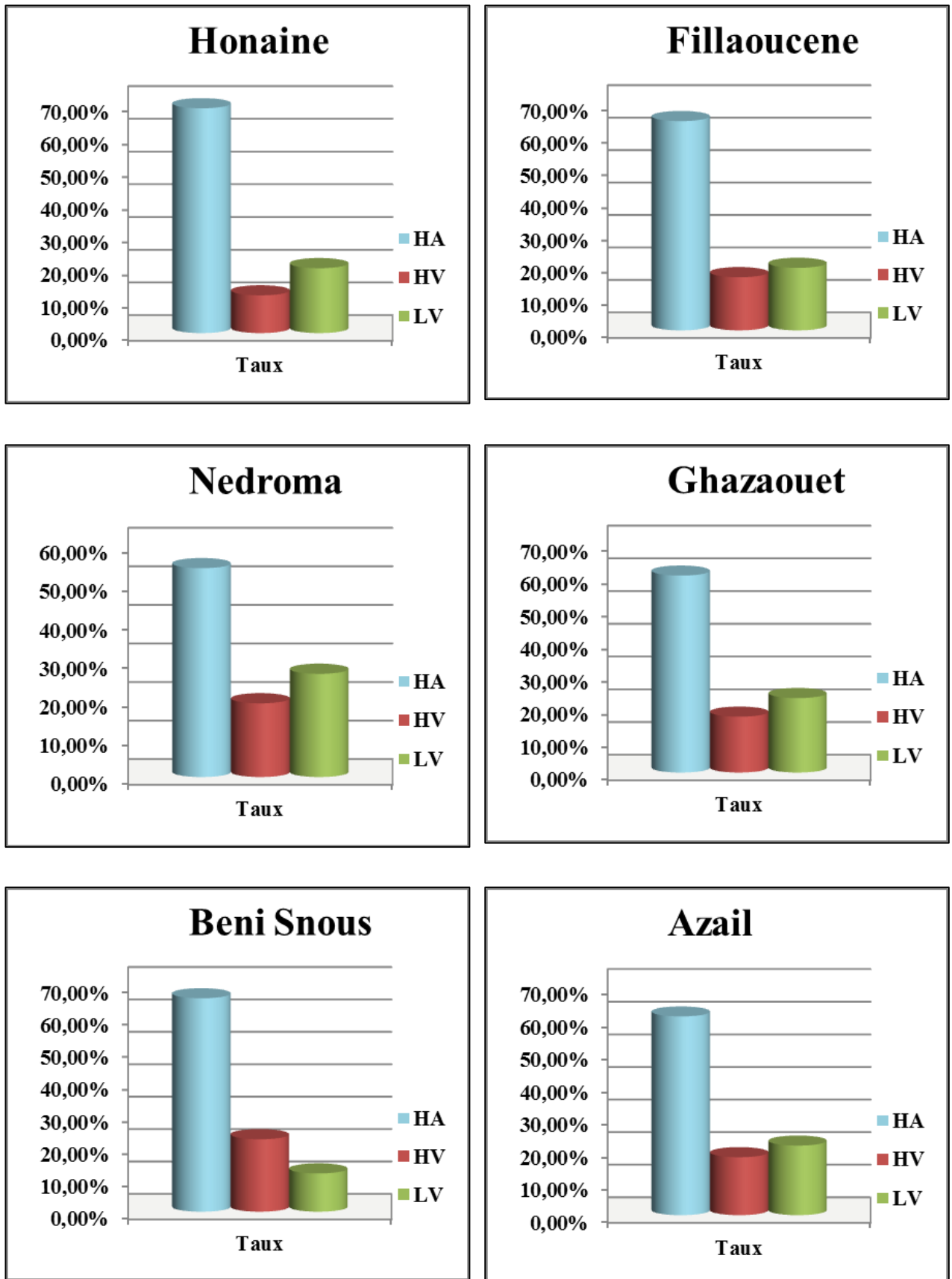


Fig. 80 : Composition de la flore par type morphologique

I.6 - Les spectres biogéographiques

L'analyse biogéographique de la flore actuelle est susceptible de fournir de précieux renseignements sur les modalités de leur mise en place dans la région d'étude, en particulier à la lumière des données paléohistoriques.

ZOHARY (1983), le premier attire l'attention des phytogéographes sur l'hétérogénéité des origines de la flore méditerranéenne.

QUEZEL (1983) explique cette importante diversité biogéographique de l'Afrique méditerranéenne par les modifications climatiques durement subies dans cette région depuis le Miocène, ce qui entraîne des migrations d'une flore tropicale.

Pour **QUEZEL (1991)**, une étude phytogéographique constitue une base essentielle à toute tentative de conservation de la biodiversité. Elle constitue également « un véritable modèle pour interpréter les phénomènes de régression (**OLIVIER *et al*, 1995**). Des subsistent pour certaines espèces de notre région qui connaissent actuellement une extension de leurs aires de répartition (les poacées, les cistacées, astéracées.

La distribution des différentes espèces échantillonnées de la zone étudiée par élément phytogéographique est très hétérogène. L'élément méditerranéen est le plus important, représenté avec une moyenne de 35,53%. Dans le tableau (71), nous allons mettre en évidence les pourcentages des éléments phytogéographiques de chaque station.

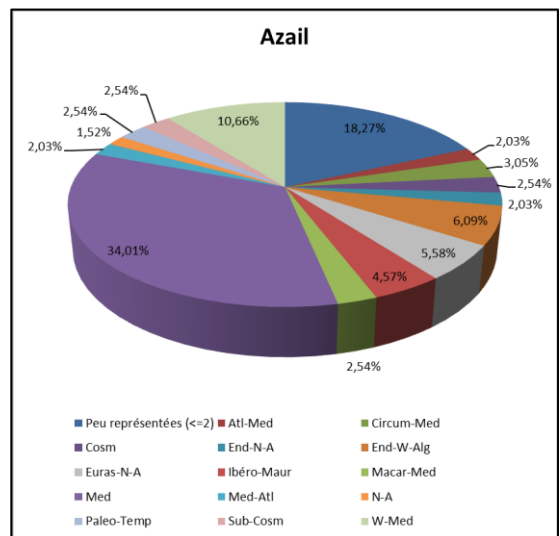
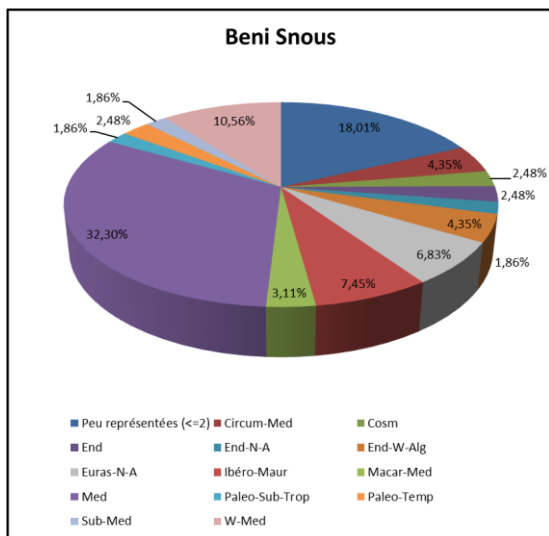
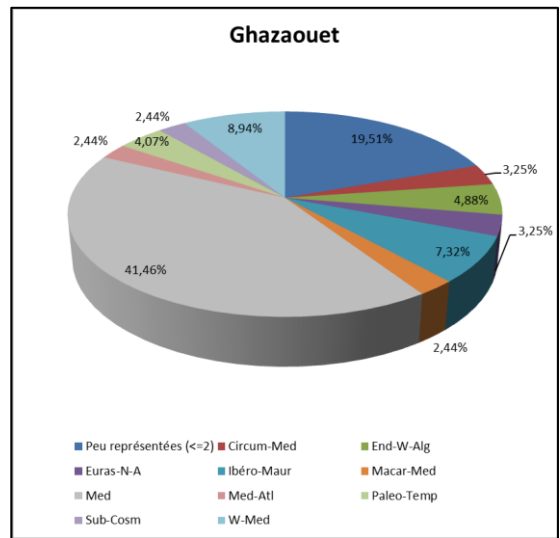
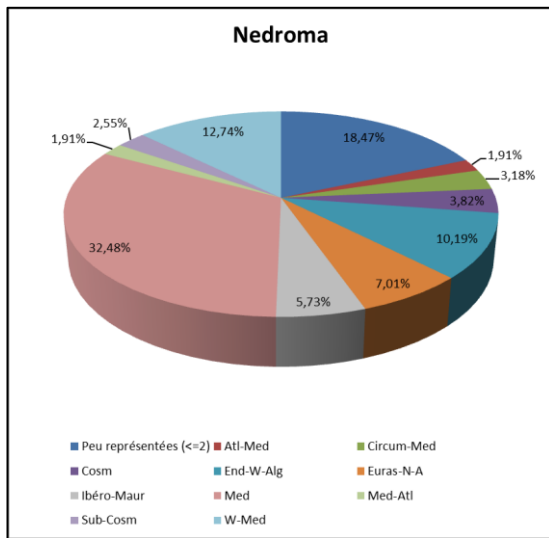
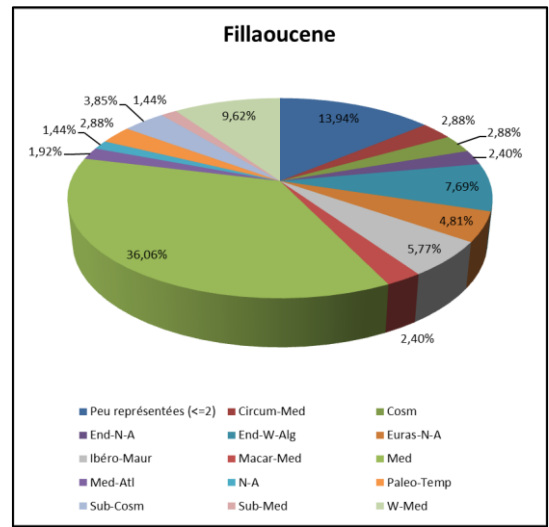
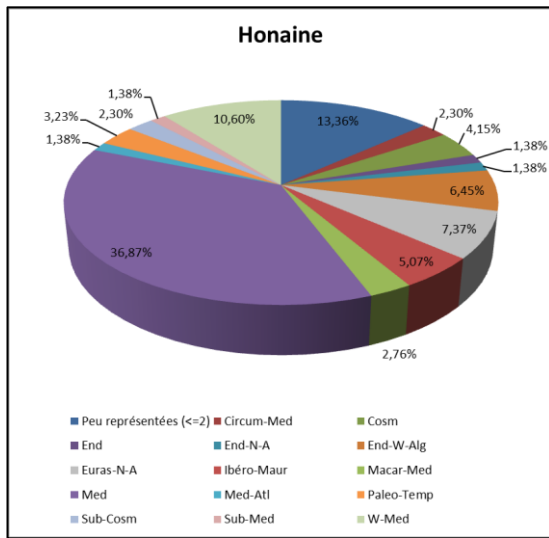


Fig. 81 : Composition de la flore par type biogéographique

I.7 - Les espèces rares ou menacées

L'étude de la flore du bassin méditerranéen présente un grand intérêt, pour la région compte tenu de la grande richesse de celle-ci, son fort taux d'endémisme, sa diversité liée à l'hétérogénéité des facteurs historiques, paléogéographiques, écologiques et géobotaniques qui la déterminent ainsi qu'à l'impact séculaire de la pression anthropique (**QUEZEL** et *al.*, (1980) ; **QUEZEL** (1983-1984-1985) et **HEYWOOD** (1995)).

La mention de l'abondance ou de la rareté dans la flore de **QUEZEL** et **SANTA** se fait par un indice unique. Cet indice possède huit niveaux, allant de « extrêmement rare » (**RRR**) à « extrêmement commun » (**CCC**).

Ils sont basés sur une évaluation subjective de la connaissance accumulée à cette époque par les auteurs, d'une part, et leurs prédécesseurs d'autre part dont toutes les observations sont rassemblées dans l'œuvre de **RENE MAIRE**. Seuls quatre niveaux seront retenus dans ce travail correspondent à une rareté plus ou moins grande : **RRR**, **RR** : très rare ; **R** : rare ; **AR** : Assez rare, et les trois autres liés au degré d'abondance : **AC** : Assez commun ; **C** : Commun, **CC**, **CCC** : Très commun.

Il y a lieu de préciser que, dans de rares cas, l'indice de rareté n'est pas mentionné, et qu'il a fallu le compléter à travers l'exploitation des données du catalogue de **FENNANE** (1988) et des indications (répartition, mais aussi écologie) et de la propre connaissance de la plante, le cas échéant.

Les résultats présentés sous forme des graphes de l'ensemble des stations étudiées sont axés sur la rareté des espèces végétales. Nous avons obtenu, les résultats qui correspondent aux quatre niveaux de la rareté plus ou moins grande : **RRR** (très très rare) avec 0,31%, **RR** (très rare) avec 3,78%, **R** (rare) avec 7,49% et **AR** (assez rare) avec un pourcentage de 5,81%.

Afin d'acquérir un maximum de données sur la structure et la dynamique des peuplements végétaux, nous avons réalisé des relevés prenant en considération les paramètres floristiques (fréquence des espèces et l'abondance-dominance) répartis en six classes (Espèces très rares, rares, fréquentes, abondantes et très abondantes) sur six stations différentes (Honaine, Fillaoucene, Nedroma, Ghazaouet, Beni Snous et Azaïl).

La Synthèse des intervalles des fréquences de ces classes montre que les moyennes des espèces très rares (67,37%), espèces rares (20,58%), espèces fréquentes (8,15%), espèces abondantes (2,52%) et espèces très abondantes (1,28%). Parmi les espèces caractéristiques de ces stations, nous retrouvons : *Scorpiurus muricatus* L. (**RR**), *Sedum acre* L. (**AR**), *Senecio gallicus* L. (**RR**), *Teucrium polium* L. (**R**), *Ulex boivini* Webb. (**R**), *Agropyron repens* L. (**RR**), *Agrostis elegans* Thor. (**R**), *Ajuga chamaepitys* (L.) Schreber. (**AR**), *Brassica nigra* (L.) Webb. Da. Ja. Koch. (**R**), *Calystegia soldanella* (L.) Br. (**RR**), *Campanula rapunculus* L. (**R**), *Centaurea pungens* Pomel. (**RR**), *Helianthemum helianthemoides* (Desf.) Gross. (**RRR**), *Hordeum murinum* L. (**AR**), *Urginea maritima* (L.) Baker. (**AC**), *Verbascum sinuatum* L. (**CC**), *Valerianella coronata* L. (**C**), *Sonchus oleraceus* L. (**CCC**)...etc.

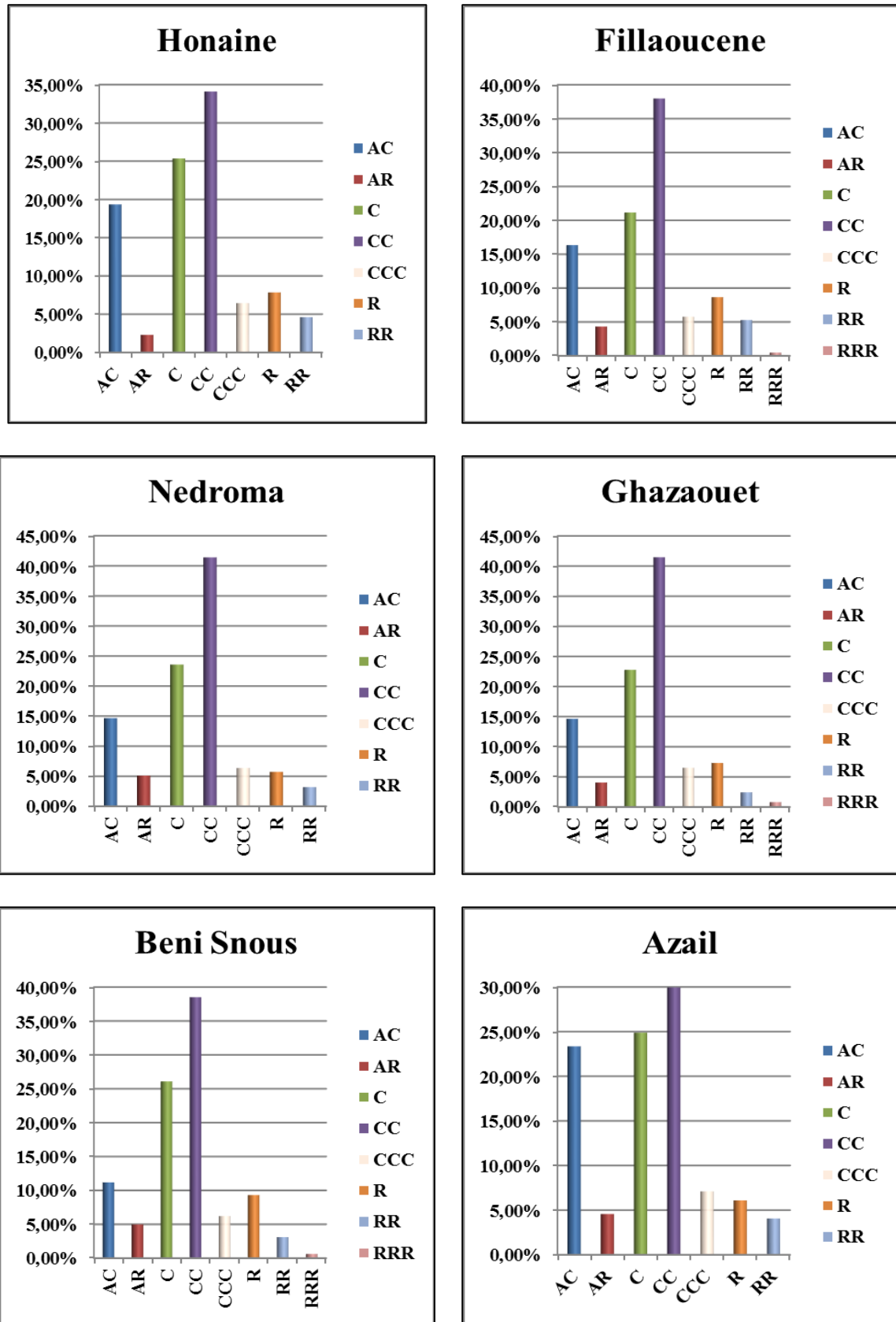


Fig. 82 : Composition de la flore par rareté



Convolvulus altheoides L.
(CC)



Scorpiurus muricatus L. (RR)



Sedum acre L.
(AR)



Teucrium polium L.
(R)



Cistus ladaniferus L.
(AC)



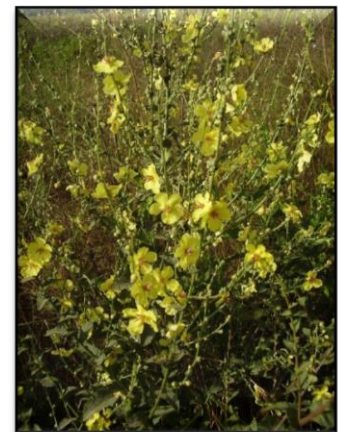
Anchusa azurea Mill.
(CC)



Agropyron repens L.
(RR)



Urginea maritima L.
(AC)



Verbascum sinuatum L. (CC)



Calendula arvensis L.
(CCC)



Echium vulgare L.
(C)



Hordeum murinum L.
(AR)

Photo 5 : Quelques espèces végétales de la zone d'étude

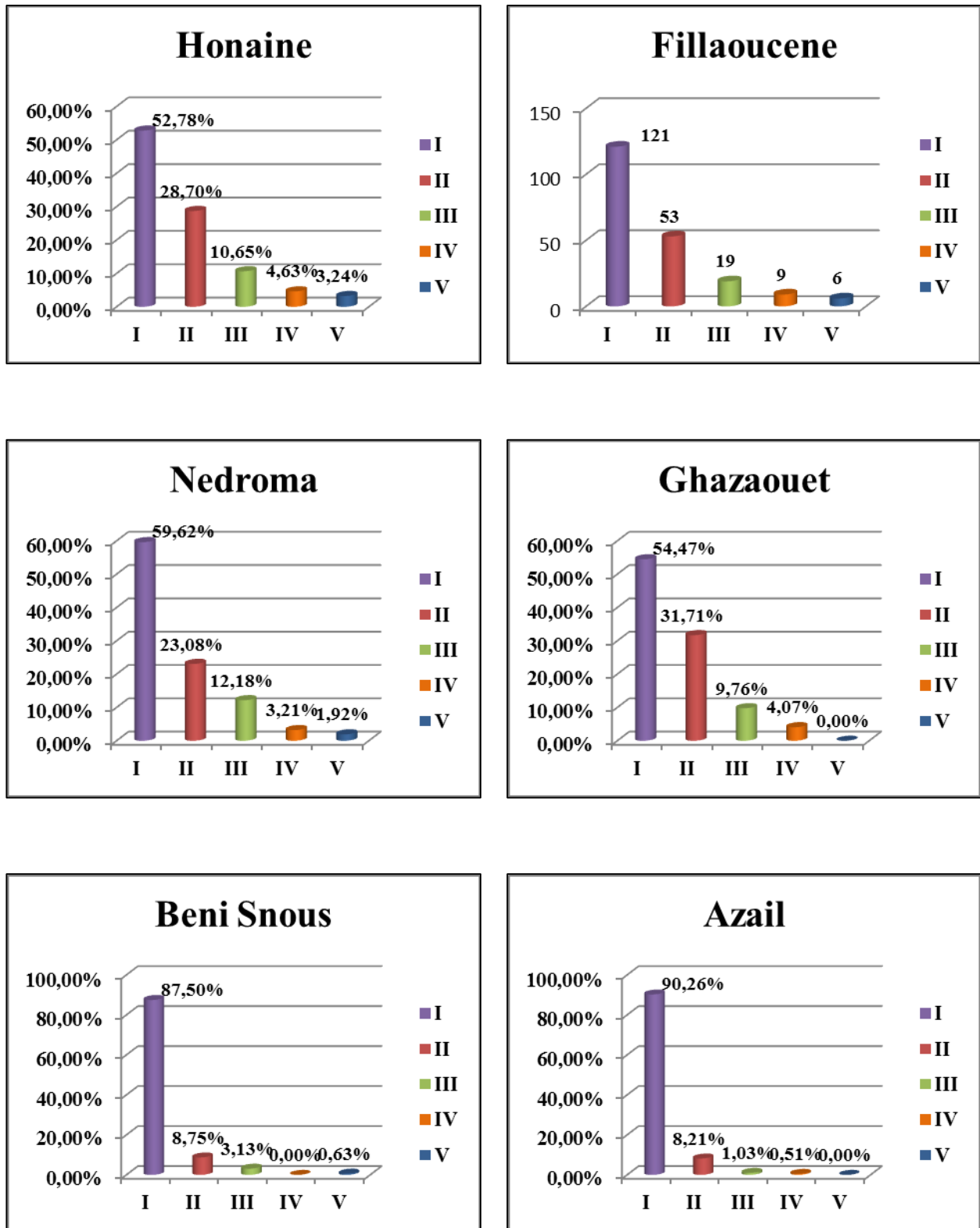


Fig. 83 : Les fréquences de végétation de la zone d'étude

II. Indice de perturbation

L'importance de l'indice de perturbation est proportionnelle à la dominance des thérophytes qui trouvent ici le milieu favorable pour leur développement, ce qui reflète aussi un milieu plus ouvert. Cet indice montre la thérophytisation de la zone suite à une steppisation qui est considérée comme le stade ultime de la dégradation des différents écosystèmes avec la dominance des espèces sub-nitrophiles liées aux surpâturages (**BARBERO et al, 1990**). **LOISEL et al** en **1993** confirme que le calcul de l'indice de perturbation permet de quantifier cette thérophysation d'un milieu.

Il est exprimé par la formule suivante :

$$I_p = \frac{\text{Nombre de chamaephytes} + \text{Nombre de thérophytes}}{\text{Nombre total d'espèces rencontrées}}$$

Pour l'ensemble des stations, cet indice reste élevé par rapport aux résultats d'**EL- HAMROUNI (1992)** en Tunisie où il a obtenu 70% comme valeur forte.

Dans ce contexte, **BARBERO et al (1990)** signalent que ces perturbations causées par l'homme et ses troupeaux sont nombreuses et correspondent à deux situations de plus en plus sévères allant de la matorralisation jusqu'à la désertisation passant par la steppisation. L'origine de l'extension de ces types biologiques est due principalement à l'adaptation à la contrainte du froid hivernal (**RAUNKIAER, 1934** et **OZENDA, 1963**), la sécheresse estivale (**DAGET, 1980**) ou aux perturbations du milieu par les pâturages et les cultures (**NEGRE, 1966**).

Les chamaephytes et les thérophytes sont les types biologiques qui dominent dans la région. Ceci montre la forte pression anthropozoogène que subissent les formations végétales. Pour notre cas, l'indice de perturbation étant de l'ordre de 45 % pour toute la zone étudiée ; ceci montre nettement la forte dégradation engendrée par l'action de l'homme qui est nettement visible (défrichage, urbanisation, pâturage et incendie) que subissent les formations végétales et notamment au niveau de nos forêts.

Conclusion

L'étude floristique de la région de Tlemcen montre une phytodiversité assez élevée, influencée par de nombreuses contraintes écologiques. D'après **HELLAL (1988)**, la sécheresse et le prélèvement des espèces palatables engendrent une phytodynamique régressive.

L'étude de l'espèce *Tetraclinis articulata* nous a permis d'apprécier les réponses diverses vis-à-vis des conditions climatique avec la suite d'une étude phytoécologique évolutive des matorrals à Tetralinaies dans la région de Tlemcen notamment les Monts des Traras qui présente l'aire de répartition de cette espèce sur une base phytosociologique et phytoécologique.

La station de Honaïne qui relève de l'étage thermoméditerranéen, sous l'effet des nombreux facteurs de dégradation, a cédé la place à des formations préforestières et de matorrals à base d'espèces arbustives et herbacées.

La couverture végétale est formée surtout par des espèces appartenant aux familles des Astéracées, Liliacées, Apiacées, Poacées, Cistacées et par des reliques forestières et des pelouses reconnues pour leur résistance à la rigueur des conditions climatiques comme l'indiquent **KILLIAN (1954)**, **LEMEE (1953)** et **QUEZEL (1999)**.

Cette évolution régressive s'est traduite par une réduction de la densité du thuya, ce qui a donné lieu à l'apparition de matorrals à *Pistacia lentiscus*, *Cistus salviifolius*, *Halimium halimifolium*,...etc.

Les modes d'extinction de la phytodiversité actuellement développée comportent de grosses incertitudes mais tout convergent sur une érosion phytogénétique quelque soient les modèles économiques. La dynamique phytoécologique est également abordée et permet d'identifier trois faciès avec ses caractéristiques floristiques et édaphiques.

Les résultats obtenus confirment le risque de régression de cette formation végétale dans les Matorrals des monts des Traras et de Tlemcen.

L'objectif de l'étude est donc de mettre en balance ces différents facteurs afin de mieux comprendre en quoi ils interviennent dans la structuration et l'évolution de cette végétation.

Autrement dit, essayer de dégager les grandes structures actuelles de végétation nos stations d'étude (Honaïne, Ghazaouet, Nedroma, Fillaoucen, Beni Snous et Azail) vu l'importance de ces dernières à l'égard des problèmes posés sur la conservation et l'utilisation de ces milieux.

Par la synthèse des principaux résultats, nous avons voulu souligner l'intérêt des relations entre le milieu climatique et édaphique, les structures de végétation et leur hétérogénéité spatio-temporelle pour la compréhension des systèmes écologiques et l'élaboration de stratégie de conservation de leurs potentialités et de leur biodiversité.

La conservation du patrimoine naturel de la région étudiée demeure une action primordiale afin de préserver la biodiversité végétale contre une régression pouvant devenir dans un proche avenir irréversible.

Plusieurs de ces travaux réalisés dans ces écosystèmes ont souligné la grande richesse floristique de ces milieux et ont mis en évidence une panoplie d'espèces endémiques ou/et rares qui doivent être placées dans les priorités de conservation. Ils ont également évoqué l'état de dégradation avancé de ces écosystèmes naturels qui est attribué essentiellement à l'action combinée de l'homme et de ses animaux (surpâturage).

L'anthropisation intense que subissent ces formations végétales dans la zone d'étude se traduit par un envahissement des thérophytes principalement. À partir des résultats obtenus, nous pouvons conclure que l'ensemble des formations étudiées se caractérise par une dominance des thérophytes.

En effet, les formations végétales à couvert phanérophytique dominant présentent le plus faible recouvrement de thérophytes, alors que pour celles pour lesquelles le taux des phanérophytes est négligeable, le recouvrement des thérophytes est nettement plus élevé.

Du point de vue 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. Les espèces herbacées annuelles sont les dominantes. Du point de vue phytogéographique, l'élément méditerranéen est le plus dominant.

On remarque aussi que la proportion des strates arborées diminue tandis que les strates herbacées annuelles s'accroissent.

Le calcul de l'indice de perturbation est proportionnel à la dominance des espèces thérophytiques dans l'ensemble des stations étudiées, liée à l'envahissement de ces espèces annuelles, disséminées par les troupeaux dans toute la zone d'étude. Cette situation est appelée à s'aggraver et le reste des espèces risque de disparaître dans un proche avenir.

PARTIE V



Statistiques et Cartographie

CHAPITRE I



TRAITEMENT ET ANALYSE FACTORIELLE (AFC)

Introduction

I. Analyse floristique par l'AFC

II. Résultats et interprétation

III. Dendrogramme

Conclusion

Introduction

La végétation des monts des Traras dans son ensemble offre un paysage botanique excentrique et très diversifié, lié strictement aux circonstances du climat, du sol et du relief.

L'analyse phytoécologique permet de préciser l'effet des facteurs écologiques qui sont aussi très variés (variation bioclimatique, action anthropozoogène) sur la dispersion, le développement, l'abondance et l'agencement des espèces végétales. En effet, la répartition et la structure des groupements à *Tetraclinis articulata*, entretenaient des relations étroites avec l'environnement écologique.

À partir des données floristiques de différents faciès de végétation, il est possible de mettre en évidence dans l'espace factoriel des successions de groupements végétaux en relation avec les grands gradients écologiques (**BONIN., GAMISANS et GRUBER., 1983**).

Cette partie du travail présente l'approche globale qui porte principalement sur le traitement statistique des tableaux de relevés floristiques afin d'appréhender la dynamique des groupements végétaux et de mettre en évidence des gradients écologiques par le biais d'analyses statistiques multivariées.

D'après **DAGET et POISSONET (1978)**, l'observation du graphique peut donner une idée sur l'interprétation des facteurs et montrer quelles variables sont responsables de la proximité entre telle ou telle observation.

GUINOCHET (1973) souligne que l'A.F.C se trouve être de loin la mieux adaptée aux problèmes phytosociologiques ; elle regroupe des sous-ensembles dont les éléments se ressemblent et elle s'applique au cas où deux ou plusieurs ensembles se trouvent en relation, quelles que soient leurs natures.

Apparue il y a plus d'une vingtaine d'années, l'analyse factorielle des correspondances est de nos jours, couramment 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'élaboration des groupes écologiques dépend, d'une façon déterminante, de l'échelle d'observation et de l'échantillonnage (**GUILLERM et al, 1975**).

I. Analyse floristique par l'AFC

I.1 - Objectifs

À travers cette étude, notre objectif est d'essayer de comprendre la structure des peuplements à Tetraclinaies, de décrire (en particulier sous forme graphique) le maximum d'informations contenues dans un tableau de données, croisant des variables et des individus (relevés et espèces) et visualiser la structure générale des données avec un minimum de perte de ces informations dans un espace à (N) dimensions (**RAMADE, 1984**).

Nous avons procédé en plusieurs étapes :

* Rechercher les principaux facteurs écologiques responsables de la répartition et de la composition de la végétation afin de donner une signification écologique aux axes factoriels par le biais de la contribution relative et des corrélations.

* Individualiser les groupements végétaux et leurs faciès de dégradation par la méthode du dendrogramme ou CHA qui permet de représenter les relevés ayant une ressemblance mutuelle.

Elle permet aussi de rechercher les affinités qui existent entre les espèces et/ou les relevés et, de traiter conjointement les variables floristiques avec les variables écologiques pour obtenir à la fois la représentation spatiale des relevés en fonction des espèces et des espèces en fonction des relevés (**DJEBAILI, 1984**).

Selon **CIBOIS (1983)**, cette analyse traite des tableaux de nombres ; elle remplace un tableau difficile à lire, par un autre plus simple, tout en ayant une bonne approximation de celui-ci. Elle est utilisée depuis longtemps en phytosociologie et en phytoécologie.

C'est l'une des meilleures techniques d'ordination, elle se propose, à partir d'un tableau des données initiales, de regrouper les relevés proches par leur composition floristique, les espèces présentes dans les mêmes milieux, de rechercher leur signification écologique puis de lier la présence de tel groupe d'espèces à tel type de station (**BERTHELOT, 1997**). Utilisant l'AFC, nous avons pu étudier:

- L'analyse des espèces à fortes contributions dans les AFC sur les facteurs écologiques de la diversité du tapis végétal,
- La dynamique de végétation et la nature de son évolution dans le milieu d'étude,
- L'individualisation des ensembles de relevés qui présentent les mêmes affinités, c'est-à-dire de préciser les structures de végétation différenciées au niveau de ces peuplements.

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

- Résumer les informations contenues dans un fichier de données non quantitatives; il s'agit de déterminer quelles sont les espèces les plus corrélées entre elles,
- Fournir une représentation graphique, permettant une interprétation facile des résultats.

Afin de répondre aux attentes concernant la distribution des espèces végétales en fonction des différents facteurs écologiques et anthropiques, nous développerons successivement la méthodologie, les résultats et les interprétations avec les cartes factorielles des espèces végétales.

I.2 - Méthodologie

L'utilisation de l'analyse statistique multidimensionnelle permet d'établir des corrélations entre les paramètres stationnels floristiques et/ou édaphiques (localisation, altitude, exposition, taux de recouvrement, substrat, pente...etc.), en s'affranchissant du caractère plus ou moins

arbitraire des méthodes faisant intervenir des taxons dits caractéristiques (**DAGNELIE, 1965** et **CORDIER, 1965**).

L'utilisation de cette méthode d'analyse comparant les échantillons a conduit à une hiérarchisation des facteurs écologiques déterminants la diversité des formations végétales à matorral dans le littoral de la région de Tlemcen. Pour ce faire, les analyses factorielles étudient l'inertie du nuage de points ayant pour coordonnées les valeurs présentes sur les lignes du tableau de données. Un des caractères originaux de cette méthode réside dans la pondération des « distances » entre les éléments par la masse des objets et des variables.

Pour rechercher l'homogénéité de la végétation et identifier les éventuels groupements végétaux, l'approche par l'Analyse Factorielle des Correspondances a été utilisée à l'aide du logiciel « Minitab 16 ». L'ensemble des données est combiné dans un tableau à double entrée (avec les espèces en lignes et les relevés en colonnes), caractérisée par leur coefficient d'abondance-dominance.

Chaque espèce est affectée de deux indices (**A.F.C** et **C.A.H**), le premier concerne l'abondance-dominance, le second la sociabilité et permet d'élaborer des groupements de relevés et d'espèces afin de faciliter l'interprétation des contributions de l'analyse factorielle des correspondances.

Ce genre de traitement est un outil qui peut nous aider à déterminer quelques facteurs écologiques qui régissent la composition floristique accompagnatrice de *Tetraclinis articulata*. Pour notre cas, il concernera les Monts des Traras. Les analyses ont porté sur 50 relevés pour chaque station (Honaine, Ghazaouet, Fillaoucene, Nedroma). La surface du relevé doit être égale au moins à l'aire minimale contenant la quasi-totalité des espèces présentes. Cette technique a été réalisée sur une matrice en absence et présence de 329 espèces pour 200 relevés effectués dans la zone d'étude.

Ces relevés ont été disposés sur un tableau avec les espèces en « lignes » et les relevés en « colonnes ». Le coefficient d'abondance-dominance étant le seul exploitable dans ce type de traitement alors que celui de sociabilité n'a pas été pris en considération. Ils ont été numérotés selon leur ordre chronologique d'exécution et les taxons codés selon les deux premières lettres du genre et de l'espèce avec un chiffre (*Tetraclinis articulata* « TA01 », *Lavandula dentata* « LD01 », *Convolvulus altheoides* « CA05 »). Pour le traitement des données nous avons transcrit les tableaux des relevées en annexe en matrice codée, l'indice d'abondance des espèces a été remplacé par un indice de présence /absence soit une valeur de « 1 ou 0 » dans la mesure où l'objectif était la discrimination et la caractérisation d'unités à valeur de syntaxons.

Le nuage de « points lignes » ou de « points colonnes » s'étire le long d'une direction privilégiée correspondant à l'axe factoriel. Chaque axe factoriel est caractérisé par une valeur propre traduisant l'inertie du nuage de points le long de l'axe.

La classification ascendante hiérarchique fournit un ensemble de classes de moins en moins fines obtenues par regroupement successif de parties (**BERT, 1992**). Cette technique permet

d'élaborer des groupements de relevés et/ou des espèces d'un ensemble par similitude, afin de faciliter l'interprétation des contributions de l'A.F.C.

Cependant, la représentation graphique ne s'effectue généralement que sur les deux premiers axes factoriels les plus explicatifs de la structure du nuage de points ; l'analyse devient inutile à partir de troisième axe, car les valeurs propres deviennent moins significatives.

Notons que les dendrogrammes ou CAH utilisent les distances entre les espèces lors de la formation de groupes. Trois plans principaux ont été retenus pour cette analyse.

Le dendrogramme des traitements statistiques, faisant apparaître trois groupes d'espèces ainsi que les étapes de fusion sous forme d'arborescence, a également été réalisé afin de mettre en évidence les corrélations pouvant exister entre les espèces.

Elle consiste également à distinguer les espèces caractéristiques de ces groupes ou associations, de les décrire afin de comprendre les conditions écologiques dans lesquels ils se développent, de dégager leurs potentialités et leur dynamique. L'application de ces méthodes a permis d'obtenir les résultats que nous présenterons dans ce qui suit, accompagnés des interprétations.

L'analyse factorielle des correspondances permettra la mise en évidence des gradients écologiques et elle fournit une représentation graphique du nuage des points projetés dans les plans factoriels formés deux à deux, appelés diagramme ou carte factorielle. Elle extrait aussi les axes principaux ou facteurs qui sont caractérisés par :

Leur valeur propre qui exprime l'inertie du nuage le long de l'axe.

Le taux d'inertie par rapport à l'inertie totale du nuage.

Une grande partie des espèces se concentre sur l'axe central et forme un noyau sur les différents plans factoriels. Seuls les taxons qui se situent de part et d'autre, c'est-à-dire aux extrémités des espaces factoriels sont pris en considération dans l'interprétation.

II. Résultats et interprétation

Nous pouvons à priori retenir l'idée que les structures floristiques organisées dans la zone d'étude à grande échelle ne présentent pas une très forte hétérogénéité.

II.1 - Interprétation et signification écologique des axes

L'analyse est effectuée sur les plans habituellement retenus (2-1 et 3-1), car possédant le grand pouvoir discriminant de fortes valeurs propres et un fort pourcentage d'inertie. Les pourcentages d'inertie associés aux axes permettent d'évaluer le nombre d'axes à prendre en considération. En outre, les valeurs propres à partir du deuxième axe sont relativement les mêmes, ce qui indique que l'information qu'il exprime est sensiblement la même et le taux d'inertie reste voisin à partir du troisième axe factoriel.

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

Les coordonnées des points (espèces) sont données pour chacun des axes factoriels, après projection des nuages de points obtenus (voir tableaux 79 en annexes).

L'interprétation des taux d'inertie des trois premiers axes qui sont respectivement de 57% a été portée sur les deux premiers axes factoriels du fait que le taux d'inertie du troisième axe est inférieur à 10% et les nuages sont donc très mal structurés dans le plan factoriel. Alors que les valeurs propres des deux premiers axes (1 et 2) sont respectivement de 0,19 (axe1), 0,05 (axe2) et 0,04 (axe3), la première valeur propre est supérieure à celle des autres axes. Les cartes factorielles montrent une distribution des espèces en un nuage de points sans discontinuité apparente.

L'examen des valeurs propres de la matrice de base montre des valeurs factorielles avec une valeur propre >0.50 ceci signifie qu'il y a une dichotomie au niveau des données (**BENZECRI 1980**).

Voici d'abord les valeurs propres et les pourcentages d'inertie relatifs aux axes.

II.1.1 - Signification écologique de l'axe 1

La première valeur propre du premier axe, dépassant 18,427 traduit plutôt un gradient le long de l'axe. Cette première valeur propre est supérieure à celle des axes du rang inférieur avec un taux d'inertie de 0,123%. Ceci montre que le premier axe résume le maximum d'informations et témoigne d'une structuration hétérogène du nuage.

Le plan factoriel des espèces de la zone d'étude regroupe 110 espèces du côté positif alors que le côté négatif en rassemble 219 (tableau 80 en annexes). Nous allons tenter de mettre en évidence les facteurs écologiques qui agissent sur la distribution des végétaux et des groupements qui le constituent. Ces groupements apparaissent sous forme de nuage de points dont les directions expriment les facteurs du milieu.

L'axe 1 réunit dans sa partie positive les espèces préforestières caractéristiques du littoral comme le *Tetraclinis articulata*, *Pistacia lentiscus*, *Lavandula dentata*, *Hordeum murinum*, *Chamaerops humilis subsp argénte*, *Calycotome villosa subsp intermedia*, *Lavandula multifida*, *Bromus rubens subsp eu Rubens* et *Lavandula stoechas* dans différentes étapes de dégradation et, dans sa partie négative des formations à matorrals arborés, arbustifs et herbacées à des stades dégradés.

L'évolution progressive de la période de sécheresse ces dernières décennies impose à la végétation une forte évapotranspiration et, modifie le paysage en imposant une végétation xérophile qui s'adapte aux conditions du milieu et qui caractérise spécifiquement la végétation du littoral.

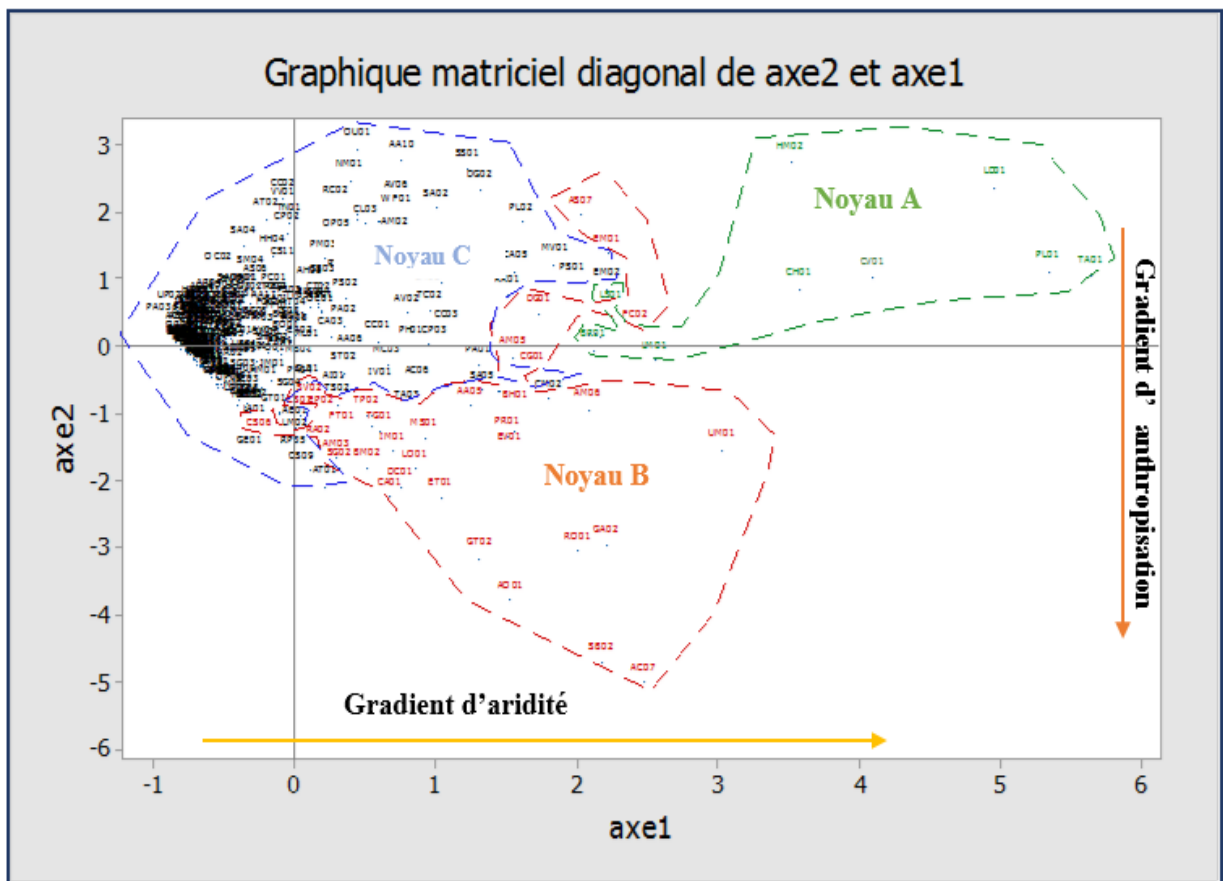


Fig. 84 : Plan factoriel des espèces de la zone d'étude (axe1-axe2)

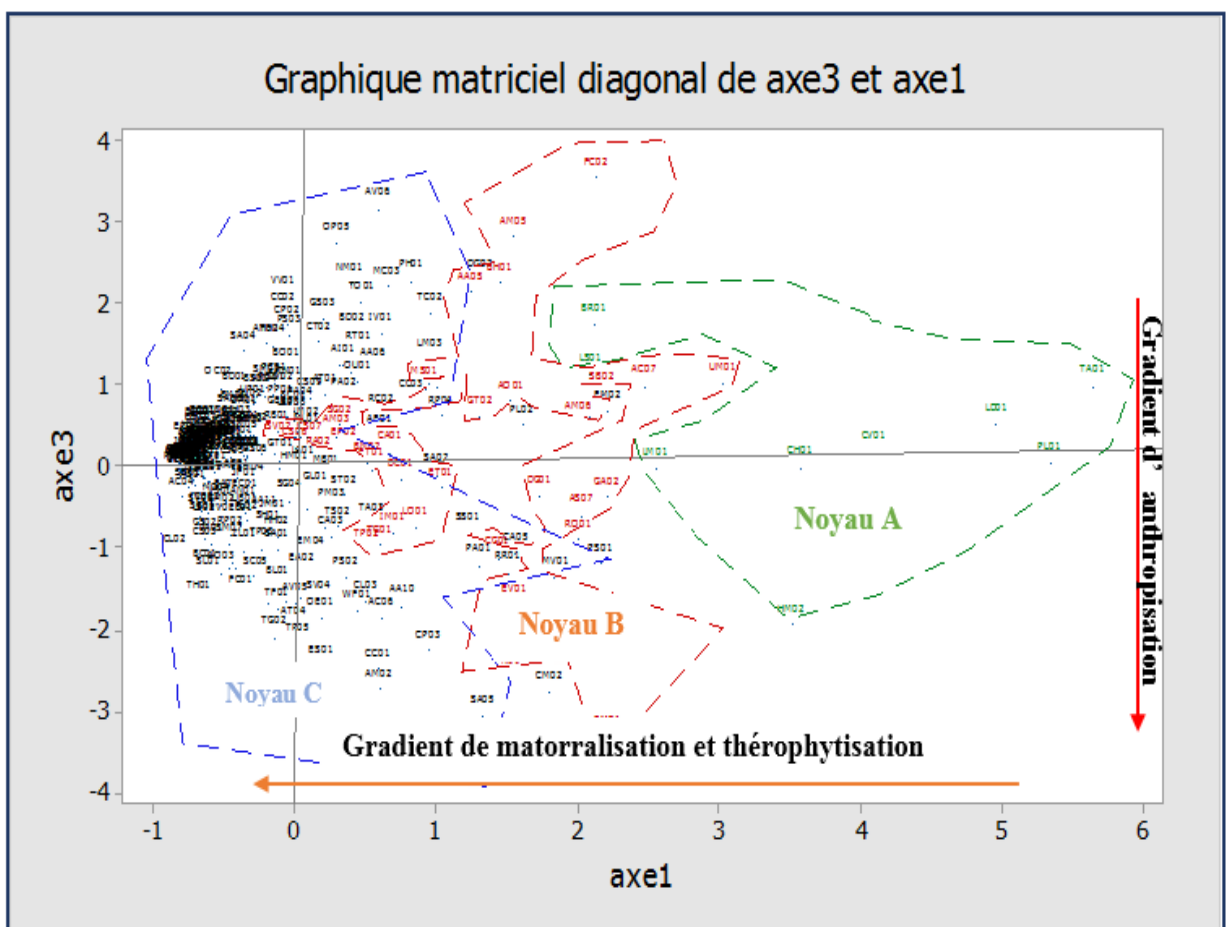


Fig. 85 : Plan factoriel des espèces de la zone d'étude (axe3-axe1)

Par ailleurs, nous remarquons au niveau de cet axe un gradient dynamique de végétation régressive du côté positif vers le côté négatif, nous passons en effet des espèces phanérophytes, chamaephytes aux espèces thérophytes. Cet axe traduit un gradient d'aridité biologique de thérophytisation allant du côté négatif vers le côté positif. Les deux groupes B et C englobent des espèces caractéristiques des matorrals thermophiles du littoral et des groupes de transition, ce sont des espèces qui se développent sur sol caillouteux et squelettique.

Le *Chamaerops humilis* (1,83) et *Tetraclinis articulata* (3,26) sont des espèces indiquant un milieu plus ou moins riche en matière organique.

Du côté positif, à l'extrémité de l'axe s'individualise un groupe d'espèces relevant du domaine préforestier et des matorrals (*Tetraclinis articulata* (3,26), *Pistacia lentiscus* (2,84), *Chamaerops humilis* (1,83), *Calycotome villosa* (2,10), *Rosmarinus officinalis* (3,39), *Lavandula dentata* (1,77), *Teucrium fruticans* (0,93)...etc), ce sont des espèces xérothermophiles qui s'adaptent à l'aridité et à la sécheresse.

Un caractère nitratophile marqué, et nous pouvons penser que leur présence *Bromus madritensis* (1,66) est liée aux pâturages. Ainsi que la présence du *Paronychia argentea* (0,89) du côté positif indique le tassement du sol par les troupeaux ce qui confirme qu'il ya une dégradation structurale du substrat.

On note aussi dans ce même côté la présence des espèces de type herbacées qui appartiennent à différentes familles telles que : *Plantago psyllium* (0,17), *Hordeum murinum* (0,12), *Inula viscosa* (1,13), *Convolvulus altheoides* (0,10) et *Senecio vulgaris* (0,13).

Nous relevons également un gradient d'anthropisation, ce facteur est bien souligné par la présence des espèces épineuses et/ou toxiques en raison d'un impact des troupeaux. Citons : *Genista tricuspidata* (3,26), *Urginea maritima* (3,33), *Eryngium tricuspidatum* (2,28), *Pallenis spinosa* (1,17). Ce dernier indique la proximité des cultures par le biais du défrichage.

Donc, cet axe à une valeur bioclimatique, il représente un gradient croissant d'humidité atmosphérique allant du côté négatif au côté positif et un gradient de thérophytisation du côté positif vers le côté négatif. Ces thérophytes ont une forte contribution par rapport aux autres espèces qui appartiennent aux familles des poacées et des astéracées. Ce type de plante s'oppose aux espèces dont le cycle de vie est court qui indique les formations plus basses et plus ouvertes.

Nous remarquons aussi au niveau de cet axe un gradient dynamique de végétation régressive du côté négatif vers le côté positif. Nous passons en effet des espèces phanérophytiques, chamaephytiques (*Tetraclinis articulata*, *Pistacia lentiscus*, *Erica multiflora*, *Globularia alypum*...etc.) aux espèces thérophytiques (*Bromus rubens*, *Aegilops trincialis*...etc.). Ce modèle est réel et il risque de devenir irréversible dans la zone d'étude.

Les taxons sylvatiques mésophiles qui appartiennent au Quercetalia ilicis, traduisent par leur présence une ambiance sylvatique et présylvatique, mais certaines sont indicatrices de surpâturage

et d'ouverture du milieu. Les espèces caractéristiques des Quercetea ilicis sont : *Chamaerops humilis*, *Cynosurus echinatus*, *Dactylis glomerata*, *Daphne gnidium*, *Pistacia lentiscus*, *Asparagus aphyllus*, *Festuca caerulea*, *Asparagus albus*, *Ricinus communis*, *Osyris alba*, *Rhamnus alaternus*, *Asparagus acutifolius* et *Asparagus stipularis*. Elle relève de l'ordre des Quercetalia ilicis. Les espèces caractéristiques de cet ordre sont : *Phillyrea latifolia* et *Cytisus arboreus ssp. Baeticus*.

Les espèces caractéristiques des unités supérieures des Cisto-Lavanduleteta sont : *Cistus salvifolius* et *Cistus monspeliensis*.

- Les caractéristiques des Quercetea ilicis sont : *Quercus suber*, *Chamaerops humilis*, *Arisarum vulgare*, *Cynosurus echinatus*, *Asparagus albus*, *Thymelea lythroïdes*, *Telinelinifolia*, *Asparagus stipularis*, *Zizyphus lotus*, *Asparagus aphyllus* et *Asparagus acutifolius*.

II.1.2 - Signification écologique de l'axe 2

La première valeur propre du deuxième axe, dépassant 11,587 traduit plutôt un gradient le long de l'axe. Cette première valeur propre est supérieure à celle des axes du rang inférieur avec un taux d'inertie de 0,058 %. On remarque dans l'axe 2 un gradient dynamique de végétation régressive du côté négatif vers le côté positif.

Le côté positif réunit des espèces sylvatiques (forestières et préforestières) de la classe de Pistacio-Rhamnetalia alaterni. Le côté négatif réunit des espèces d'un milieu steppique où la sécheresse joue un rôle qui oblige les plantes à s'adapter avec ce milieu. Bien que les espèces du côté négatif paraissent plus sèches dans cet axe que le côté positif dans ce cas, nous pouvons dire que le côté positif de cet axe exprime vraisemblablement une certaine humidité vu la localisation des espèces mésohygrophiles par la présence de *Quercus coccifera*, *Lavandula dentata*, *Lavandula multifida*, *Pistacia atlantica*, *Satureja calamentha*, *Arisarum vulgare*. Tous ces taxons présentent une forte contribution au niveau du plan factoriel, ce groupe des espèces reflète la concentration dans l'eau.

Au fur et à mesure que l'on progresse dans l'axe on trouve le *Pinus halepensis* (1,74) qui a une forte contribution, sa présence ne se justifie que par des reboisements qui ont été favorisés par l'homme (stations de Honaine et Fillaoucene). Ceci montre que les boisements de cette espèce réussissent très bien dans la zone d'étude et dans les zones de transition les plus proches de la mer.

Les deux axes (1 et 2) traduisent un gradient d'aridité au sens de l'axe et un gradient de dynamique régressive du milieu par la présence de l'*Asphodelus microcarpus* et d'*Urginea maritima*. Le graphique du plan factoriel des espèces (axe1-axe2) montre l'hétérogénéité du nuage qui correspond à un gradient de dégradation. En effet, et ne retenant que les taxons les plus significatifs ayant une forte contribution sur cet axe nous trouvons du côté négatif (*Aegilops ovata subsp geniculata* (-1,14), *Bromus madritensis* (-0,85), *Schismus barbatus* (-1,33) (Poacées), *Anthyllis cystisoides* (-0,45), *Anthyllis montana* (-0,69) (Fabacées), *Atractylis cancellata* (-1,16), *Atractylis carduus* (-1,31), *Calendula arvensis* (-0,97), *Chrysanthemum grandiflorum* (-0,36), *Scolymus grandiflorus* (-0,69) (Asteracées), *Salvia officinalis* (-0,57), *Salvia verbenaca* (-0,13), *Satureja graeca* (-0,56), *Teucrium polium* (-1,01) (Lamiacées).

II.1.3 - Signification écologique de l'axe3

La valeur propre de l'axe (3 et 1) est respectivement de 8,245 avec un taux d'inertie de 0,041% ; elle témoigne d'une structuration hétérogène du nuage entre ces deux axes. Cet axe apporte très peu d'informations par rapport aux axes 1 et 2. Il confirme cependant la présence des mêmes facteurs écologiques signalés sur les axes précédents (dégradation, anthropisation, aridité du climat et sécheresse).

Dans la partie positive de l'axe 3, les espèces qui présentent une contribution relative élevée correspondent aux formations de matorrals et de maquis où dominant *Chamaerops humilis*, *Calycotome villosa subsp intermedia*, *Teucrium fruticans* et *Olea europea subsp oleaster*. Ils s'opposent aux espèces qui participent négativement à l'axe 3 et qui correspondent aux formations à Thuya et pistachiers térébinthe. Il indique une opposition donc de deux séries dynamiques, matorrals à doum associé aux calycotome, oliviers, et la formation à Thuya associée au ciste et aux pistachiers. En plus, il traduit un autre gradient d'anthropisation intense, dans le côté positif on trouve des espèces toxiques et/ou épineuses tel que l'*Ulex parviflorum* (0,29) et *Quercus suber* (0,40).

III. Dendrogramme

L'analyse des plans factoriels et dendrogrammes a permis l'identification de trois types de noyaux (A, B et C) des espèces floristiques du point de vue synthaxonomique dans la zone d'étude grâce aux axes factoriels 1, 2 et 3 qui sont bien individualisés précédents :

Noyau A (09 espèces) : regroupe des phanérophytes (*Tetraclinis articulata*, *Pistacia lentiscus*) et des espèces qui sont des Chamaephytes (*Chamaerops humilis*, *Cistus menspeliensis*, *Lavandula dantata*), toutes ces espèces sont localisées sur le côté positif dans l'axe 1 et 2. Ce sont des espèces caractéristiques de l'ordre des Pistacio-Rhamnetalia favorisant l'installation des matorrals s'inscrivant dans la classe des *Ononido-Rosmarinetea* à substrat calcaire.

Noyau B (36 espèces) : Ce noyau regroupe les espèces caractéristiques des formations préforestières qui appartiennent à l'ordre des *Pistacio-Rhamnetalia alaterni* telles que : *Aegilops ovata*, *Amygdalus communis*, *Anthyllis montana*, *Asphodelus microcarpus*, *Asteriscus maritimus*, *Atractylis cancellata*, *Atractylis carduus*, *Ballota hirsuta*, *Bromus madritensis*, *Calendula arvensis*, *Chrysanthemum grandiflorum*, *Erodium murinum*, *Fedia cornucopiae*, *Fumana thymifolia*, *Malva sylvestris*, *Papaver rhoeas*, *Teucrium polium*, *Thapsia garganica*, *Torilis nodosa*, *Urginea maritima* ...etc..

Noyau C (284 espèces): Ce noyau englobe toutes les espèces thérophytes de la zone d'étude. La majorité de ces espèces sont à graines ; parmi elles, nous avons : *Agrostis elegans*, *Avena sterilis*, *Eryngium campestre*, *Atractylis carduus*, *Fagonia critica*, *Malva sylvestris*, *Anthyllis tetraphylla*, *Convolvulus althaeoides*, *Trifolium angustifolium*, *Aegilops trincialis*, *Phalaris truncata*, *Hordeum murinum*, *Centaurea pullata*, *Bromus rubens*...etc).

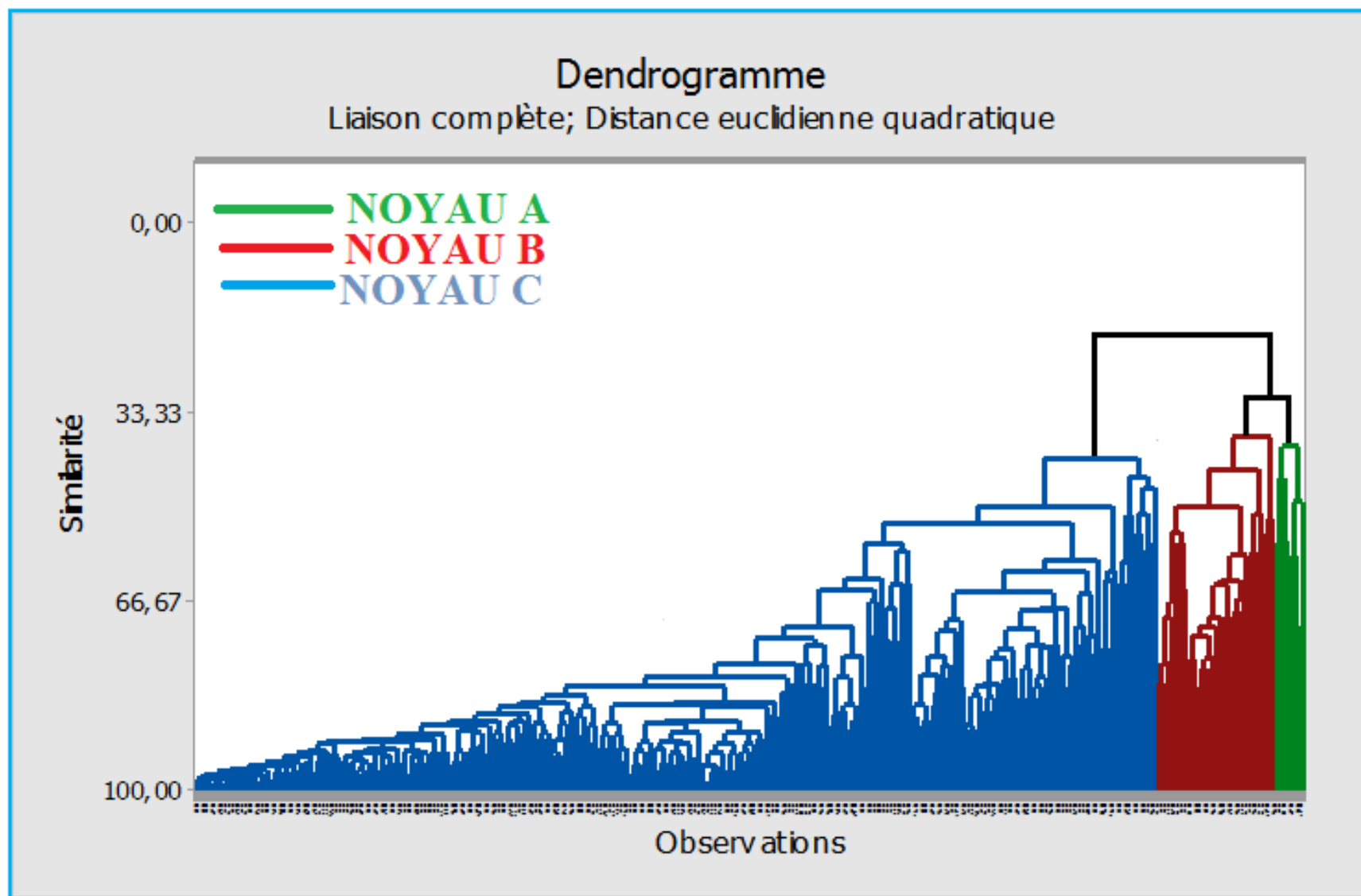


Fig. 86 : Dendrogramme des espèces de la zone d'étude

Conclusion

L'analyse factorielle de correspondance (A.F.C.) nous a permis de connaître les divers facteurs qui influencent le développement du tapis végétal et la répartition des espèces sur leurs milieux. Cette ségrégation correspond à une variation des facteurs climatiques et édaphiques surtout aux éléments texturaux et structuraux.

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

Nous avons, à travers cette analyse, utilisé divers gradients (dynamique de végétation, dégradation, matorralisation, surpâturage, humidité, aridité) pour expliquer la signification écologique des axes sur le plan factoriel.

Dans tous les cas, nous avons pu constater que les valeurs propres des premiers axes factoriels étaient faibles. Ce caractère est directement lié au fait que l'analyse porte sur un segment relativement réduit du tapis végétal (Tétradinaies) n'incluant essentiellement que des formations préforestières et forestières. Donc, les facteurs écologiques mis en évidence par l'interprétation des résultats des A.F.C., sont ceux-là mêmes qui déterminent la diversité des Tétradinaies. Ces facteurs sont les suivants :

- On retiendra que le facteur bioclimatique, à travers la sécheresse atmosphérique constitue le facteur principal de la diversité des groupements à *Tetraclinis articulata*.

- Ensuite, entrent en jeu l'action humaine qui par certains côtés contribue à renforcer l'assèchement des milieux,

- Enfin, la nature du substrat agit dans le même sens que les deux facteurs précédents.

La diversité des Tetraclinaies est donc avant tout déterminée par les taux d'humidité à la fois atmosphérique et édaphique. Dans cette partie, il nous a été permis de constater que chacun des trois axes factoriels pouvait exprimer, en plus des facteurs écologiques, un gradient dynamique variant suivant l'axe considéré en fonction de l'action exercée sur le milieu, à savoir coupes, incendie, culture et pâturages.

L'analyse des plans factoriels et le dendrogramme nous ont permis l'identification de trois groupes (types de noyaux A, B, C), nous remarquons au niveau de ces plans l'existence de mosaïques des groupements écologiques associant à des facteurs majeurs, la matorralisation de l'écosystème forestier par l'activité humaine (pression anthropozoogène) et l'installation des taxons adaptés aux conditions péjoratives du climat (Changement climatique) étroitement lié entre eux. Ensuite, on remarque que le gradient d'anthropisation qui va suivre où résulte un gradient de dégradation structurale.

Du fait de cette dégradation anthropique et de la xéricité du climat, les espèces forestières ont tendance à reculer en cédant la place à des formations préforestières et des matorrals voire une végétation à base de plantes annuelles.

D'après cette étude statistique, nous remarquons que le noyau B est constitué d'un groupe d'espèces relativement homogène du point de vue floristique se répartissant dans ce même noyau dans chaque plan factoriel vu la présence des mêmes conditions d'exigence dans ce milieu. Nous pouvons dire que les espèces fidèles à *Tetraclinis articulata* sont : *Pistacia lentiscus*, *Lavandula dentata*, *Lavandula multifida*, *Cistus monspeliensis*, *Calycotome villosa*, *Schismus barbatus*, *Plantago lagopus*, *Chamaerops humilis*, *Asphodelus microcarpus*, *Chrysanthemum grandiflorum*, *Inula montana*.

La prise en compte par les dendrogrammes (CAH) des coordonnées sur l'ensemble des axes, nous a permis de reconnaître donc un cortège propre lié à la série des espèces thermophiles adaptées aux conditions littorales et autres espèces indicatrices de l'action anthropique parmi lesquelles nous citons : *Tetraclinis articulata*, *Pistacia lentiscus*, *Chamaerops humilis*, *Calycotome villosa*, *Paronychia argentea*, *Urginea maritima*, *Asphodelus microcarpus*, *Thapsia garganica*, *Atractylis concellata*, *Plantago psyllium* et une forte présence des thérophytes (*Avena sterilis*, *Eryngium campestre*, *Atractylis carduus*, *Dactylis glomerata*, *Malva sylvestris*, *Anthyllis tetraphylla*).

Ces espèces donnent une idée sur l'état dynamique du cortège floristique à *Tetraclinis articulata* ; dans lequel on observe une réduction des taxons des formations forestières et préforestières qui sont remplacés au fur et à mesure par des espèces chamaephytes et des thérophytes mieux adaptés aux conditions du milieu.

Nous avons conclu après cette analyse que le passage d'un groupement à un autre répond au déclenchement des processus de désertification, dont les modalités diffèrent, allant de la dématorralisation jusqu'à la thérophytisation. Cette situation est certes liée à des conditions écologiques relativement peu contrastées, mais nous ne pouvons pas oublier aussi l'action anthropique dégradante qui tend à banaliser la flore et masque profondément les vraies potentialités du milieu.

CHAPITRE II



Cartographie Végétale

Introduction

I. Principes cartographiques

II. Résultats et discussions de la cartographie des quatre cartes

Conclusion

Introduction

La cartographie est la base de l'aménagement écologique des écosystèmes (**LONG, 1975**) ; (**OZENDA, 1982 ; 1986**) ; (**MEDIOUNI ET LETREUCH-BELAROUCI, 1987**) ; (**FERKA ZAZOU, 2006**). Elle reste un outil nécessaire pour toutes les formes d'aménagement et de compréhensions d'un écosystème, permettant une connaissance approfondie du milieu, de ses potentialités et de ses utilisations optimales.

Cette approche cartographique est un miroir qui reflète l'état de la végétation au temps x. Actuellement, devant les principaux mécanismes perturbateurs (réchauffement climatique, bétonnage, changements d'usage des sols, défrichements, coupes, espèces invasives, etc.); la cartographie demeure un outil de la conservation de la mémoire des lieux (**HASNAOUL, 2008**).

Une carte de la végétation peut être considérée sous différents aspects, en tant que carte de la physionomie montrant l'état présent de la végétation, ou comme une carte de l'utilisation du territoire.

Selon (**BURGER, 1957**) : « Une carte, aussi complète soit-elle, n'est toujours qu'une schématisation de la réalité ». Les représentations cartographiques du tapis végétal constituent des documents de travail indispensables pour de nombreuses études.

Une fois que l'étude de l'identification des groupements a été faite, nous avons procédé à la représentation graphique de ces groupements végétaux. En effet, les relevés ayant des affinités communes sur les plans écologiques et floristiques ont été réunis dans une même strate, ce qui a donné lieu à des strates qui correspondent aux groupements identifiés par la méthode phytosociologique.

La carte que nous avons réalisée englobe les matorrals des cinq stations (Honaine, Fillaoucene, Nedroma, ghazaouet, Beni Snous et Azails) du versant Nord de la région de Tlemcen. Elle nous donne un aperçu général de l'aire de répartition du thuya et permet aussi de mettre en évidence l'état actuel de ces matorrals dans cette zone d'étude.

I. Principes cartographiques

Les cartes thématiques sont utilisées dans plusieurs domaines. Elles contiennent des renseignements qui aident dans les prévisions d'urbanisme, de protection des écosystèmes. Elles apportent un inventaire et une représentation de la végétation existante, tant naturelle qu'artificielle, et permettent la détermination de l'évolution des groupements végétaux.

Elles sont utiles et nécessaires à l'évaluation de la valeur intrinsèque d'un milieu, du point de vue de sa naturalité notamment. Elles servent aussi à améliorer ou orienter la gestion et la restauration de la phytodiversité et des milieux naturels ; elles servent enfin parfois à affiner les études d'impacts de grands travaux, et à orienter les mesures conservatoires et compensatoires.

Après plusieurs sorties effectuées sur le terrain, nous avons pu récolter le maximum d'informations préalables concernant la zone d'étude, le but de cette étape et de limiter chaque groupement végétal par une surface bien connue. Les représentations cartographiques du tapis végétal constituent des documents de travail indispensables pour de nombreuses études.

Concernant la réalisation cartographique des types des groupements végétaux à *Tetraclinis articulata* relative à cette zone, nous avons utilisé des cartes de formation de la végétation, la carte bioclimatique de la Wilaya de Tlemcen et les données climatiques récentes.

– Les relevés floristiques réalisés sur le terrain, mais aussi les relevés floristiques des différents chercheurs du Laboratoire d'Écologie et de Gestion des Écosystèmes Naturels de l'université de Tlemcen

– Photos satellite Google Earth.

– Logiciel de traitement des données Map.info 7.5.

Le choix de l'échelle de la carte est délicat et demande beaucoup d'attention. Si l'échelle choisie est trop petite, il n'est pas possible de représenter des phénomènes complexes sans risque de rendre la carte confuse et difficilement lisible ; si l'échelle est trop grande, le territoire représenté n'a qu'une faible étendue et il n'est pas possible d'obtenir une vue synthétique des grandes lignes de la végétation de la région étudiée. Pour cette raison, les échelles moyennes sont les plus employées, sauf dans les cas particuliers.

II. Résultats et discussions

Une carte de la végétation est maintenant établie que la cartographie de la végétation constitue une approche efficace pour réaliser le plus rapidement une représentation spatiale des écosystèmes et en particulier à l'échelle régionale ou géographique.

L'objectif de notre travail dans ce chapitre est donc l'élaboration d'une la carte de répartition des groupements à *Tetraclinis articulata* dans la région de Honaine et de Tlemcen. Ces cartes consistent tout simplement à identifier et à limiter le territoire occupé par cette espèce végétale dans la zone d'étude.

D'ailleurs, c'est sur la base de cette étude des groupements végétaux et des séries de végétation que cette carte synthétique a été élaborée. Elle résulte de l'intégration des données issues de la classification des stations à *Tetraclinis articulata*.

Du point de vue phytodynamique, tous les groupements dérivent d'une dégradation des peuplements forestiers ou localement préforestiers, essentiellement. Les cultures et les incendies prennent de plus en plus d'ampleur dans la présence des cistacées en provoquant la destruction du capital phytogénétique de la zone d'étude.

L'équilibre entre ces types de paysages s'est révélé particulièrement instable, en raison de l'action de l'homme, ou encore des conditions climatiques défavorables qui accélèrent le processus de matorralisation.

Nous avons réalisé un essai d'une carte de répartition des groupements à *Tetraclinis articulata* dans le littoral de Honaine (**Carte N°01**), dans les Monts des Traras (**Carte N°02 et 03**) et dans la région de Tlemcen (**Carte N°04**). La comparaison de ces cartes montre que l'évolution de ce type de végétation dans le temps et l'espace résulte de deux facteurs fondamentaux (les conditions climatiques et l'activité anthropozoogène) où la formation arborée diminue chaque année.

II.1 - Cartes des groupements végétaux

Carte N°01 :

Cette carte qui présente la répartition des groupements à *Tetraclinis articulata* dans la région de Honaine montre que le *Pinus halepensis* en reboisement, considéré comme une essence forestière dominante et une pré-forêt dominée par le *Tetraclinis articulata*, *Pistacia lentiscus* et *Calycotome intermedia* avec des matorrals à *Chamaerops humilis*, *Rosmarinus officinalis* et *Cistus monspeliensis*.

L'homme intervient par la transformation de la répartition spatiale de ces groupements en favorisant les phénomènes de matorralisation et de dématorralisation. Donc, l'interaction entre la forêt, l'homme et son élevage atteint un stade très avancé où toute modification irréfléchie a des conséquences néfastes sur le milieu naturel.

L'anthropisation est un accélérateur de l'érosion de la phytodiversité de la région. Ces perturbations écologiques spatio-temporelles d'origines différentes provoquent une perte de la biodiversité, une diminution des potentialités forestières et menacent le patrimoine phytogénétique de la région de Honaine.

D'une manière générale, on observe que de la surface des forêts à travers les six communes à base des grandes essences arborées et remplacées par une formation à matorral à base des reliques de type phanérophytes, des chamaephytes et des thérophytes qui marquent la présence des espèces pyrophytes qui facilitent l'accélération des incendies à chaque fois au cours de l'année.

L'étude des groupements à *Tetraclinis articulata* dans le littoral de Honaine a permis de confirmer les rapports : climat-action anthropique-végétation ; et de mettre en évidence une abondance plus élevée des espèces thermophiles sur le littoral avec notamment la présence des espèces épineuses et/ou toxiques comme :

- *Calycotome villosa subsp.intermedia*,
- *Eryngium tricuspdatum*
- *Urginea maritima* ,
- *Asphodelus microcarpus*.

La présence de Pin d'Alep *et de thuya* peut se justifier par l'action conjuguée d'un bioclimat semi-aride et de sols profonds. Mais, on doit signaler que les groupements naturels dans ce littoral

sont perturbés par les reboisements de cette espèce, qui occupe actuellement une surface importante dans cette région.

Les processus de dégradation dans cette zone touchant les formations préforestières ont conduit à une substitution du matorral constitué par des chamaephytes, et en particulier par des espèces mieux adaptées à cette action et aux différentes formes de dégradation. Parmi les espèces dominantes du matorral observé, nous avons : *Lavandula dentata*, *Ampelodesma mauritanicum*, *Chamaerops humilis*, *Rosmarinus officinalis*.

Selon **BARBERO** et *al.* (1990), une perturbation élevée est particulièrement évidente dans le Maghreb semi-aride, où elle conduit à une extension des formations de pelouse à annuelles et, souvent à une prolifération des espèces non-appétences pour le bétail.

Cartes N° 02 et 03 :

Nous avons élaboré une carte de la répartition de la végétation à *Tetraclinis articulata* dans les Monts des Traras. Cette dernière nous informe d'une manière pratique sur l'évolution des groupements de la végétation et leur dominance pour les aménagistes et /ou les écologistes.

L'examen de la carte de répartition des végétaux au niveau cette région nous permet de faire les remarques suivantes :

- Les formations forestières sont abondantes dans la partie Nord et Sud de la zone d'étude, et sont représentées par des reboisements de *Pinus halepensis*.
- Les surfaces occupées par ces essences forestières diminuent considérablement, notamment pour les stations de Beni Snous et Azaïl à cause des défrichements qui sont intenses dans cette zone rurale.
- Les formations prèsforestières sont plus abondantes, et sont représentées par les espèces vivaces et en particulier les chamaephytes. Parmi les espèces dominantes, nous avons le *Tetraclinis articulata*; *Pistacia lentiscus*; *Calycotome intermedia*; *Ulex europeus* et *Juniperus phonicea*.
- Les matorrals sont représentés par les espèces vivaces, et nous avons remarqué la dominance des cistacées dans ce type de formation. Parmi les espèces dominantes, nous avons le *Cistus monspeliensis*; *Cistus heterophyllus*; *Cistus salvifolius*; *Rosmarinus officinalis* et *Chamaerops humilis*.

Carte N°04 :

Carte de synthèse qui englobe les deux Monts et représente la répartition des groupements à *Tetraclinis articulata* sous forme de Matorrals clairs et denses dans la région de Tlemcen. Ces types des formations occupent bien dans l'étage de végétation thermo-méditerranéen et même dans l'étage méso-méditerranéen, en présence des formations mixtes à thuya et à chêne vert.

Une critique importante que l'on peut faire au sujet de cette carte de synthèse des matorrals de la région de Tlemcen, compte tenu des vérifications faites sur le terrain, est qu'elle accorde trop d'importance au Thuya par rapport aux essences qui l'accompagnent. Ainsi, et contrairement

à ce que la carte laisserait croire, le Thuya n'est pas partout pur et dominant là où il est représenté. Dans bien des cas, il est sérieusement concurrencé par d'autres espèces telles que : *Juniperus phoenicea*, *Juniperus oxycedrus*, *Quercus coccifera*, *Quercus rotundifolia*, *Pinus halepensis*, *Pistacia lentiscus*, *Olea europaea var. oleaster* et *Phillyrea angustifolia*.

L'importance des superficies occupées par cette espèce peut être expliquée par la xéricité du climat soulignée par **KADIK 1987**, **HADJADJ-AOUL 1995** et **DAHMANI, 1997** dans l'Ouest algérien.

En présence d'une dégradation avec la xéricité du climat et surtout en présence du substrat calcaire, le thuya de Berbérie ayant une grande faculté à gagner les terrains au détriment du chêne vert (**ACHERAR, 1981** ; **BARBERO et al., 1990** et **HADJADJ-AOUL 1995**).

Malgré sa grande faculté à gagner du terrain dans ces conditions naturelles, les températures négatives (la neige) freinent le développement de cette essence en altitude où le thuya se trouve relégué par des essences plus résistantes au froid telles que le Chêne vert et le Genévrier oxycèdre. Ces observations ne viennent pas en contradiction avec celles d'**ALCARAZ (1982)** et **HADJADJ-AOUL (1995)**.

En effet, nous avons observé une diminution de la surface forestière boisée d'une manière générale, et ce sous l'effet des nombreux facteurs de dégradation (incendies surpâturage, climatique...etc.). L'écosystème forestier des Monts de Tlemcen a été fortement perturbé y compris les peuplements du thuya, contrairement aux Monts des Traras où il présentent un recouvrement très élevé (Honaine) à moyen (Fillaoucene, Nedroma et Ghazaouet).

ALCARAZ, en **1977**, souligne que la superficie couverte par la végétation naturelle qui était de 152781,342 ha, est passée à environ 143018,889 ha en 2002. Avec une perte de surface forestière boisée d'environ 9762,453 ha, entre ces deux périodes.

En ce qui concerne le thuya de Berbérie, les périmètres occupés par cette espèce sont de l'ordre de 17328,59 ha en 2002, soit 12,12 % de la superficie totale boisée dans les Monts de Tlemcen. Les formations mixtes à thuya et à chêne vert occupent environ 39608,27 ha, soit 27,69 % de la superficie totale des périmètres boisés dans les Monts de Tlemcen (**BENABDELLAH, 2002**).

Selon la carte d'**ALCARAZ (1977)**, il occupe 6125,36 ha, soit 4,01 %. Pour les formations mixtes à thuya et à chêne vert ; les terrains forestiers occupés par ces dernières formations étaient de 23009,82 ha, soit 15,06 % de la superficie forestière totale des monts de Tlemcen.

On constate qu'il y'a une différence entre les superficies occupées par les formations à thuya, et ce, entre les deux périodes, nouvelle et ancienne ; de l'ordre d'environ 11203, 23 ha (8,11 %) pour les formations à thuya et 16598,44 ha (12,63%) pour les formations mixtes à thuya et à chêne vert. Le thuya de Berbérie, essence thermoxérophile est liée aux bioclimats de type semi-aride, chaud ou frais et subhumide tempéré ou frais (**BENABID, 1976**).

En effet, l'expansion du thuya dans ces zones au détriment du chêne vert dans les étages de végétation thermo-méditerranéen et même dans le méso-méditerranéen est accentuée

par l'augmentation de l'aridité et de la sécheresse, surtout en présence du substrat calcaire sec et filtrant (EL-HAMROUNI ET LOISEL, 1979 ; FENNANE, 1982). Ces derniers auteurs ont qualifié le thuya comme espèce expansionniste de la stratégie adaptative type R (croissance accélérée) (DAHMANI, 1997).

Une perturbation plus élevée aboutit à des cistacées (*Cistus salviifolius*, *helianthemum...*etc.), tandis que le stade ultime conduit à des pelouses à végétaux thermo-xérophiles, notamment des poacées et des hélianthèmes, mais aussi d'une thérophytisation qui est marquée par une invasion générale d'espèces annuelles. Actuellement, ce scénario s'installe d'une manière irréversible. (HENAOUÏ, 2007).

Ces processus de dégradation touchant plus les matorrals des Monts de Tlemcen que les Monts des Traras, ont conduit à une substitution secondaire marquant une dégradation bien avancée constituée par des chamaephytes résistants comme les cistacées, les lamiacées, les fabacées et les poacées (cas de Beni Snous et Azail). L'espèce non palatable, *Ulex boivinii* présente le bon exemple. Elle est caractérisée par une grande production de semences et une grande adaptation au stress hydrique.

Conclusion

les Tetracliniaies étant parmi les peuplements qui ont le plus souffert de l'action humaine dégradante, il est incontestable que leurs surfaces ont sérieusement régressé. À l'heure actuelle, tout le monde est averti de la fragilité, de la vulnérabilité de ces écosystèmes sous forme des matorrals à *Tetraclinis articulata* qui doivent être manipulés avec précaution et beaucoup de prudence. Les vestiges sylvatiques restent aussi très fragiles, exposés à une forte pression anthropozoogène, et ils doivent être protégés, en urgence, si l'on veut éviter leur disparition.

Notre travail qui prend en considération deux critères de stratification (composition et densité) servirait de référence à d'éventuelles études diachroniques qui permettraient de mieux appréhender et comprendre l'évolution du couvert végétal dans la région de Tlemcen.

Cependant, lors de nos prospections de terrain nous remarquons que les groupements du Thyua sont en continuelle régression et, nos résultats obtenus nous confirment que sous l'effet de plusieurs actions de dégradations, la dynamique de végétations de la zone d'étude est dans le sens régressif, l'écosystème forestier des monts de Tlemcen a été fortement perturbé.

Dans les endroits inaccessibles à la charrue, aux troupeaux et en l'absence de pistes, ces groupements sont bien représentés et formant des matorrals fermés où *Tetraclinis articulata* et *Pistacia lentiscus* sont les éléments de base qui imprimant le paysage ; ces deux espèces sont les plus importantes, du point de vue fréquence, présence et abondance-dominance.

Nous marquons aussi la présence des autres espèces qui partagent l'espace avec d'autres espèces. Il s'agit notamment du : *Chamaerops humilis*, *Calycotome villosa subsp intermedia*,

Lavandula dentata, *Cistus monspeliensis*, *Globularia alypum*, *Lavandula multifida*, *Schismus barbatus*,...etc. Ce qui est certain, c'est que les exigences thermiques expliquent nettement la représentativité des peuplements à lentisque liés aux Pistacio-Rhamnetales.

La présence des essences comme *Chamaerops humilis* et *Calycotome villosa subsp intermedia* indique la dégradation de ces groupements. L'action anthropique est marquée par la présence des géophytes ; *Urginea maritima* et *Asphodelus microcarpus*. En effet, les formations denses régressent et laissent place à des couvertures végétales claires où nous remarquons des affleurements de la roche mère dans certaines stations.

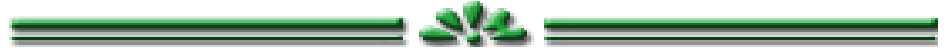
La présence de *Pinus halepensis* dans la zone d'étude s'explique par des reboisements, c'est une espèce héliophile, xérophile et très combustible du fait de sa résine. Les incendies répétés sont susceptibles d'éliminer cette espèce et favorisent le développement de *Tetraclinis articulata* et *Pistacia lentiscus* qui arrivent à résister aux incendies et aux agressions grâce à leurs capacités de rejet de souche, ce sont des espèces thermoxérophiles occupant actuellement une superficie importante dans les matorrals du littoral des Monts des Traras. Ainsi, grâce à sa faculté de rejeter de souche il réagit vigoureusement à tous ses concurrents (**BARBERO et al., 1990 ; HADJADJ-AOUL, 1995 ; BENABDELLI, 1996**). Si ce n'est sa crainte du froid humide et de la haute altitude, la distribution de cette association aurait pris des proportions importantes en surface.

Il est vivement recommandé d'utiliser des images à grande résolution pour des études plus fines. Les zones occupées par les différents types de végétation sous forme de groupements ont été cartographiées et planimétrées, ce qui permet une meilleure connaissance des potentialités des Tetraclinaies tant sur le plan floristique et végétal que des conditions écologiques locales pour la mise en place d'une stratégie de conservation in situ, de valorisation et surtout de restauration de ces écosystèmes à *Tetraclinis articulata* dans notre territoire.

L'élaboration de ces cartes a pour but de montrer la localisation exacte de l'essence forestière (le thuya). Nos résultats confirment les constatations de plusieurs auteurs qui ont travaillé sur ce domaine par :

– Des impacts indirects dus aux activités pratiquées sur place telles que le pastoralisme qui correspond aux incendies, au surpâturage et au piétinement entraînant la régression de certains taxons et l'élimination même de certains autres (**BOUAZZA et al, 2014**).

L'avenir de ces matorrals est mal connu bien que la remontée biologique existe et elle est importante surtout dans la zone du littoral ; remarquée par des indices de régénération des essences forestières telles que les Tetraclinaies.



Conclusion Générale et Perspectives

Conclusion générale et perspectives

Le présent travail constitue une contribution à la connaissance des formations à matorral dans le littoral de la région de Tlemcen (Algérie occidentale). Les monts des Traras partie de l'extrême 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 souligne l'intérêt remarquable que présente la végétation de ces Monts du point de vue de leurs significations écologiques, biogéographiques et évolutives ainsi qu'en matière de potentialités édaphiques.

Du point de vue phytosociologique, la zone d'étude est couverte d'une végétation dominée beaucoup plus par les espèces liées aux Pistacio-Rhamnetalea alaterni et Ononido-Rosmarinetea. La présence des Quercetea ilicis ne peut faire illusion, elle a tendance à disparaître laissant place à d'autres classes, ordres et alliances plus thermoxéophiles. Ceci reste tout à fait comparable aux résultats observés, ici, sur cette espèce endémique.

Il convient de ne pas oublier l'impact des critères bioclimatiques : Le rythme des précipitations, l'accroissement des températures moyennes annuelles et l'allongement de la période de sécheresse estivale.

L'étude du climat a permis de caractériser la zone d'étude sur le plan bioclimatique et d'étudier le facteur de sécheresse tant du point de vue de la durée que de l'intensité. La plupart des caractéristiques climatiques (Précipitations et températures) ont été analysées. La pluviosité moyenne annuelle se répartit entre « 278,72 mm et 521,1 mm » suivant les stations considérées. En effet la nouvelle période varie nettement par rapport à l'ancienne .

Leurs variations mensuelles et saisonnières, en fonction de l'altitude et l'éloignement de la mer, ont été mises en évidence. Le régime pluviométrique saisonnier, les valeurs du Q2 et les minima du mois le plus froid, nous ont permis de positionner les stations météorologiques sur le climagramme pluviothermique D'Emberger. Il montre des décrochements significatifs des stations météorologiques choisies. La majorité de ces dernières sont situées dans l'étage semi-aride, caractérisé par un hiver tempéré et/ou chaud. Les température moyennes du mois le plus froid « m » varient entre « 3,3°C et 9,73°C ». L'indice d'aridité est compris entre 15,83 pour la nouvelle période au niveau de la station de Sebdo et 56,05 pour l'ancienne période à Fillaoucène. Ce sont les conditions bioclimatiques qui régissent et conditionnent la succession altitudinale.

Ceci se traduit par des modifications importantes de la composition floristique, modifiant ainsi le paysage en imposant une végétation xérophile plus adapter au stress écologique. L'anthropisation est un accélérateur de régression où les matorrals marqué par une forte fréquence des espèces anthropozoïques qui sont beaucoup plus adaptées à la xéricité tel que : *Ulex boivinii*, *Atractylis cancellata* ; *Atractylis carduus*, *Ferula communis*...etc. Ils ont longtemps souffert

Conclusion générale et perspectives

des activités humaines et ses troupeaux (pâturage et surpâturage, défrichage et déforestation, incendie ...etc.). Ceci est nettement observable dans la majorité des stations. L'impact anthropique que subissent ces formations induit souvent une dynamique régressive (matorralisation) qui parfois semble irréversible.

C'est ainsi que face à cette régression des ressources, la population a enregistré une progression naturel continu avec une forte concentration au niveau des communes. Plus de 60 % de cette population est aujourd'hui urbaine. Au regard de l'accroissement des populations et de l'intensité des pressions anthropiques qui en résulte, l'aménagement, la protection et la conservation s'imposent plus que jamais, ceci doit être en étroite relation avec un aménagement sylvo-agro-pastorale. Ces garants doivent être protégés et conservés pour éviter le pire.

L'étude de la végétation a été réalisée par une démarche typiquement phytoécologique, visant la caractérisation des groupements végétaux constituant les formations végétales de la région. La diversité est plus importante dans les matorrals de la zone d'étude avec des structures floristiques stables et homogènes dont les fréquences d'espèces sont plus ou moins invariables ainsi le nombre d'espèces est très important. Au contraire, elle est faible dans les zones forestières et moyennement dans les zones prés forestières, notamment dans la station de Beni Snous et Azail, dont le milieu floristique est hétérogène, ainsi les fréquences d'espèces sont très variables dans ce type de groupement forestier avec dominance du chêne vert et d'autres espèces de son cortège floristiques.

Les variations de nombreux facteurs écologiques d'une part, et leur combinaison d'autre part, déterminent la diversité des différentes formations à matorrals. L'inventaire floristique effectué a permis de recenser 450 espèces dans l'ensemble des stations, Honaine (217), Fillaoucene (208), Nedroma (157), Ghazaouet (123), Beni Snous (161) et Azails (197).

La richesse floristique de la zone d'étude est dominée par des espèces appartenant aux familles des Asteracées ; des Lamiacées ; des Fabacées ; Poacées ; Cistacées ; Brassicacées ; Liliacées ; Apiacées ; des Boraginacées, Renonculacées et des Caryophyllacées. Les Fagacées et les Cupressacées, bien que minoritaire en terme de nombre d'espèces, dominant par la biomasse de leurs représentants telle que le chêne vert et le thuya de berberie.

Les perturbations que connaît les matorrals fortement dégradés, ont entraîné une diversification du cortège floristique en favorisant la prolifération des espèces épineuses et/ toxique, et de nombreuses espèces thérophytes telles : *Ulex boivini*, *Calycotome intermedia*, *Asphodelus microcarpus*, *Atractylis humilis*, *Ferula communis*, *Bromus rubens*, *Urginea maritima*, *Catananche coerulea*, *Asparagus albus*, *Bellis silvestris*, *Paronychia argentea*, *Dactylis glomerata*, *Palenis spinosa*, *Avena sterilis* ...etc. En considérant les types morphologiques de la zone d'étude, les espèces herbacées annuelles sont les plus dominantes avec un pourcentage de 48,85%.

L'étude des types biologiques montre que les thérophytes présentent le taux le plus élevé (53,19%), ce qui témoigne de la forte pression anthropique. Les chamaephytes

Conclusion générale et perspectives

et les hémicryptophytes gardent une place particulièrement importante. En effet, la proportion des chamaephytes augmente dès qu'il y a une dégradation des milieux forestiers car ce type biologique semble être mieux adapté que les phanérophytes, ne sont que 6,98%; ceci montre une évolution régressive de ces formations végétales et c'est la situation écologique de ces dernières qui reste préoccupante.

Le spectre phytogéographique montre une dominance des espèces méditerranéennes avec une moyenne de 35,53% sur les autres types de distribution. Dans la région de Tlemcen, l'ambiance sylvatique existe et persiste toujours. Avec notre analyse, nous avons noté que cette ambiance a tendance à changer par un envahissement d'espèces asylvatiques, plus adaptées aux conditions écologiques stressantes..

Nous notons aussi la présence de nombreuses espèces thermophiles et surtout en présence du substrat calcaire, qui illustrent le caractère chaud et qui vient confirmer les observations faites lors de l'étude climatique il s'agit du : *Quercus coccifera*, *Olea europea*, *Pistacia lentiscus*, *Pinus halepensis*, *Ceratonia siliqua*, *Erica multiflora*, *Lavandula dentata*, *Globularia alypum*. Elles sont considérées actuellement comme espèces de résistance. Ce qui est certain, c'est que les exigences thermiques expliquent nettement la continuité de plus en plus grande des peuplements à *Tetraclinis articulata*.

L'approche morphométrique a permis d'expliquer certaines corrélations entre différents paramètres mesurés des individus du thuya (hauteur, diamètre.etc.). La bonne corrélation est enregistrée dans l'ensemble des stations entre la hauteur et le diamètre où la corrélation dépasse les 60%. Ceci peut être expliqué par l'adaptation de cette espèce aux conditions de milieu, surtout le stress hydrique.

Les corrélations entre les paramètres morphologiques des organes et dans la majorité des cas, les résultats analytiques et histométriques obtenus nous montrent qu'il existe des corrélations bonnes, meilleures ou significatives, malgré le soin apporté au traitement statistique.

L'étude et les traitements des données histométriques nous ont permis d'identifier certaines corrélations entre les tissus et nous ont conduits à révéler l'existence d'une différence nette de l'épaisseur des tissus, en allant d'une station vers une autre et la relation entre certains tissus fondamentaux reste très forte pour assurer, la croissance de *Tetraclinis articulata*.

Pour donner des explications sur les variations des tissus, il faut avoir une idée sur la pédologie des stations, leur bioclimat et leur taux de recouvrement, parce que l'organisation et le développement des tissus vasculaires peuvent être influencés par les facteurs biotiques et abiotiques (la sécheresse, la nature du substrat, la texture d'un sol, le bilan hydrique...etc.).

les analyses pédologiques, physiques et chimiques réalisées sur nos échantillons, nous ont permis globalement d'arriver que la texture présente un taux de sable élevé par rapport aux autres composants, le pH est dans l'ensemble supérieur à 7 et reste alcalin, le pourcentage de l'humidité reste moyen, le calcaire est faible et varie d'une station à une autre et la conductivité

électrique indique une très faible salinité dans toutes les stations et le taux de matière organique décroît par suite de la dégradation de la couverture végétale.

Par ailleurs, l'analyse des résultats obtenus par l'AFC (Analyse Factorielle des Correspondances) a révélé la présence de différents groupements. Elle nous a permis de mieux appréhender certains facteurs écologiques. En effet, cette analyse a permis d'identifier trois groupements végétaux (A,B,C) qui se distinguent sur les plans factoriels. La diversité de ces groupements végétaux est expliquée par la variabilité des gradients écologiques notamment : L'humidité, la sécheresse, l'action anthropique qui est suivie par une forte dégradation des reliques forestières.

Après cette analyse, nous avons remarqué que le passage d'un groupement à un autre répond au déclenchement du processus de désertification dont les modalités diffèrent ; allant de la démantèlement jusqu'à la thérophytisation.

Enfin, la réalisation d'un essai d'une carte de répartition des groupements à *Tetraclinis articulata* dans le littoral de Honaine et dans la région de Tlemcen nous aide à apprécier l'état actuel de l'aire de répartition naturelle de ce taxon.

Vu l'importance de la dégradation qui est d'origine humaine et climatique, il est nécessaire de mettre en place une politique de conservation de ce patrimoine forestier et des pratiques sylvicoles judicieuses devraient être adoptées pour protéger la future récolte des semis de l'espèce étudiée. La réhabilitation des peuplements du thuya est donc possible avec des interventions de recépage ou même de plantation puisque sa production en pépinière est possible.

À cet effet, nous ne saurions terminer ce travail sans souligner le grave danger qui menace toutes les Tetraclinaies. La dégradation de ces écosystèmes est de plus en plus importante au fur et à mesure que s'accroît la poussée démographique. Ses causes sont bien connues : exploitation du bois et de la résine, incendies, parcours...etc. Actuellement, il ne reste que 17% de ce patrimoine forestier souvent considéré comme profondément dégradé sous forme de matorrals (**QUEZEL & MEDAIL, 2003**).

Les efforts fournis en Algérie pour la reconstitution des forêts sont restés vains, car faits sans méthodologie et sans concertation. Combien de solutions proposées n'ont jamais pu être réalisées parce que trop «théoriques» pour les mettre en pratique. La mise en place de structures de conservation s'avère par ailleurs généralement peu efficace, sauf lorsque des mesures strictes ont pu être prises. Bien qu'il soit toujours hasardeux de se risquer dans des opérations de prospective, il paraît donc toutefois possible de tenter de tracer les grandes lignes d'évolution des matorrals de l'Algérie à conserver. Il est donc urgent d'inventorier et de conserver les biotopes naturels de ce taxon en se basant sur les moyens d'investigation les plus fiables.

En effet, les nouvelles orientations mondiales pour la conservation de la biodiversité et le développement durable des écosystèmes ont mené les forestiers à réviser leur conception de la valeur des essences et à se pencher davantage sur leur intérêt écologique (**DAHMANI, 1997**).

La réintroduction du Thuya dans les reboisements est possible et vivement conseillée non seulement pour les premiers besoins en bois de service des populations, mais aussi pour la protection des sols des bassins versants de la région de Tlemcen.

Néanmoins, nous pouvons suggérer qu'elle pourrait être améliorée notamment par la prise en compte de divers paramètres, tels que la provenance des semences, leur stockage, le choix des ambiances bioclimatiques, les types de sols à ensemercer, le mode d'ensemencement.

Cependant, cette richesse phytogénétique n'est pas uniforme et est exposée à un grand danger de disparition. D'ailleurs, cette protection ou réhabilitation de la végétation dans les terrains de pâturage doit être effectuée dans le cadre d'une approche systémique et globale (**RAHMI et al., 2000**).

Elle peut permettre par le biais de certaines techniques (mises en repos et collecte des eaux pluviales), la restauration du tapis végétal naturel, l'amélioration de la couverture du sol par plusieurs espèces végétales et l'augmentation de la phytomasse (**ACHERKOUK et MAATOUGUI, 2008**).

Selon le même auteur, le succès de ces aménagements dépend de tout un faisceau d'action dont certaines dépendent du législateur et du décideur ; celles qui sont du ressort du praticien de terrain, nécessairement en aval, doivent prendre en compte l'état actuel des principaux attributs vitaux du système pour rechercher en fonction du niveau de connaissance les opportunités pour réorienter efficacement le système.

Cependant, il faut souligner que pour définir une stratégie de conservation des écosystèmes en général dans la perspective d'une gestion soutenable, il est nécessaire de tenir compte de toutes les composantes, qui déterminent les significations écologiques, biogéographiques et évolutives de ces formations. En effet, **DAHMANI, (1997)** a souligné que ces actions nécessitent au préalable, une bonne connaissance de la végétation et du milieu.

Compte tenu des résultats de nos investigations, des mesures d'urgence et des actions sont proposées et doivent s'inscrire dans le cadre d'un aménagement écosystémique concerté.

Des stratégies qui s'inspirent des techniques traditionnelles ont permis avec succès de surmonter des crises climatiques dans le passé.

Contraintes techniques à prendre en considération dans ces milieux :

- * Les facteurs climatiques où domine une période de sécheresse assez longue et des précipitations faibles concentrées en une seule période ;

- * Une très mauvaise utilisation des terres souvent en totale inadéquation avec les potentialités ;

- * La pratique d'un élevage traditionnel agissant sur tous les espaces, mais constituant un impact économique déterminant ;

- * Des données physiques (sols, orographie) et biologiques (végétation et population) peu clémentes.

Conclusion générale et perspectives

Les effets escomptés sont les suivants :

- * Préservation des ressources naturelles ;
- * Réhabilitation du milieu forestier ;
- * Désenclavement des zones agricoles ;
- * Augmentation de la superficie des terres irriguées ;
- * Récupération de l'espace perdu ;
- * Création d'emplois directs.

Le problème de pâturage reste le plus délicat à résoudre dans la région. Dans ce cas, les services concernés envisagent une organisation pastorale efficace pour limiter les dégâts au niveau des forêts et des matorrals dégradés, dont les actions, sont :

- * Interdire le pâturage pendant 06 à 07 ans dans les parcelles mises en restauration ;
- * Autorisation d'un pâturage contrôlé dans les parcelles débroussaillées (le bétail sera exclu des endroits semés) ;
- * Aménagement des sites de pâturage hors le massif forestier ;
- * L'installation des cultures performantes dans les clairières, ce qui permettra la production massive d'unités fourragères ;
- * Dans le cadre de l'opération d'écodéveloppement, les conservations des forêts devront encourager les riverains à changer leurs pratiques par la plantation fruitière et rustique ainsi que les cultures fourragères.

Dans les zones conservées et celles dominées par les arbustes, il y a lieu de procéder à des mises en défens périodiques, à la limitation des quantités de glands ou graines ramassés, à un crochetage du sol, à la mise en terre des glands et à l'ensemencement des glands de *Quercus suber* ou *Quercus ilex* dans les matorrals à *Ampelodesma mauritanicum*, *Chamaerops humilis*, *Cistus salviifolius...*etc.).

Dans les espaces presque totalement déboisés, on préconise un ensemencement en graines des espèces arbustives et le semis direct de semences du Chêne-liège, de Pin maritime, de Pin pignon, de Pin d'Alep et de chêne zéen dans les situations qui leur sont favorables ou bien la plantation de jeunes plants élevés en pépinière; les débroussailllements devront être dosés finement selon le type de plants.

L'examen de la situation actuelle amène au développement des axes d'intervention dans deux directions :

- * Au niveau des formations forestières existantes ;
- * Au niveau des surfaces à vocation forestière ;
- * Au niveau des formations forestières.

En ce qui concerne les formations forestières existantes, trois points sont indispensables :

- * Topper le processus de dégradation ;
- * Opter pour des actions de préservation ;
- * Réhabiliter l'espace forestier.

D'autres opérations de reboisements doivent être opérées dans les vides, bien sûr en adoptant le principe d'utiliser des essences différentes. La monoculture des résineux favorisée par les facteurs anthropiques, la xérite du climat, est certes rentable à court terme.

Cependant, les conséquences à moyen et à long terme ne permettront plus les productions de bois prévisionnelles planifiées par les forestiers, et le sol devient impropre à toute culture forestière (**HELLAL *et al.*, 2004**).

Une meilleure connaissance des problèmes et des facteurs du déclin de ces groupements peut contribuer à la protection de la phytodiversité de cette région. La conservation de la diversité biologique demande un engagement résolu et des efforts importants pour relever les défis suivant : arrêt de la dégradation des écosystèmes, restauration des zones dégradées, sauvegarde des espèces menacées d'extinction.

Enfin, on peut conclure que les matorrals de la zone d'étude à thuya de Berbérie risquent de n'être que des souvenirs. Il est donc très important de réfléchir sur les différents aménagements d'équipement et de sensibilité au sens large, afin de trouver un nouvel équilibre par les moyens mobilisés et le choix des gestions proposées.



Références bibliographique

Références bibliographique

1. **AAFI A., 2003** - Richesse et diversité floristique du Parc National de Talassemtane. Revue du Muséum d'Histoire Naturelle de Marrakech, *Naturalia Maroccana*, Vol. 1, N° 1: 45-48.
2. **AAFI A., A. ACHHAL EL KADMIRI, A. BENABID & M. ROUCHDI ; 2005** – Richesse et diversité floristique de la subéraie de la Mamora (Maroc). *Acta Botanica Malacitana*, 30 : 127-138.
3. **ABDELKRIM H., 1984** - Approche phytoécologique et phytosociologique de quelques nappes alfatières de la région de Djelfa et Tébessa. Thèse magister, Inst. Nat. Agro., Alger, 128 p.
4. **ABI SALEH B., 1988** - Etude phyto-sociologique, phyto-dynamique et écologique des peuplements sylvaux du Liban. Signification bioclimatique et essai de cartographie dynamique. Thèse Doct. Es Sciences. Aix-Marseille III, 184 p.
5. **ACHERAR M ; 1981**- La colonisation des friches par le pin d'Alep (*Pinus halepensis Mill.*) dans les basses garrigues du Montpelliérais. Thèse 3^{ème} cycle. Université des Sciences et Techniques du Languedoc, 210 p.
6. **ACHERKOUK M. & MAÂTOUGUI A ; 2008** - Techniques de collecte des eaux pluviales: impact en zone aride de l'Orient. *Agriculture du Maghreb*, revue professionnelle filières fruits, légumes, céréales et élevage, N°30, Rabat (Maroc). Pp: 77-79.
7. **AIDOU A, SLIMANI H, AIDOU - LOUNIS F, et TOUFFET J; 1999** - Changements édaphiques le long gradient d'intensité de pâturage dans une steppe d'Algérie. *Ecologia mediterranea*, 25 (2) :163-171.
8. **AIDOU A., 1983** - Contribution à l'étude des écosystèmes steppiques du Sud-Oranais : phytomasse, productivité primaire et applications pastorales. Thèse Doct. 3^e cycle. Univ. Sci. Tech. H. BOUMEDIENE, Alger, 245 p + annexes.
9. **AIME S., BONIN G., CHAABANE A., LOISEL R. et SAOUDI H., 1986** - Contribution à l'étude phytosociologique des zénaies du littoral algéro-tunisien. *Ecologia Mediterranea*, 12 (3-4) : 113-131.
10. **AIME, S., 1991** - Etude écologique de la transition entre les bioclimats sub-humide, semi-aride et aride dans l'étage thermoméditerranéen du tell oranais Algérie nord occidentale). Thèse d'état : Univ. Aix-Marseille3. 190 p. et annexe.
11. **AINAD Tabet M., 1996** - Analyses écofloristiques des grandes structures de végétation dans les monts de Tlemcen (Approche phyto-écologique). Thèse Mag. ISN., Univ.Tlemcen. 111 p.
12. **ALCARAZ C., 1969** - Etude géobotanique du pin d'Alep dans le tell Oranais. Th. Doct. 3^{ème} cycle. Fac. Sc. Montpellier. 183 p.
13. **ALCARAZ C., 1977**- Carte de la végétation d'Oran au 1/500.000. Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord. Univ. Alger.
14. **ALCARAZ C., 1982** - La végétation de l'Ouest algérien. Thèse d'état : Univ. Perpignan. 415 p. Annexes. Cartes. Tableaux.
15. **ALCARAZ C., 1991** - Contribution à l'étude des groupements à *Quercus ilex* sur terra rossa des Monts du TESSALA (Ouest Algérien). *Ecologia Mediterranea XVIII* : 1- 10.

16. **ALCARAZ. C; 1992** - Recherche géobotaniques sur la végétation de l'Ouest algérien avec carte au 1/500.000. Bull. soc. Hist. Nat. Afr. Nord 67, 1- 2. Alger.
17. **AMARA M; 2008** - Contribution à l'étude de *Pistacia atlantica Desf.* Dans le Nord-Ouet Algérien : Aspects écologiques et cartographie.Mém.Mag. Univ Tlemcen 150p.+carte
18. **AMARA, M; 2014** - Contribution à l'étude des groupements à *Pistacia atlantica Desf. subsp. atlantica* dans le Nord-Ouest algerien. Thèse Doct. Univ. Tlemcen 224p. + carte.
19. **AMIRECHE H., 1984** - Etude de l'érosion dans le bassin versant de Zerbazas (Tell Constantinois, Algérie). Thèse Doct. 3ème cycle. Aix Marseille II. 189 p.
20. **AMRANI S.M; 1986** - Contribution à l'étude de la mise en valeur des zones steppiques. Thèse de Magistère en écologie. Fac, Sci. univ Tlemcen. 24,26,53p.
21. **AMRANI S.M., 1989-** Contribution à l'étude de la mise en valeur des zones steppiques d'El-Gor (Region Sud de Tlemcen). These de Magistere en Ecologie vegetale. Univ. Tlemcen. 210 p + Annexe.
22. **ANNE P., 1945** - Sur le dosage rapide du carbone organique des sols. Ann. Agron. annexes. annuelle dans quelques stations arides Algériennes. Séch.Sci.Chang. Plan. Vol18, (4) : 314-320.
23. **ANONYME; 2002** - Les conifères, 10p.
24. **ARAHOU M; 1982** - Contribution à l'étude écologique des Arthropodes frondicoles du thuya (*Tetraclinis articulata Vahl. Benth*) dans le Plateau central marocain. Thèse Doc. Spéc. Univ. Aix-Marseille III, 109 p.
25. **AUBERT G., 1951-** Les sols des régions semi-arides d'Afrique et leur mise en valeur. U. N. E. S. C. O. Colloques ; Stockholm, juillet 1950, p : 11-25.
26. **AUBERT G., 1978** - Méthodes d'analyses des sols, centre national de documentation pédologiques. CNDP Marseille 198p. augmentée. I.N.R.A. Paris. P 257.
27. **AUBERT G., 2007** - Rôle des facteurs du milieu dans la différenciation de la couverture végétale en milieu continental terrestre au sein de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur. l'Office National des Forêts Agence Départementale du Var. 35p.
28. **AYACHE F. et BOUAZZA M., 2008** - Les groupements forestiers, pré-forestiers et matorrals de la région de Tlemcen : diversité et endémisme. Technologies de l'environnement et développement durable.
29. **AYACHE F; 2007** - Les résineux dans la région de Tlemcen (Nord- Ouest algérien) : aspects écologiques et cartographie. Thèse magistère. Univ. Abou. Bekr. BELKAID-Tlemcen. Fac. Sci. Départ. Bio. Lab. Eco. Gest. Ecosys. Nat. 223 p + Annexes.
30. **BABALI B; 2014** - Contribution à une étude phytoécologique des monts de Moutas (Tlemcen- Algérie occidentale) : Aspects syntaxonomique, biogéographique et dynamique. Thèse Doc. Univ. Abou. Bekr. BELKAID-Tlemcen. Fac. Sci. Départ. Bio. Lab. Eco. Gest. Ecosys. Nat. 198 p + Annexes.
31. **BAGNOULS F et GAUSSEN., 1953** - Saison sèche et indice xérothermique Bull.Soc.Hist. Nat. Toulouse. 88 5364.
32. **BAIZE D., 2000** - Guide des analyses en pédologie. 2eme édition Revue et augmentée. Edit.INRA.

33. **BAKOUR R; 2003** - Influence de l'espèce et de la provenance des deux principaux chênes Français (*Quercus robur* L. *Quercus petraea* Liebel) sur la structure anatomique et les propriétés physiques du bois de Merrain. Thèse de doctorat. École nationale du Génie rural, des Eaux et des Forêts, centre de Nancy : 150-156.
34. **BARBERO M, QUEZEL P, LOISEL R; 1990** - Les apports de la phytoécologie dans l'interprétation des changements et perturbations induits par l'homme sur les écosystèmes forestiers méditerranéens. Forêt med. T.XII. N°3: 194-216.
35. **BARBERO et LOISEL., 1980** - Le chêne vert en région méditerranéenne. Rev. For. Fr. 32 p.
36. **BARBERO M ; BONIN G ; LOISEL R et QUEZEL P; 1992** - La dynamique du couvert végétal en région méditerranéenne. Séquences secondaires et matorralisation. In « Montagnes et forêts méditerranéennes ». Agriculture et transformation des terres dans le bassin méditerranéen. Icalpe éd. Le Bouget- du - Lac : 115- 128.
37. **BARBERO M , LOISEL R et QUEZEL P; 1995** - Les essences arborées des îles méditerranéennes. Leur rôle écologique et paysages. Ecologia Méditerranæa. XXI (1/2) Pp : 55-69.
38. **BARBERO M et QUEZEL P., 1989** - Contribution à l'étude phytosociologique des matorrals de la méditerranée orientale. Lazoco II. pp : 37- 56.
39. **BARBERO M et LOISEL R; 1997-** Écologie de paysage : Expression synthétique des hétérogénéités spatio-temporelles et fonctionnelles. Revue Internationale. Ecol. Méd. 23. Pp : 3-6.
40. **BARBERO M et QUEZEL P., 1990** - Les essences arborées des îles méditerranéennes : leur rôle écologique et paysages. Rev. Ecol. Med. XXI (1/2).
41. **BARBERO M, LOISEL R et QUEZEL P., 1988** - Perturbations et incendies en région méditerranéenne française - in JACA & HUESCA : 409-419.
42. **BARBERO M, MEDAIL F, LOISEL R et QUEZEL P., 2001** - Signification biogéographique et biodiversité des forêts du bassin méditerranéen. Bocconea, 13: 11-25.
43. **BARBERO M, QUEZEL P et RIVAS - MARTINEZ S; 1981** - Contribution à une étude des groupements forestiers et près-forestiers du Maroc .Phytocoenologia.9-30 Stuttgart Pp : 311-412.
44. **BARKA F; 2001** - Caractéristiques floristiques des deux espèces d'Erica dans la région de Tlemcen (*Erica arborea* ; *Erica multiflora*). Mémoire d'ingénieur Ecologie végétale. Univ. Aboubekr Belkaïd. Tlemcen. 194 p + annexes.
45. **BARKA F; 2009** - Contribution à l'étude de la biodiversité végétale dans le Parc National de Tlemcen et la stratégie de préservation pour un développement durable. Thèse de Doc en Foresterie. Univ. Aboubekr Belkaïd. Tlemcen. 232 p.
46. **BATTANDIER J.A. et TRABUT L., 1888** - Flore de l'Algérie Monocotylédones. 286 p.
47. **BATTANDIER J.A et TRABUT L., 1890** - Flore de l'Algérie ancienne flore d'Alger transformée ; corolliflores et apétales, paris, librairie .F.
48. **BAUMGARTNER N., 1964** - Etude phytosociologique des massifs forestiers du Sahel de Tipaza. Bull. SOC. Hist. Nat. Afri. N° 56.Facul. Sci. Uni. Alger. Pp : 98-164.
49. **BAUMGARTNER N; 1965** - Etude phyto-sociologique des massifs forestiers du sahel. Bull. Soc. Hist.Nat. Afr.N° 56 : 98- 164. Faculté des sciences. Univ. D'Alger.

- 50. BEGUIN C, GEHU J.M. et HEGG O., 1979** - La symphytosociologie : Une approche nouvelle des paysages végétaux. *Doc. Phytos.* N.S. 4. pp 49-68. Lille.
- 51. BENABADJI N, BOUAZZA M, et MAHBOUBI A; 2001** - L'impact de l'homme sur la forêt dans la région de Tlemcen (Oranie, Algérie)- Forêt Méditerranéenne XXII.N°3. La forêt de Tlemcen Algérie. PP : 264-274.
- 52. BENABADJI N et BOUAZZA M., 2000** - Contribution à une étude bioclimatique de la steppe à *Artemisia herba-alba* Ass. Dans l'Oranie (Algérie occidentale). *Revue Sécheresse* - 2000 ; 11 (2) :117- 123.
- 53. BENABADJI N et BOUAZZA M., 2002** - Contribution à l'étude du cortège floristique de la steppe au Sud d'El Aricha (Oranie, Algérie). *Sci. Tech.* N° spécial D. pp : 11-19.
- 54. BENABADJI N., 1991** - Etude phyto-écologie de la steppe à *Artemisia inculta* au sud de Sebdou (Oranie-Algérie). Thèse. Doct. Sciences et technique. St Jérôme. Aix-Marseille III, 119P.
- 55. BENABADJI N., 1995** - Etude phyto-écologique de la steppe à *Artemisia herba-alba* Asso. Et à *Salsola vermiculata* au Sud de Sebdou (Oranie - Algérie). Thèse Doct. Es. Sci. Univ. Tlemcen. 158 p + annexes.
- 56. BENABADJI N., BOUAZZA M., METGE G. ET LOISEL R., 2004** - Les sols de la steppe à *Artemisia herba-alba* Asso. Au sud de Sebdou (Oranie, Algérie). Synthèse N° 13 pp 20-28.
- 57. BENABDELI K ; 1983-** Mise au point d'une méthodologie d'appréciation de la pression anthropozoogène sur la végétation dans la massif forestier de Télagh (Algérie). Thèse Doc. Sp. Aix Marseille III.
- 58. BENABDELI K; 1992** - Le thuya une essence noble en voie de disparition. *Revue El Ardh.* N° 21: 38-42.
- 59. BENABDELLAH M.A; 2002** - Contribution à l'étude éco-dendrométrique du Thuya de berberie (*Tetraclinis articulata*. Vahl Master) dans la région de Ain Ghoraba (W. Tlemcen). Thèse. Ing. Forest. Univ. Tlemcen, 92 p + Annexes.
- 60. BENABDELLI K., 1996** - Aspects physionomico-structural et dynamique des écosystèmes forestiers face à la pression anthropozoogène dans les Monts de Tlemcen et les Monts de Dhaya (Algérie septentrionale occidentale). Thèse Doc. Es Sc. Univ. Sidi Bel Abbes. T. 1, T. 2, Annexes. 356 p.
- 61. BENABID A, BARBERO M, LOIZEL R, QUEZEL P et RIVAS- MARTINEZ S; 1988** - Contribution à l'étude des groupements non forestiers du Moyen Atlas central (Maroc), *Bull. Inst. Sc. Rabat*, 12 : 79-98.
- 62. BENABID A., 1976** - Etude écologique, phytosociologique et sylvopastorale de la tetracliniaies. Thèse, Université de Droit, Economie et Science, Marseille, France, 1976.
- 63. BENABID A; 2000** - Flore et écosystème du Maroc : évaluation et préservation de la biodiversité. Ibis Press, Paris, 357 p.
- 64. BENABID A., 1985** - Les écosystèmes forestiers, pré-forestiers et pré-steppiques du Maroc: Diversité, répartition biogéographique et problèmes posés par leur aménagement. *Forêt Méditerranéenne*. Tome VIII n1. Pp : 53-64.
- 65. BENABID A, FENNANE M., 1994** - Connaissance sur la végétation du Maroc : phytogéographie et séries de végétation, *Lazaroa*, 14 :21-97.

- 66. BENEST M., 1985** - Evolution de la plateforme de l'Ouest algérien et du Nord-Est Marocain au cours du Jurassique supérieur et au début du Crétacé. Stratigraphie, milieux De dépôt et dynamique sédimentaire. Thèse. Doc. Es. Sc. Lyon, Fasc 1 et 2, 585p.
- 67. BENHAMOU M; 1983** - Stratigraphie et milieux de dépôts du Jurassique inférieur et moyen des Béni-Ouarsous et des Béni-Khallad (Massif des Traras, Oranie W). Thèse 3ème cycle, Univ. d'Oran, 168 p., 56 fig., 8 p.
- 68. BENHASSAINI H., 2003** - Contribution à l'étude de l'auto-écologie de *Pistacia atlantica* Desf. Ssp. *Atlantica* et valorisation ». Thèse de Doctorat. Faculté des Sciences, département des Sciences de l'Environnement, Université de Sidi Bel abbés. 83 pages.
- 69. BENISTON NT et WS ; 1984** - Fleur d'Algérie. Alger, 359 P.
- 70. BENZECRI J.P., 1973.-** L'analyse des données. La taxonomie. Ed. Dunod, Paris. Tome 1-2, 1294 p.
- 71. BENZECRI J.P., 1980.** – L'analyse des données. Tome II, l'analyse des correspondances. Dunod, Paris.
- 72. BERLYN.G.P ET MICSCHE. J.P; 1976** - Botanical microtechnique and cytochemistry, The Iowa state university, Press Ames Iowa. 450 p.
- 73. BERRAYAH M., 2004** - Analyse de la dynamique des systèmes et approche d'aménagement intégré en zones de montagnes. Cas des Monts des Traras (w.Tlemcen). Mem. Mag. For. Univ. Tlemcen, 179p.
- 74. BERTRAND A., 2009** - Home. Documentaire scientifique.
- 75. BESTAOUI KH., 2001** - Contribution à une étude syntaxonomique et écologique des Matorrals de la région de Tlemcen. Th. Magistère en biologie. Ecol. Vég. Dép. Bio. Fac. Sci. Univ. Abou Bakr Belkaïd. Tlemcen. 184 p + annexes.
- 76. BONIN G., GAMISANS J. et GRUBER M., 1983** - Etude des successions dynamiques de la végétation du massif de la Sainte-Baume (Provence). Ecol Medit., 9 (3-4), 129-171.
- 77. BONIN G. & TATONI TH., 1990.-** Réflexions sur l'apport de l'analyse factorielle des correspondances dans l'étude des communautés végétales et de leur environnement. Ecol. Medit., 16, 403-414.
- 78. BONNIER G., 1990** - La grande flore en couleur, Ed. Belin ,France, Index, 4 tomes planches d'espèces, Paris , 1401p.
- 79. BOUABDELLAH H., 1991** - La végétation steppique sur sol salé des hautes plaines du sud Algérien. Composition, structure et protection. Thèse DEA, Univ. Paris Sud, France 243p.
- 80. BOUAZZA M., BENABADJI N, LOISEL R., METGE G., 2004** - Caractéristiques édaphiques des groupements steppiques à *Stipa tenacissima* L; Synthèse n°13 juin 2004:Univ. Tlemcen .Fac.Sci.Dép.Bio et Univ Marseille St Jérôme.Lab.Eco.
- 81. BOUAZZA et BENABADJI., 2008** - Evolution climatique et dynamique des écosystèmes naturels de l'Algérie occidentale. 120^{ème} congrès de l'A.F.A.S « changement climatique et biodiversité » (22-23 Mai 2008),Paris,pp :15.
- 82. BOUAZZA M; 1990** - Quelques réflexions sur le zonage écologique et l'importance des facteurs édaphiques des peuplements steppiques. Communication séminaire Maghrébin, Tlemcen-Algérie.

83. **BOUAZZA M , MAHBOUBI A , LOIZEL R et BENABADJI N; 2001** - Bilan de la flore de la région de Tlemcen (Oranie- Algérie) - Forêt Méditerranéenne XXII.N° 2,7, Pp : 130-136.
84. **BOUAZZA M et BENABADJI N; 1998** - Composition floristique et pression.
85. **BOUAZZA M., 1991** - Etude phytoécologique de la steppe à *Stipa tenassicima L.* et à *Lygeum spartum L.* au sud de Sebdou (Oranie-Algérie).Thèse de doctorat. Univ Aix- Marseille 119P.
86. **BOUAZZA M., 1995** - Etude phytoécologique de la steppe à *Stipa tenassicima L.* et à *Lygeum spartum L.* au sud de Sebdou (Oranie-Algérie).Thèse de doctorat. Es-sciences Biologie des organismes et populations. Univ. Tlemcen. 153P.
87. **BOUAZZA M, BENABADJI N et MAHBOUBI A., 1996** - L'espace steppique et l'influence anthropozoogène dans la région de Sebdou. Rev. Cult pop. 5, Tlemcen.
88. **BOUAZZA M, BENABADJI N, LOISEL R. ET METGE G., 2004** - Evolution de la végétation steppique dans le Sud-ouest de l'Oranie (Algérie). Rev. Ecol. Med. Tome 30, Fasc. 2 : 219-231.
89. **BOUDY P; 1952-** Guide du forestier en Afrique du Nord. Ed. Maison Rustique.
90. **BOUDY P., 1948** - Economie forestière nord-africaine. Milieu physique et milieu humain, Tome 1, édit. Larose, Paris.
91. **BOUDY P., 1950** - Economie forestière Nord-Africaine., Monographie et Traitement des essences.Ed.la rose. Paris, p:29-249.
92. **BOUDY P., 1955** - Economie forestière Nord-Africaine. T. 1: Description forestière de l'Algérie et de la Tunisie.
93. **BOUKRERIS F., 2008** - Contribution à l'étude des insectes gallicoles des chênes (*Hymenoptera, Cynipidae*) dans le massif forestier Zariéffet – Hafir (Tlemcen).Mem.Mag.For.Univ.Tlemcen, 67p. Annexes. 356 p.
94. **BRAUN-BLANQUET J; 1931** - Aperçu des groupements végétaux du Bas Languedoc. Communication S.I.G.M.A. n°9 Marseille p : 35-40.
95. **BRAUN-BLANQUET J; 1947** - Les groupements végétaux supérieurs de la France. *In* Braun-Blanquet, Emberger & Molinier : Instructions pour l'établissement de la carte des groupements végétaux, Montpellier, 19-32.
96. **BRAUN-BLANQUET. J; 1952** - Phytosociologie appliquée. Comm. S.I.G.M.A, n°116.
97. **BRAUN-BLANQUET J; 1953** - Irradiations européennes de la végétation en kroumirie. Végétation Acta - Geobot. 4 (3) : PP .182 - 194.
98. **BURGAN R. et ROTHERMERL R., 1984** - Phyto-volume, Phytomasse et relations structurales chez quelques arbustes méditerranéens. Ann. Sci. Fasc. 79 p.
99. **BURGER M; 1957** - Photographie aérienne et aménagement de territoire. Ed. dunod. Paris, C.N.R.S. Paris, 297p.
100. **CAMEFORT H., 1977** - Morphologie des végétaux vasculaires: cytologie anatomie-adaptation Doin Ed. Paris. P : 92-150.
101. **CASAGRANDE A., 1934** - Die oraemeter methodzûr bestimmung der koruverbeilung von boden. Berlin. 66 p.
102. **CELLES J. C; 1975** - Contribution à l'étude de la végétation des confins saharo-constantinoises (Algérie) . Thèse doct. Etat Univ. Nice, (1975), 364 p.

103. **CHAABANE A., 1993** - Etude de la végétation du littoral septentrionale de Tunisie : typologie, syntaxonomie et éléments d'aménagements. Thèse Doct. Sc. Univ. Aix Marseille III. 205p + annexes.
104. **CHIALI L., 1999** - Essai d'une analyse syntaxonomique des groupements matorral dans la région de Tlemcen. Mémoire d'Ing. Univ. Abou Bakr Belkaid. Tlemcen. 126 p.
105. **CIBOIS P., 1983** – L'analyse factorielle. Ed. Que sais-je ?. 43p.
106. **CHRISTIAN AUBERT; 2004** - Interventions sur le site du forum Microskopia depuis 2004. www.web-artisau.com/microscopie consulté le 24 mars 2011.
107. **COLLARDET J et BESSET J., 1992** - Bois commerciaux. Feuillus des zones tempérées. Tome II, Vial H. & centre Technique du bois de l'Ameublement, Dourdan, 400 p.
108. **CONRAD V., 1943** - Usual formulas of continentality and their limits of Validity. *Frans. Ann. Geog-Union*, XXVII, 4. p: 663 - 664.
109. **CORDIER B ; 1965** – L'analyse factoriel des correspondances. Thèse spèc. Univ. Rennes. 66p.
110. **COSSON E., 1853** - Rapport sur un voyage botanique en Algérie d'Oran au Chott el Chergui. *Ann. Sci. Nat. 3eme. serie* : 19-92P.
111. **CRETE. P; 1965** - Le bioclimat méditerranéen, caractères généraux, modes de classification. *Végétation*, 34 : 1-20.
112. **DAGET PH, 1977**- Le bioclimat méditerranéen: caractères généraux, mode de caractérisation. *Végétation*. 34: 1-20.
113. **DAGET PH., 1980** - Un élément actuel de la caractérisation du monde méditerranée : le climat. *Nat. Monsp.* , H.S. 101 : 1-126.
114. **DAGET P. & POISSONET J, 1978.**- Le statut thérophytique des pelouses méditerranéennes du Languedoc. *Coll. Phytos*, VI.
115. **DAGNELIE P., 1965** - Contribution à l'étude des communautés végétales par l'analyse factorielle. *Bull. Serv. Carte Phytogéogr.*, série B., 5 (1), 7-71 et (2), 93-195.
116. **DAGNELIE P., 1970** - Théorie et méthode statistique-Vol.2 Ducolot, Gembloux, 415 p.
117. **DAHMANI M; 1997** - Le Chêne Vert en Algérie. Syntaxonomie, Phytoécologie et dynamique des peuplements. Thèse Doct. Es-Sci. En Ecologie. Inst. Sc. Nat. Univ. Sc. Et . Tech Houari Boumediène (USTHB) Alger, 329 P + Ann.
118. **DAHMANI M., 1984** - Contribution à l'étude des groupements à chêne vert des monts de Tlemcen (Ouest algérien). Approche phytosociologique et phyto-écologique. Thèse Doct. 3^o Cycle : Univ. H. BOUMEDIEN, Alger. 238 p+ ann.
119. **DAHMANI M., 1989** - Les groupements végétaux des Monts de Tlemcen (Ouest algérien) : Syntaxonomie et phytodynamique. *Biocenoses*, 4 (1/2) : 28-69.
120. **DAHMANI M., 1996** - Groupements à chêne vert et étages de végétation en Algérie. *Ecologia Mediterranea*. XXII (3/4) : 39-52.
121. **DAHMANI-MEGREROUCHE M., 1997** - Le chêne vert en Algérie. Syntaxonomie, phytosociologie et dynamique des peuplements. Thèse doct. ès-sciences. Univ. Houari Boumediène. Alger. 329 P + annexes.

122. **DAJOZ R., 1982** - Précis d'écologie. Ecologie fondamentale et appliquée. Quatrième Ed. Gauthiers villars. Bordas. Paris. 493p.
123. **DAKAK, J.E; 2002** - La qualité du bois de thuya de Maghreb (*Tetraclinis articulata*) et ses conditions de développement sur ses principaux sites phytoécologiques de son bloc méridional au Maroc, Thèse Engref, Nancy, France, 2002.
124. **DANIN A .et ORSHAN G; 1990** -The distribution of RAUNKIAER Life formse in Israel In relation and fiedin vestigations. Journal of vegetation science 5: 347-354.
125. **DE JONC E., BALLANTYNEA.K, CAMERON D.R. et READD. W., 1979** - Measmement of Apparent Electrical Conductivity of Soils by an Electromagnetic Probe to Aid Salinity Surveys. Soil Sci. Soc. Sun. J. 43: 810-812.
126. **DEBAZAC E. F; 1959** - La végétation forestière de la Kroumirie. Ann. de l'Ecole Nationale des eaux et forêts de Nancy. Tome XVI(2) :131p+cartes.
127. **DEBRACH J., 1953** - Notes sur les climats du Maroc occidental. Maroc médical 32 (342) : 1122-1134p.
128. **DEMALSY-FELLER P. et M-J., 1990** - Les plantes à graines : Structure, Biologie, Développement. Ed. A. Colin, Paris, 334 p.
129. **DEMARTONNE E., 1926** - Une nouvelle fonction climatologique : l'indice d'aridité. La météo : 449- 459.
130. **DEMELON A; 1968** - Croissance des végétaux cultivées : principes d'agronomie. Tome II dunod, paris pp. 545-548.
131. **DEMELON A., 1966** - Principes d'agronomie. Dynamique du sol. Tome I. Ed. Dunod. 502 P.
132. **DETIENNE P., 1988** - Cours illustre d'anatomie de bois.france.centre technique forestière tropical ,47p.
133. **DEYSSON G., 1975** - Cours de Botanique des plantes vasculaires, organisation et classification des plantes vasculaires .Ed . SEDES, Paris.
134. **DEYSSON G., 1967** - Organisation et classification des plantes vasculaires cours de botanique générale. Paris Sème. Tome II. 423P.
135. **DJEBAILI S., 1978** - Recherche phytoecologiques et phytosociologiques sur la végétation des hautes plaines steppiques de l'atlas saharien Algérien. Thèse. Doct. Univ. Sci. et Tech. du Languedoc, Montpellier, 299 p+annexes.
136. **DJEBAILI S., 1984** - Steppe Algérienne, phytosociologie et écologie O.P.U. Alger 127P.
- 137.**DRENOU C; 2006** - Les racines: face cachée des arbres. Forêt privée française, 2006. 335 Pp.
138. **DREUX ; 1980** - Précis d'écologie. Ed. Presses Universitaires de France. Paris, 231p.
139. **DUBIEF J.; 1959** - Le climat du sahara.Mem. Inst.Rech.Sahara Alger, 2tome :314+275 P.
140. **DUCHAUFOR P., 1983** - Pédologie, T.I: Pédogénèse et classification, Ed. Masson.
141. **DUCHAUFOR P.H., 1977** - Pédologie et classification. Edit. Masson, Paris. 477p.
142. **DUCHAUFOR PH; 2001** - Introduction à la science du sol. Sol, végétation, environnement, 6^{ème} édition de l'Abrégé de pédologie. Edition Dunod. 324p.

143. **DUCHAUFOR PH. et TOUTAIN F., 1985** - Apport de la pédologie à l'étude des écosystèmes. Bull. Ecol. T. 17 (1) pp. 1-9.
144. **DUCHAUFOR PH., 1984** - Pédologie 1 : pédogénèse et classification. Masson & C^{ie}Editeurs. 2ème édition 477 p.
145. **DURAND J. H., 1959** - Les sols d'Algérie. Extrait du Bulletin Technique d'Information des Ingénieurs des Services Agricoles N° 142 Juillet – Août.
146. **DURAND J.H., 1954** - Les sols d'Algérie, Alger S.E.S; 243P.
147. **DURAND JH., 1958** - Les sols irrigables (étude pédologique). Alger.
148. **DURIETZ E; 1920** - Zur methodologischen Grundlage der modern pflanzezoologie. Uppsala, 252p.
149. **EL MOURIDI M; 2011**- Caractérisation mécanique de la loupe de thuya (*Tetraclinis Articulata* (Vahl) Masters) en vue de sa valorisation. Thèse doc à l'Universite Montpellier II. Ecole Doctorale : Information, Structures, Systèmes.Pp121.
150. **ELHAMROUNI A ; 1992** - La végétation forestière et préforestière de la Tunisie. Typologie et éléments pour la gestion. Thèse Doc Etat. Univ. Aix Marseille III.
151. **ELHAMROUNI A; 1978** - Etude phytoécologique et problèmes d'utilisation et d'aménagement dans les forêts de pin d'Alep de la région de Kasserine. (Tunisie centrale). Dopct. Sp. Univ. Aix Marseille III.
152. **EL-HAMROUNI A., LOISEL R., 1979** - Notes phytosociologiques Nord Africaines, contribution à l'étude de la tétraclinaie Tunisienne des groupements des Djbel BOUKORMINE et RESSAS. Ecol. Médit., 4, 133 - 139.
153. **ELLENBERG H., 1956** - Aufgaben und Methodender vegetation Skunde, Ulmer, Stuttgart, 136 p.
154. **ELMI S., 1970** - Rôle des accidents décrochant de direction SSW-NNE dans la structure des Monts de Tlemcen (Ouest Algérien).Rev.Géo.bot.42 pp:341-404.
155. **EMBERGER L; 1938** - Aperçu général su la végétation du Maroc. Commentaire de la carte phytogéographique. Bull. SX. Hist. Nat. Toulouse, 77 pp : 97 – 124.
156. **EMBERGER L; 1952** - Sur le quotient pluviothermique. Compte. Rendu Acad. Sc. 234 : p. 2508-2510.
157. **EMBERGER L., 1930** - Sur une formule climatique applicable en géographie botanique.C.R. Acad. Sc., 191, pp: 389-390.
158. **EMBERGER L., 1936** - Remarques critiques sur les étapes de végétation dans les montagnes marocaines. Bull. soc. Bot. Suisse. Vol. Jub. Inst. Rübel, 46, 614-634.
159. **EMBERGER L., 1943** - Les limites de l'aire de végétation méditerranéenne en France. Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse, France, 78-158-180.
160. **EMBERGER L., 1955** - Une classification biogéographique des climats. Recueil. Trav. Labo. Géol. Zool. Fac. Sci. Montpellier. 48 p.
161. **EMBERGER L., 1968** - Les plantes fossiles dans leur rapport avec les plantes vivantes. Ed. Masson et Cies. 572 p.
162. **EMBERGER L., 1971** - Travaux de botanique et d'écologie. Ed. Masson. Paris. 520p.

- 163.EMBERGER L., MAIRE R., 1939** - Aperçu général sur la végétation du Maroc, commentaire de la carte phytogéographique (1/1.500 000). Veröff. Géobot. Inst. 14, 40-157, Zurich, et mem. H.s. Soc. Sc. Nat. Maroc.
- 164. EMBERGER L; 1942** - Un projet de classification des climats du point de vue phytogéographique. Bull. SX. Hist. Nat. Toulouse, 77 pp : 97-124.
- 165.EMILE D., 1947-** Types des sols de l'Afrique du nord. Fax 1, Rabat: 136p.
- 166.ETIENNE P et GODARD A., 1970** - Climatologie Collection 3ème Edition. 80 p. évolution éventuelle d'ici à trente ans. Forêt Méditerranéenne. XX, I Pp : 3-8.
- 167. FENGEL N, WEGENER G., 1989** - Wood : chemistry, ultrastructure, reactions. Walter de Gruyter, Berlin-New York, 613 p.
- 168. FENNANE M., 1982** - Analyse phytogéographique et phytoécologique des tétraclinaies Marocaines. Thèse 3°C., Univ. AIX-Marseille III, 150p.
- 169. FENNANE M., 1987** - Etude phytoécologique des Tetraclinaies marocaines - Thèse Doct. ès-sci. Fac. Sc. Aix-Marseille III.150 p.
- 170. FENNANE M., 1988** - Phytosociologie des tétraclinaies marocaines. Bull. Inst. Sci. Rabat, 12 : 99-148.
- 171. FERKA ZAZOU N ., 2006** - Impact de l'occupation spatio-temporelle des espaces sur la conservation de l'écosystème forestier cas de la commune de Tessala, willaya de Sidi-Bel-Abbès, Algérie. Mem. Mag. Forest. Univ. Tlemcen. 126p+ annexes.
- 172. FEROUANI F; 2001** - Contribution à une étude écologique et syntaxonomique du parc de Tlemcen (versant nord). Mém. Ing. Univ. Abou bekr BELKAID. Tlemcen. 159 p.
- 173. FLAHAULT C.H; 1906** - Rapport sur les herborisations de la société de l'Oranie. Bull. Soc Bot. Fan. p:54-170.
- 174. FLORET C, GALAN M.J, LE FLO'CHE, ORSHAN G et ROMANE F., 1990** - Growth forms and phenomorphology traits along an environmental gradient: tools for studying vegetation. J. Veget. Sc. 1: 71- 80.
- 175.FLORET C, PONTANIER R., 1982** - L'aridité en Tunisie présaharienne. Trav. Et Doc. De l'ORSTOM, n° 150, Paris, 544 p.
- 176. FRANK W., 1986** - La végétation de l'Afrique. Livres. Inst français de recherche scient. UNESCO. Paris. Pp : 172-176.
- 177. FRONTIER S; 1983** - Stratégies d'échantillonnage en écologie. Ed. Mars et Cie. functional approach to common british species. Unwin Hyman. Londres.
- 178. GANISANS J. et GUBER H; 1980** - Les groupements végétaux du Niolo (Corse). *Ecologia mediterranea. Tome XI.* pp : 101-113.
- 179. GARDIA P; 1975** - Géodynamique de la marge alpine du continent Africain.
- 180. GAUSSEN H ; 1963** - Ecologie et phytogéographie, in : Abbayes. pp : 952-972.
- 181. GAUSSEN H., 1952** - Les résineux d'Afrique du Nord. Ecologie, reboisements. *Rev. Inst. Bot. appl.* , 506-532.
- 182. GAUSSEN H., 1954** - Géographie des plantes. Ed. 2, 233 p.

183. GAUSSEN H., LEROY J.F. et OZENDA P., 1982 - Précis botanique 2. Les végétaux supérieurs. Edit Masson. Paris. pp. 500-501.
184. GEHU JM ; 1987 - Des complexes de groupements végétaux à la phytosociologie paysagère contemporaine. Informatore botanico italiano 18 (1-2-3) : 53-83. Firenze.
185. GODRON M., 1971 - Essai sur une approche probabiliste de l'écologie des végétaux. Thèse Doct. Univ. Sci. Tech. Languedoc. Montpellier. 247 p.
186. GORENFLOT R, et DE FOUCAULT B., 2005 - Biologie végétale : les Cormophytes 7^e éd. Dunod, 594 p.
187. GOUJON. P; 1976 - L'élevage et la forêt dans le bassin méditerranéen. Colloque : Elevage en Méditerranée occidentale. C.N.R.S actes au colloque international. Institut de recherche méditerranéenne. Mai 1976.
188. GOUNOT M., 1969 - Méthodes d'études quantitatives de la végétation. Masson éd., Paris. pp 1-314.
189. GRANIER A, ANFODILLO T, SABATTI M, COCHARD H, DREYER E, TOMASSI, M, VALENTINI R, BREDA N; 1994 - Axial and radial water flow in the trunks of oak trees : a quantitative and qualitative analysis .Tree physiology, 14: 1383-1396.
190. GRECO J., 1966 - L'érosion, la défense et la restauration des sols. Le reboisement en Algérie. M.A.R.A. Alger.
191. GREUTER W; 1991 - Botanical diversity, endemism, rarity and extinction in the Mediterranean area: an analysis based on the published volumes of Med- checklist.Bot.chron.10:63-79.
192. GROSSER D., 1977 - Die Holzer Mitteleuropas.Ein miikrophotographischher. Tehratlas. Springer Verlag. Verlag.Berlin Heildeberg .New York.
193. GUARDIA P; 1980 - Le volcanisme alcalin plioquaternaire de l'Algérie occidentale. Etude radiométrique et paléomagnétique. Revue. Géol. Dyn. Géogr. Phys. Paris, 222 p.
194. Guillerm, J.L., Jacquinet, J.C. et Romane, F. 1975- Tendances évolutives de la végétation spontanée du vignoble languedocien, In: Actes du Symp. Über Sukzession Forschung, Rinteln-Weser, Schmidt eds. Cramer, Vaduz: 255-267.
195. GUINIER in VENET J; 1986 - 6^{ème} Edition revue par Keller. ENGREF. Nancy. France.308p.
196. GUINOCHET M; 1973 - Phytosociologie. Masson. Edit. Paris, 227 p.
197. GUINOCHET M., 1952 - Contribution à l'étude phytosociologique du sud tunisien. Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord., 42, 131-153.
198. GUINOCHET M., 1980 - Essai sur quelques syntaxons des Cisto-osmarinetea et des Quercetea ilicis d'Algérie et de Tunisie. Phytocoenologia, 7, 436-466.
199. HADJADJ AOUAL S., 1995 - Les peuplements à Thuya de Berbérie en Algérie. Phyto- écologie, syntaxonomie, potentialités sylvicoles. Thèse Doct. Es- Sci. Univ. Aix- Marseille III. 159 p. + Annexes.
200. HADJADJ-AOUL S., 1988 - Contribution à l'analyse phytoécologique du Thuya de berbérie (*Tetraclinis articulata*, Vahl, Master) en Oranie. Thèse Magistere : Univ. Oran. 142 p + Annexes.
201. HALIMI A; 1980 - L'Atlas Blidéen. Climat et étages végétaux OPU. P 484.

- 202. HALITIM A; 1985** - Contribution à l'étude des sols des zones arides (hautes plaines steppiques de l'Algérie). Morphologie, distribution et rôle des sols dans la genèse et le comportement des sols. Thèse. Doct. Univ. Rennes. pp 1-183.
- 203. HALITIM A; 1988** - Sols des régions arides d'Algérie. O.P.U, Alger, P384.
- 204. HAMMICHE V., 1988** - Systématique et morphologie botanique 190p. O.P.U Alger.
- 205. HARCH M., 1988** - Contribution à l'étude de la valorisation des graminées vivaces à) fibre de la steppe . Sém. Maghr. Tlemcen.
- 206. HASNAOUI O., 1998** - Etude des groupements à *Chamaerops humilis* subsp argentea dans la région de Tlemcen. Diplôme Magister. Univ. Abou bekr BELKAID .Tlemcen. Inst. Sc. De la Nature.
- 207. HASNAOUI O., 2008** - Contribution à l'étude des Chamaerops dans la région de Tlemcen, Aspects botanique et cartographiques. Thèse doct. Univ. Aboubekr Belkaïd-Tlemcen. 210p.
- 208. HASSANI F; 2013** - Etude des Caelifères (Orthoptères) et caractérisation floristique (biodiversité floristique) de leur biotope dans des stations localisées à Tlemcen et Ain Temouchent. Régime alimentaire de *Calliptamus barbarus* et *Sphingonotus rubescens*.
- 209. HELLAL B., 1988** - Diagnostic phyto- écologique d'une nappe alfatière du Nord de la steppe occidentale d'Algérie. Acte du séminaire : « Les zones arides : rétrospectives, enjeux et stratégies » Adrar. Avril 1998.
- 210. HELLAL B., 1991** - Influence du paillage sur la composition floristique de la steppe à Alfa et du Fatras sur la biomasse foliaire de l'Alfa Th. Magister en biologie. Ecol. Vég. Dép. Bio. Fac. Sci. Univ. Abou Bakr Belkaïd Tlemcen.
- 211. HELLAL B, BENSEDDIK B, AYAD N. et BENHASSAINI H., 2004** - La régénération dans la steppe du Sud oranais en Algérie occidentale. Rev. Sèch. Vol. 15, (2): 173-181.
- 212. HENAOUI S.E-A; 2007** - Les Cistacées dans la région de Tlemcen (Nord-Ouest algérien) : aspects écologiques, impact du feu et cartographie, Mémoire Magister en Biologie. Ecol. Vég. Lab. Eco. Gest. Ecosys. Nat. Départ. Bio. Env. Fac. Sci. Univ. Abou Beckr Belkaïd, Tlemcen. 514p + annexes.
- 213. HEYWOOD V; 1995** - The mediterranean flora in the context of world biodiversity. *Ecologia mediterranea* XXI (1/2): 11-18.
- 214. HOULD R; 1982** - Histologie descriptive et éléments d'Histologie. Edit Montréal Maloine. Editeur Paris. 303p. In « plant life of south – west Africa » botanical soc. Edin. Burgh. Pp 43-51. Inst. Nat. Rech. Agr. Tun. 42, 5. pp : 1-624.
- 215. JACQUIOT C, TRENARD Y, DIOL., 1973** - atlas d'anatomie des bois des angiosperme , tome 1, CTB paris.
- 216. JOLICOEUR P., 1991** - Introduction à la biométrie. Département des Sciences Biologiques. Univ. Montréal: 1-3.
- 217. KAABECHE M., 1990** - Les groupements végétaux de la région de Bousaada (Algérie) essai de synthèse sur la végétation steppique du Maghreb thèse Doctorat. Univ. Paris sud centre orsay 104p+ ann.
- 218. KADIK B ; 1984** - Contribution à l'étude phytoécologique et dynamique des pinèdes de *Pinus halepensis*. Mill. De l'Atlas Saharien. Thèse Doct. Etat, Univ. H. BOUMEDIENE, Alger.

- 219. KADIK B., 1983** - Contribution à l'étude du Pin d'Alep en Algérie: Ecologie, dendrométrie, morphologie. Thèse Doct. Etat. Aix-Marseille III, 313 p + annexes.
- 220. KADIK B., 1987** - Contribution à l'étude du Pin d'Alep (*Pinus halepensis*) en Algérie. Ecologie, dendrométrie, morphologie. Thèse Doc. D'Etat :Univ. Aix-Marseille III.580 p.
- 221. KESHAVARZY M. et ZARE G., 2006** - Anatomical study of Salicorneae Dumort. (Chenopodiaceae Vent.) native to Iran. Int. J. Bot. 2 (3): 278-285. ISSN 1811-9700.
- 222. KHELIFI. H; 2002** - Les formations forestières et pré-forestières des montagnes d'Algérie. Diversité et sensibilité.
- 223. KHOTBI N ; 2004** - Comportement, productivité et modèles de croissance des principales tétraclinaies (*Tetraclinis articulata Vahl*) au Maroc. Salé, Maroc: Ecole Nationale Forestière des Ingénieurs.
- 224. KILLIAN CH et LEMEE G., 1956** - Les xérophytes :leur économies d'eau.
- 225. KILLIAN CH., 1954** - Plantes fourragères types des hautes plaines algériennes, leur rôle particulier en période sèche. Ann. Amél. Plan. Paris (4). Pp : 505- 527.
- 226. LAAROUK M., 1998** - Atlas de l'Algérie et du monde, Alger, 131p.
- 227. LANGERON M; 1934** - Précis de microscopieM.Langeron 1934.Livre de médecine. Ed. Masson et C^{ie}.Parie,1205p.
- 228. LAPIE G. et MAIGE A., 1914** - La flore forestière illustrée de l'Algérie. Paris;360 P.
- 229. LAZARE J.J. et ROUX G., 1979** - Quelques groupements végétaux des Hauts Plateaux au Sud-Ouest de Bou Saada (Algérie). Doc. Phytosociol. N.S. 4: 585-596.
- 230. LE HOUEROU H.N ; 1980** - L 'impact de l' homme et de ses animaux sur la forêt méditerranéenne. Forêt med, T.II 1 31 -34.
- 231. LE HOUEROU H. N, 1975** - Le cadre bioclimatique des recherches sur les herbacées méditerranéennes. Geografili. Florence XXI.
- 232. LE HOUEROU H.N, CLAUDIN J. et POUGET M., 1977** - Etude bioclimatique des steppes Algériennes avec une carte bioclimatique au 1/1000.000. Bull. Soc. Hist. Afr. Nord pp : 36-40.
- 233. LE HOUEROU H.N ; 1971** - Les bases écologiques de la production pastorale et fourragère en Algérie.F.A.O.Rome.60p.
- 234. LE HOUEROU H.N., 1969** - La végétation de la Tunisie steppique. Ann.
- 235. LE HOUEROU H.N., 1995** - Bioclimatologie et biogéographie des steppes arides du Nord de l'Afrique. Diversité biologique, développement durable et désertisation. Option Méditerranéennes Sér. B N° 10. Recherches et études. 396 p.
- 236. LEESSON C.R et LEESSON T.S., 1980** - Histologie. 2^èm^e éditions. Masson. p 4-5.
- 237. LEMEE G; 1953** - Contribution à l'étude phytosociologique des confins saharo-marocains-végétation 4Pp : 137-154.
- 238. LETREUCH BELAROUCI N., 1981** - Les reboisements en Algérie et leurs perspectives d'avenir. Tome I et II. Thèse doctorat de la Faculté des Sciences Agronomique de Gembloux. Belgique.
- 239. LETREUCH BELAROUCI N; 1991** - Les reboisements en Algérie et leur perspective d'avenir. Volume .I. OPU. Alger .294p.

- 240. LETREUCH BELAROUCI N; 1995** - Réflexion autour du développement forestier: les zones à potentiel les de produits. Les objectifs. OPU. Alger 69p.
- 241. LOISEL R et GAMILA H., 1993** - Traduction des effets du débroussaillage sur les écosystèmes forestiers et préforestiers par un indice de perturbation. Ann. Soc. Sci. Nat. Archéol. De Toulon du Var 123- 132 p.
- 242. LOISEL R., 1978** - Phytosociologie phytogéographie ; signification phytogéographique du Sud-Est méditerranéen continental français. Docum. Phytosociologie. N. S. Vol. II. Lille. pp: 302-314.
- 243. LONG G; 1975** - Diagnostic phytoécologique et aménagement du territoire .Principes généraux et méthodes, T1, Ed. Masson, Paris.
- 244.LÜTTGE U; KLUGE M& BAUER G; 2002** - Botanique. Edit.Tec.& Doc ; Paris,604p.
- 245.MAIRE R; 1926** - Principaux groupements de végétaux d'Algérie. Station centrale de recherche en Ecologie forestière CNREF., I.N.R.A. d'Algérie. 7 p.
- 246. MAIRE R., 1952** - Flore de l'Afrique du Nord. Encyclopédie biologique. Vol I. Paris. Pp : 1-7.
- 247. MARC M; 1916** - Les forêts d' Algérie Ed Jourdan. Alger. 331p.
- 248. MEDAIL F, VERLAQUE R, QUEZEL P & BABINOT J-F; 1997** - Endémisme végétal et paléogéographie dans le Bassin Méditerranéen. Plant endemism and palaeogeography in the Mediterranean Basin. GEOBIOS, M.S. n ° 21: 159-166.
- 249.MEDDOUR R; 2001-** Impact anthropozoiq sur la structure et la composition floristique des phytocénoses forestière montagnardes de l'Atlas tellien.In : A.Kerdoun, M.E.H.Larouk&M.Sahli (éd.), « Impacts sur l'écosystème et stratégies de protection », LERMM,Univ.Mentouri de Constantine,157-166.
- 250. MEDIOUNI K et LETREUCH-BELAROUCI N., 1987** - Problématique de l'aménagement agro-sylvo- pastoral : cas d'une zone pilote de 5000 Ha du massif de Hassasna. Ann. d'Inst. Nat. Agro. Vol. 11(2). p : 79-121.
- 251. MEDJAHDI B., 2001** - Réponse de la végétation du littoral des Monts de Traras (Tlemcen). Thèse. Mag. Dép. Forest. Fac. Sciences. Univ., Tlemcen. 108 P + Annexes Mémoire de Magister. 217p.
- 252. MEDJAHDI B., 2010** - Réponse de la végétation du littoral des Monts de Traras (Tlemcen). Thèse. Mag. Dép. Forest. Fac. Sciences. Univ., Tlemcen. 10 P + Annexes Thèse.Doct. 309p.
- 253. MEHENNI M.T et BAREL R., 1986** - Sciences naturelles I A.S. institut pédagogique national. 63p.
- 254. MESLI-BESTAOUI K.H; 2001** - Contribution à une étude syntaxonomique et écologique des matorrals de la région de Tlemcen, Thèse de magister en biologie. Ecologie végétale. Département Bio. Fac. sci. Univ. AboubekrBelkaïd Tlemcen 184 p +annexes.
- 255. MESLI-BESTAOUI K.H; 2009** - Contribution à une étude écologique et dynamique de la végétation des monts de Tlemcen par une approche cartographique. Thèse doct. Ecol. Vég. Univ. Tlemcen, 193 p. + annexes.
- 256. MESSAOUDENE M et TESSIER L; 1991** - Croissance radiale de (*Quercus canariensis Willd*) et (*Quercus afares Pomel*) en Kabylie (Algérie). Ecologia Mediterranea. XVII : 119-133.
- 257. METGE G., 1977** - Etude synécologique de la dépression (b.d). Thèse. Doct. Sci. Univ. Aix Marseille III. Pp: 1- 4.

- 258. METGE G., 1988** - Cours de cartographie écologique.
- 259. METRO A et SAUVAGE CH., 1955** - Flore des végétaux ligneux de la Mamora. La nature au Maroc, Rabat, 498 p.
- 260. MEYER S, REEB C. & BOSDEVEIX R; 2004** - Botanique :Biologie et physiologie végétales.Edit. Maloine,Paris,461p.
- 261. MEZIANE H; 1997** - Contribution à l'étude des formations anthropozoïques dans la région de Tlemcen. Thèse. Ing. Etat. Ecol. Vég et Environnement. Univ. Tlemcen. Inst. Sci de la Nature.
- 262. MILLIER C., 1982** - Courbes de réponse (in : Modèles dynamiques déterministes en biologie de J.D. LEBRETON et C. MILLIER, Eds). MASSON. Paris.
- 263. MOONEY H.A, PARSONS D.G. et KUMMEROW J., 1973** - Plant development in Mediterranean climates. In: technical report 73-6. Origin and structure of ecosystems. San. Diego. State University. Calif. 14 p.
- 264. MORANDINI R; 1976** - Le problème de conservation, de gestion et de reconstitution des forêts méditerranéennes : priorité pour la recherche. Notes techniques du M.A.B.2 ; U.N.E.S.C.O.
- 265. MUNSELL SOIL COLOR CHARTS; 1992** - Edit. kevied. nat. Toulouse (88). Pp : 3-4 et 193-239.
- 266. MUSSET R., 1953. In CHAABANE A., 1993** - Etude de la végétation du littoral septentrional de Tunisie : Typologie, syntaxonomie et éléments d'aménagements. Thèse Doct. Es - Sci. Univ. Aix-Marseille III, 205 p. + annexe.
- 267. NABORS M., 2008** - biologie végétale (structure, fonctionnement, écologie et biotechnologies).Ed. Pearson education France. P 614.
- 268. NAVI P et HEGER F; 2005** - Comportement thermo-hydrromécanique du bois. Presses polytechniques universitaires romandes.
- 269. NEGRE R., 1966** - Les thérophytes. Mém. Soc. Bot. F1 : 92-108.
- 270. NORMAND D; 1998** - Manuel d'identification des bois commerciaux. 2^{ème} Ed. CIRAD. Montpellier. CEDEX .France.175p.
- 271. OLIVIER L., MURACCIOLE M et RUDERON J.P., 1995** - Premier bilan sur la flore des îles de la Méditerranée. Etat des connaissances et observations diagnostics et proposition relatifs aux flores insulaires de méditerranée par les participants au colloque d'Ajaccio. Corse .France (5-8 octobre, 1993) à l'occasion des débats et conclusions. PP. 356-358.
- 272. OPPENHEIMER H.R; 1961** - L'adaptation à la sécheresse : Lexéromorphisme. In « Echange hydriques des plantes en milieu aride ou semi-aride.Compte rendu de recherches ».UNESCO :115-153.
- 273. OZENDA P; 1982** - Les végétaux dans la biosphère. Doin. Ed ; Paris, 431 p.
- 274. OZENDA P; 1991** - Flore et végétation du Sahara. Paris, édition du Centre National de la recherche scientifique (CNRS), 662 p.
- 275. OZENDA P., 1958** - Flore du Sahara septentrional et central. C.N.R.S. Paris.490 p.
- 276. OZENDA P., 1963** - Organisation et reproduction des angiospermes in Abbeyes et al. : 645-722.
- 277. OZENDA P., 1977** - Flore du Sahara, 2^{ème} Ed. CNRS. Paris, 622 p.
- 278. OZENDA P., 1986** - Cartographie écologique et ses applications. Masson, Paris. 160 p.

- 279. OZENDA P., 1954** - Observations sur la végétation d'une région semi-aride : les hauts plateaux du sud -Algérois. Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord, 45(3-4) :189-223.
- 280. PACCALET Y., 1981** - La flore méditerranéenne Ed. Hatier, Paris 126 p.
- 281. PAGNEY P., 1976** - Climats de la terre. Masson, Paris 140 p.
- 282. PALAHI M, BRIOT Y, BRAVO F et CORRIZ E., 2009** - Modelling vallying and managing Mediterranean. Forest ecosystems for Non timber. Goods and services.european forest institut. Proceeding N°57. 195 p.
- 283. PEGUY CH., 1970** - Précis de climatologie. Masson. Paris. 468 p.
- 284. PERES TREJO., 1994** - Desertification and land degradation the european mediterranean. Officinal publication of the european communities. 63p.
- 285. PEYERIMHOF P; 1941** - Carte forestière de l'Algérie et de la Tunisie au 1/1500.000. notice 70p. 7pl. ph. H.t.
- 286. PHILLIPS D J H, RAINBOW P S., 1993** - Biomonitoring of trace aquatic contaminants. Environmental management series, Alden Press LTD,Oxford: 371p.
- 287. POLGE, H, KELLER R; 1973** - Qualité du bois et largeurs d'accroissements en forêt de Tronçais. Ann. Sci. For ,30 (2) : 91-126.
- 288. POLUNIN N., 1967** - Eléments de géographie botanique. Gauthier Villards. Paris. Pp : 30-35.
- 289. POUGET M., 1980** - Les relations sol-vegetation dans les steppes Sud-algeroises. Ed. O.R.S.T.O.M., Paris, 555 p. texte+annexes.
- 290. QUEZEL P; 1999** - Biodiversité végétale des forêts méditerranéennes, son évolution éventuelle d'ici à trente ans. Forêt Méditerranéenne. XX, I Pp : 3-8.
- 291. QUEZEL P., 2000** - Réflexion sur l'évolution de la flore et de la végétation au Maghreb méditerranéen .Eol . Ibis press. Paris, 117p.
- 292. QUEZEL P et SANTA S; 1962** - Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Paris : Ed. C.N.R.S ; 2 Vol, 1170p.
- 293. QUEZEL P et SANTA S., 1963** - Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. C.N.R.S. Paris. 2 vol. 1170p.
- 294. QUEZEL P; 1983** - La flore et la végétation de l'Afrique du Nord, leur signification en fonction de l'origine, de l'évolution et des flores et structures de végétation passées - BOTHALIA, 14Pp : 411-416.
- 295. QUEZEL P; 1985** - Definition of the mediterranean region and the origin of its flora. In : Gomez-Campo. Ed « Plan conservation in the Mediterranean area ». W. Junk Publ. Dordrecht: 9-24.
- 296. QUEZEL P et MEDAIL F., 2003** - Ecologie et biogéographie des forêts du bassin méditerranéen. Institut. Médit.d'ecol. Et de paleoécolo. Univ. d'Aix Marseille.III. Pp : 20-511.
- 297. QUEZEL P., 1957** - Peuplement végétal des hautes montagnes d'Afrique du nord. Encyclopédie biogéographie et écologique. 10 , Paris.
- 298. QUEZEL P., 1976** - Les forêts du pourtour Méditerranéen Ecologie, Conservation et Aménagement. Note. Tech. MAB 2 UNESCO. Paris. Pp : 9-34.

299. **QUEZEL P., 1981** - Floristic composition and phytosociological structure of sclerophyllus matorral around the Mediterranean. In : Goodall, D.W. (1981) : Ecosystems of the world 11. Mediterranean-Type Shrublands-Amsterdam/ Oxford/New York. Elsevier Ed. p: 107-121.
300. **QUEZEL P., 1991** - Structures de végétations et flore en Afrique du Nord: leurs incidences sur les problèmes de conservation. Actes Editions. p: 19-32.
301. **QUEZEL P., 1995** - La flore du bassin méditerranéen, origine, mise en place.
302. **QUEZEL P., BARBERO M et BENABID A., 1987** - Contribution à l'étude des groupements forestiers et preforestiers du Haut Atlas oriental (Maroc). Ecol. Medit. XIII (1, 2) : 107-117.
303. **QUEZEL P, BARBERO M, BENABID A et RIVAS-MARTINEZ S., 1994** - le passage de la végétation méditerranéenne à la végétation saharienne sur le revers méridional du Haut Atlas oriental (Maroc). Phytocologia. 22(4). Pp : 537-582.
304. **QUEZEL P, BARBERO M, BENABID A, LOISEL R et RIVAS-MARTINEZ S., 1992** - Contribution à la connaissance des matorrals du Maroc Orientale. Phytocologia. 21 (1-2). Pp : 117-174.
305. **QUEZEL P, GAMISANS J et GRUBER M., 1980** - Biogéographie et mise en place des flores Méditerranéenne. Feuille N° Hors série p: 41-51.
306. **QUEZEL P, MEDAIL F, LOISEL R et BARBERO M., 1999** – Biodiversité et conservation des essences forestières du bassin méditerranéen. Unasylva,197:21-28.
307. **RAHMI M, ACHERKOUK M, KAMAL M, BOUAYAD A, EL KOUDRIM M et MAHYOU H; 2000** - The experience of the PDPEO and the contribution of INRA Morocco to the development and rehabilitation of marginal lands. Reg. Workshop on Degradation and rehabilitation of marginal lands in the arabe region. CEDARE, Cairo (Egypt) 2-4 July, 2000. 12 p.
308. **RAMADE F ; 1984** - Eléments d'écologie: écologie fondamentale. *Auckland, McGraw-Hill*, 394p.
309. **RAMEAU J.-C., 1988** - Le tapis vegetal. Structuration dans l'espace et dans le temps, reponses aux perturbations, methodes d'etude et integrations ecologiques. ENGREF, Centre de Nancy, 102 p. + annexes.
310. **RAUNKIAER C., 1934** - The life forms of plants and statistical plant. Geography. Clarendon press, Oxford, 632 P.
311. **RAVEN, EVERT R.F, EICHHORN S.E et BOUHARMONT J; 2003** -Biologie végétale. Edit. De Boeck, Bruxelles, 968p.
312. **RAVEN P.H, JOHNSON G.B, LOSOS J.B, SINGER S.S ., 2007** - Biologie végétale – de boeck- 2eme édition.733p.
313. **REMAOUN KH ; 1981** - Le littoral oranais d'Oran aux Andalouses : Recherches géomorphologique. Thèse Spèc. : Université de Lille. 273 p.
314. **RENON, 1838 In CHAÂBANE A., 1993** - Etude de la végétation du littoral septentrional de Tunisie: Typologie, Syntaxonomie et éléments d'aménagement. Th. Doct. ès-sciences en Ecologie. Uni. Aix-Marseille III. 205 p + annexes.
315. **RICHARDS In AUBERT G., 1978** - Méthodes d'analyses des sols. 2^{ème} éd. Centre régional de Documentation Pédagogique. CRDP Marseille. 191 p.

- 316. RIEU M et CHEVERY C., 1976** - Mise au point bibliographique sur quelques recherches récentes en matière de sols salés. Cah. O.R.S.T.O.M. Sér. Pédologie. XIV. N°1, 1976. p : 39-61.
- 317. RIKLI M., 1943** - Das pflanzenkleid der Mittellmeerländer. Huber Berne, 1-418.
- 318. RIVAS-GODAY S; 1957** - Contribution al estudio de la *Quercetea ilicis* hispanica. Anal .Inst. Bot. Cavanilles MADRID, 31, 2 : 205-259.
- 319. RIVAS-MARTINEZ S., 1977** - Sur la végétation des pelouses thérophytiques de l'Europe occidentale in. La végétation des pelouses sèches à thérophytes, colloques phytosociologiques, 6 : 55-71.
- 320. RIVAS-MARTINEZ S, DIAZ T, PIETRO J.A, LOIDI J et PENAS A., 1991** - *Festuca-hystricis-Ononidetea Striatocy Rosmarinetea officinalis*, Classes de végétation indépendante. Itinéraire Géonot. 5 : 505-516.
- 321. RIVAS-MARTINEZ; 1981** - Les étages bioclimatiques de la péninsule ibérique. Ann. Jard. Bot. Madrid 37 (2): 251-268.
- 322. ROBERT PICHETTE. P ET GILLESPIE L 2000** - Protocoles de suivi de la biodiversité végétale terrestre .Lexique .Direction de la science des écosystèmes, Environnement. Canada.Site web.
- 323. ROBERT M., 2005** - La ressource en sols : menaces, nouveaux enjeux et mesures de protection. In Sols et environnement, GIRARD M-C., WALTER Ch., RÉMY J-C., BERTHELIN J. et J-L. MOREL. Dunod (Éd.). Paris. France : pp. 779-799.
- 324. ROLAND. J.L et ROLAND. F; 1977** - Organisation des plantes à fleurs pp: 42-54p.
- 325. ROMANE F., 1987** - Efficacité de la distribution des formes de croissance pour l'analyse de la végétation à l'échelle régionale. Thèse Doct.Es.Science. Marseille.
- 326. SACHESS, H; 1984** - Einheimiche Nutzholzer und ihre Bestimmung nach makroshischen Merkmalen. Pareysstudentexte 44.160p. Verlag Paul Pareys.Humburg und Berlin.
- 327. SAUVAGE CH; 1960** - Recherches géobotaniques sur le chêne liège au Maroc. Thèse.
- 328. SAUVAGE C.H., 1961** - Recherches botaniques sur les suberaies marocaines. Trav. Inst. Sci. Chérifien, Bot. 21 : 1- 462.
- 329. SAUVAGE CH; 1963** - Etages bioclimatiques. Notice et Carte au 1/2.000.000, Atlas du Maroc.Sect. II, Pl. 6b. Comité géographie, Maroc. 44 p.
- 330. SCHOENENBERGER A; 1967** - Les unités forestières In (carte phytoécologiques de la Tunisie septentrionale. Echelle 1/200.000). *Ann. Inst. Nat. Rech. Agron. Tunisie*, 40 : 1-290.
- 331. SCHOENENBERGER A; 1957** - Associations forestière de la dorsal tunisienne. *Ann. Serv. Bot. et Agron.de Tunisie*, 30: 149-155.
- 332. SCHREIDER E., 1952** - Quelques problèmes préalables à toute recherche de biométrie physiologique. Variations intra-individuelles, instabilité des milieux intérieurs, corrélations faibles et nulles. *Biotypologie*, 13 : 20-58.
- 333. SCHWENDIMAN. J; 1989** - Manuel pratique de l'histologie végétale, CIRAD, 350 P.
- 334. SEIGUE A., 1985** - La forêt circum méditerranéenne et ses problèmes. Edit. Maison neuve et Larose. Paris. P : 138.
- 335. SELTZER P., 1946** - Le climat de l'Algérie. Inst. Météor. Et de Phys- Du globe. Univ. Alger. 219 P.

- 336. SEMAI A et SAADANI N Y., 1995** - Historique et évolution des systèmes agropastoraux dans les zones montagneuses du Nord-Ouest. Edi office du développement sylvo- pastorale du Nord-Ouest. Tunisie.
- 337. SHEPHERD K. A., MACFARLANE T. D. et COLMER T. D., 2005** - Morphology, anatomy and histochemistry of Salicornioideae (Chenopodiaceae) fruits and seeds. *Ann. Bot.* 95: 917–933.
- 338. SMAIL-SAADOUN N., 2005** - Réponse adaptative de l'anatomie des Chénopodiacées du Sahara algérien à des conditions de vie d'aridité extrême. *Sécheresse*, vol. 16, N° 2, 121-124.
- 339. STAMBOULI-MEZIANE H., 2004** - Contribution à l'étude des psammophiles de la région de Tlemcen. Thèse de Magistère. *Eco.Vég.Dép. Biol. Fcu. Scie. Univ. Abou Bakr Belkaid Tlemcen.* 152 p.
- 340. STAMBOULI-MEZIANE H., 2010** - Contribution à l'étude des groupements à psammophiles de la région de Tlemcen (Algérie occidentale). Thèse. Doct. Univ. Abou Bakr Belkaid-Tlemcen. 226 p.
- 341. STEWART P., 1969** - Quotient pluviothermique et dégradation biosphérique. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord.* 59. Pp : 23-36.
- 342. STOCKER O; (1961)** - Les effets morphologiques et physiologiques du manque d'eau sur les plantes. *In « Echanges hydriques des plantes en milieu aride ou semi-aride. Compte rendu de recherches ».* UNESCO, : 69-113.
- 343. TATONI TH et BARBERO M., 1990** - Approche écologique des incendies en forêt méditerranéenne. *Ecol. Med.* XII (3/4). p. 78-99. *Trav. Labo. Geol. Zool. Sci. Montpellier.* p. 48.
- 344. THINTOIN R., 1948** - Les aspects physiques du Tell Oranais. Essai de morphologie des pays semi-arides. Ouvrage publié avec le concours du C.N.R.S. Ed. L. France. p. 639.
- 345. THINTOIN R., 1960** - Les Traras, étude d'une région musulmane d'Algérie. *Bull.Soc.Geogr.Arch.Oran*, 309p.
- 346. THINTOIN R; 1910** - Les paysages géographiques de l'Oranie, 58, Fasc, *Bull, Soc. Geogr. Arch. Oran.* 280p.
- 347. TRABUT C.L; 1887** - D'Oran à Mechria - Notes botaniques et catalogues des plantes remarquables. Alger. Jourdan.36 P.
- 348. TRICART J., 1996** - Géomorphologie et sols de l'Ouest du Nord de l'Afrique du Nord. Ed. Armand Colin.
- 349. TURRIL W.B., 1929** - Plant life of the balkan peninsula : a phytogeographical study. Clarendon Press. Oxford.
- 350. VADAKOVIC M., 1991** - Conifers: morphology and variation. Zagreb, 755 p.
- 351. VALLA M., 1984** - Travaux pratiques de pédologie. Inst. Nat. Ens. Sup. Biol. Tlemcen. Polycopié, 1-45 p.
- 352. VELLA E et BENHOUBOU S., 2007** - Evaluation d'un nouveau point chaud de biodiversité végétale dans le bassin méditerranéen (Afrique du Nord). *C. R. Biologies*, 330 : 589-605.
- 353. VENET, J. 1986** - 6^{ème} Edition revue par Keller. ENGREF. Nancy. France.308p.
- 354. VENET. J., 1974** - Identification et classement des bois français. 1^{ème} édition, ENGREF. Nancy. 308p.

- 355. VERNET J.L ; 1990** - Man and vegetation in the Mediterranean area during the last 20 000 years. In: Di castri F; Hansen A.J; Debussche M. (Eds), Biological invasion in Europe and the Mediterranean Basin. Kluwer Acad. Publ. Dordrecht:161-168.
- 356. VIDAL A et POGNONEC J-C; 1984** - Effet de l'alimentation en eau sur quelques caractères morphologiques et anatomiques des feuilles de soja (*Glycine max L. Merrille*). *Agronomie*, 4 : 967-975.
- 357. VIDAL E; 1998** - Organisation des phytocénoses en milieu insulaire méditerranéen perturbé : analyse des inter-relations entre les colonies de Goélands leucophees et la végétation des îles de Mareilles. Thèse doct. Univ. Aix-Marseille III, 156p.
- 358. VON HUMBOLDT A; 1807** - Ideen zu einer Geographie der Pflanzen nebst einem Naturgemâlde der Tropenlândler. Cotta, Tübingen.
- 359. WALTER.H et LIETH. H; 1960** - Klimadiagram weltaleas. Jerrafishar. Iena. *Ecologia Med.* tome XVIII 1992. univ. de Droit, d'économie et des sciences d'Aix-Marseille III.
- 360. WILLIAMS B.G et HOEY D., 1982** - An electromagnetic induction technique for reconnaissance surveys of soil salinity hasards. *Austr. J. Soil Res*, 20. p : 107-118.
- 361. WILLSON M.F, RICE B.L, WESTOBY M; 1990** - Seed dispersal spectra: à comparison of temperate plant communities. *Journal of Vegetation Science*, 1: 547-562.
- 362. WILSON A. D., 1986** - Principals of gazing management system in Regelands under siege (proc- 2d, International Regeland congress- Adelaide, 1984) 221-225. Australian Acab. Sci-Canberra.
- 363. ZERAIA L., 1981** - Essai d'interprétation comparative des données écologiques, phénologiques et de production subero-ligneuse dans les forêts de chêne liège de Provence cristalline (France méditerranéenne et d'Algérie). Th. Doc. Univ. Aix-Marseille III, 370P.
- 364. ZERAIA L., 1984** - Etude phytosociologique des groupements végétaux forestiers du Parc National de Chrea. INRF. Alger. 30 p.
- 365. ZERAIA L; 1982** - Le Chêne Liège : Phytosociologie, Edaphologie, Régénération et Productivité. Alger: Institut National De La Recherche Forestière, 159 P.
- 366. ZOHARY H ; 1971** - The phytogeographical fondation of the middle.East.

دراسة حول التجمعات الشجرية في المنطقة الساحلية لتلمسان. الجوانب الفيتوإيكولوجية، النظامية والخرائطية.

الملخص:

تتواجد شجرة العرعار في شمالي غرب إفريقيا (المغرب، الجزائر وتونس)، حيث أن معظم المناطق التي تُعمرها هذه الأشجار السروية تتموقع في المناطق البيومناخية المعتدلة الشبه الجافة والدايفة. كما توفر هذه الشجرة تنوعا بيئيا كبيرا في مجال دراستنا وبالتالي اعتمدها كاستراتيجية هامة لمقاومة التصحر. تركز دراستنا على تقييم ديناميكية الغطاء النباتي عبر تحليل النباتات الإيكولوجية المتواجدة في التجمعات الشجرية لنباتات العفص السروي في ساحل هنين في منطقة تلمسان (شرق غرب الجزائر). وتقوم هذه الدراسة على الجوانب الفيزيولوجية، البيومترية، عوامل تربية، التصنيف العلمي ورسم الخرائط. تبين لنا المقارنة بين مختلف الأنواع البيولوجية والمورفولوجية والبيوغرافية أهمية الشجيرات البذرية التي تؤكد من دون شك تدهورا بسبب تأثير عملية إنتشار هذا النوع من النبات بسبب كل المعلومات المُعلن عنها من قبل العديد من الكُتاب. فعلى الرغم من وجود طبقة شجرية حتى وإن كان هذا شبه منعدم، فالأمر لا يتعلق بنظام بيئي للغابات فقط بل بنظام ما قبل النظام البيئي للغابات التي تتحول إلى تجمعات شجرية متناثرة. هذا التدهور دليل على وجود نقص في أنواع النباتات، خاصة النباتات التي تنمو في الغابة التي تركت مكانها للنباتات من النوع البذري والشجيرات القزمة بسبب الحرائق الموسمية المتكررة. إن النتائج المُتحصل عليها بخصوص الدراسة الكمية للكائنات المجهرية تُشكل عنصرا أساسيا لتقييم إمكانية مقاومة شجرة العرعار ضد عوامل هذا التدهور. تمت التحاليل الإحصائية والتحليلات بواسطة الطرق الحديثة بفضل المراسلة التحليلية التي سمحت لنا بمعرفة مُختلف العوامل التي تُؤثر على تطور وتقسيم الأنواع النباتية في هذه المنطقة. كما ساعد إنشاء خريطة لانتشار أشجار العرعار ومُختلف النباتات المتواجدة في التجمعات الشجرية بجزال تراراس على تقدير الوضع الحالي للنباتات الطبيعية لهذا النوع. وفي الأخير سمحت لنا هذه الدراسة بحصر السلوك البيئي والبيولوجي لشجرة العفص السروي وبعض الأنواع الشبيهة بها التي تُقاوم بصعوبة التوتر البيئي لأنه إذا زادت حدة هذا الأخير سيكون اختفاؤها من الوجود حتميا.

الكلمات المفتاحية: تلمسان، شجرة العرعار، شبه قاحل، التجمعات الشجرية، الأنتروبوزوجية، المورفونسيجي، التصنيف، التنوع البيئي، التحليل المراسلاتي، رسم الخرائط.

Etude des groupements à matorral dans le littoral de la région de Tlemcen. Aspects phytocécologiques, syntaxonomiques et cartographie.

Résumé

Le Thuya de Berbérie, est une espèce endémique d'Afrique du Nord occidentale (Maroc, Algérie et Tunisie). La majeure partie de l'aire des Tétracлинаies se situe dans l'étage bioclimatique semi-aride tempéré et chaud. Elle offre une grande diversité écologique dans la zone d'étude et donc une grande stratégie adaptative à la sécheresse.

Notre étude se focalise sur l'évaluation de la dynamique de la végétation par l'analyse phytocécologique des groupements à matorrals des *Tetraclinis articulata* dans le littoral de la région de Tlemcen (Nord-Ouest Algérien). Elle est basée sur les aspects physiologique, biométrique, climatique, édaphique, syntaxonomique et cartographie.

La comparaison des différents spectres biologiques, morphologiques et biogéographiques nous montre l'importance des thérophytes qui confirme sans nul doute la dégradation par l'effet de la thérophytisation de toutes les formations annoncée par plusieurs auteurs. Malgré la présence d'une strate arbustive, qui peut faire illusion, il ne s'agit plus d'un écosystème forestier mais d'un écosystème pré-forestier se transformant en matorral clairsemé.

Cette dégradation confirme un appauvrissement dans le cortège floristique, surtout des espèces sylvatiques qui ont cédé la place aux thérophytes éphémères et aux chamaephytes adaptés aux feux courants et répétitifs. Les résultats concernant l'histo-morphométrie constituent un premier élément de base pour l'évaluation du potentiel de résistance du thuya contre ces facteurs de dégradation.

Enfin, cette étude nous a permis de cerner le comportement écologique et biologique de *Tetraclinis articulata* et certaines espèces accompagnatrices qui résistent difficilement au stress écologique ; et il faut croire que si ce dernier s'accroît, leur rareté, voire leur disparition sera inéluctable.

Mots clés : Tlemcen (Oranie- Algérie), *Tetraclinis articulata* (Vahl.) Masters, Semi-aride, Matorral, anthropozoogène, Morpho-histologie, Phytodiversité, Analyse factorielle, Cartographie

.Study groups to scrub in the coast of the Tlemcen region.

Phytocological aspects syntaxonomiques and mapping.

Abstract:

The Barbary Thuya is endemic to western North Africa (Morocco, Algeria and Tunisia). Most of the areas of Tétracлинаies is in the semiarid bioclimatic stage temperate and warm. It offers a wide ecological diversity in our study and therefore a large adapted strategy against drought. Our study focuses on the assessment of vegetation dynamics by phytocological analysis of groupings of matorrals *Tetraclinis articulata* in the region of Tlemcen (West Algeria). It is based on the physiological aspects, biometric, climatic, edaphic, syntaxonomic and mapping.

The comparison of different biological, morphological spectrum and biogéographiques show us the importance of therophytes that undoubtedly confirms the degradation caused by the effect of therophytisation of all forms announced by several authors. Despite the presence of a shrub, which can deceive, it is not just a forest ecosystem, but a pre-forest ecosystem turning into scrub sparse.

This deterioration confirmed depletion in the floristic, particularly sylvatic species that have made space to ephemeral therophytes and chamaephytes due to routine and repetitive fires. The results for the histo-morphometry are a first basic element for assessing the potential resistance against these factors of degradation.

Finally, this study allowed us to identify the ecological and biological behavior of *Tetraclinis articulata* and some accompanying species that hardly resist environmental stress; and we must believe that if it deepens, their rarity or their disappearance is inevitable.

Keywords: Tlemcen (Algeria Oranie-) *Tetraclinis articulata* Masters, Semi-Arid, Matorral, anthropozoogène Morpho-histologie, plant diversity, Factor Analysis, Cartography (Vahl.).