

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR  
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE ABOU BEKR BELKAID DE TLEMCCEN

Faculté des Sciences  
Département de Biologie

# Mémoire

En vue de l'obtention du diplôme  
de **MAGISTERE EN BIOLOGIE**

Option : *Ecologie Végétale*

## Thème

# Les résineux dans la région de Tlemcen: Aspect écologique et cartographie

Présenté par : M<sup>elle</sup> **AYACHE FOUZIA**

Soutenu le :  
devant la commission du jury composée de :

❖ Mr. BENABADJI N.	Professeur	Président.
❖ Mr. BOUAZZA M.	Professeur	Directeur de Thèse
❖ Mr. MEHDADI Z.	Maître de Conférences	Examineur.
❖ Mr. AMRANI M.	Maître de conférences	Examineur.
❖ Mr. BOUABDALIAH H.	Chargé de cours	Examineur.

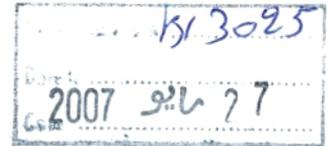
*Année Universitaire 2006/2007*

Mag/581.5-03/02

1313025  
2007 926 27

# Dédicaces

- *A mes Très chers parents qui sont toujours soucieux de ma réussite, qu'ils trouvent ici le fruit de leurs sacrifices,*
- *A mes sœurs, mon frère et beau frère,*
- *A mon cher petit neveu Mohamed Riad,*
- *A toute la famille AYACHE,*
- *A mes meilleurs (es) amis (es) et aux verts écologistes avec lesquels j'ai partagé mes meilleures années des études,*
- *A tous ceux qui m'ont apporté d'aide de près ou de loin,*
- *Aux défenseurs de l'environnement.*



***Je dédie ce modeste travail***

***Fouzia.***

# Remerciement

Ce modeste travail n'est plus le fruit d'un effort personnel soutenu, mais il est, et surtout le résultat d'une collaboration multiples. Que ces collaborateurs trouvent ici l'expression de ma profonde gratitude.

En premier lieu, j'adresse mes plus vifs remerciements à Mr. BOUAZZA M., Professeur au Département de Biologie à la Faculté des Sciences de l'Université Abou Bekr Belkaid de Tlemcen, pour m'avoir fait confiance et accepter de superviser mon travail, mais surtout pour son pragmatisme, son soutien et sa générosité. Je le remercie de m'avoir accordé une grande liberté dans l'expression de mes idées; Je lui exprime toute ma profonde et éternelle gratitude.

J'exprime ma profonde reconnaissance à Mr. BENABADJI N., Professeur au Département de Biologie à la Faculté des Sciences de l'Université Abou Bekr Belkaid de Tlemcen, me fait l'honneur de présider mon jury de thèse. Qu'il en soit vivement remercié pour ses conseils et ses encouragements qu'il n'a cessé de prodiguer au cours de l'élaboration de ce mémoire, et pour toute la documentation qu'il a bien voulu mettre à ma disposition.

Il m'est agréable d'exprimer ma reconnaissance à Mr. MEHDADI Z., Maître de conférence au Département de Biologie à la faculté des Sciences de l'Université de Sidi Bel Abbés, qui a répondu à notre appel et qui a bien voulu examiner et juger ce travail. Je lui exprime toute ma sympathie.

J'adresse mes sincères gratitudes à Mr. AMRANI M., Maître de conférence au Département de Biologie à la Faculté des Sciences de l'Université Abou Bekr Belkaid de Tlemcen, d'avoir bien voulu juger ce travail. Il a fait également partie des premiers enseignants qui m'ont initié à la connaissance du monde végétal.

Je tient également à remercier Monsieur BOUABDELLAH H., Chargé de cours au Département de Biologie à la Faculté des Sciences de l'Université Abou Bekr BELKAID de Tlemcen, pour ses conseils et son apport cartographique et bibliographique, vu sa confiance d'avoir accepté de juger ce travail.

Mes vifs remerciements vont aussi Mr. RAHMOUNI B. Chef de circonscription de Ghazaouet, et toute son équipe pour le chaleureux accueil, leur disponibilité et leur précieux aide pendant la réalisation de la carte et pour la documentation concernant les bilans des incendies.

Mes remerciements s'adressent aux personnels des conservations des forêts de Tlemcen, et plus particulièrement Mr. YOUSFI A, Inspecteur forestier chef de bureau, pour m'avoir si bien accueillir et avoir mis à ma disposition la documentation dont j'ai en besoin. Cette gratitude s'adresse également aux autres circonscriptions, qui m'ont donné accès à leurs banques de données.

Ils vont de même aux personnels de l'A.N.A.T et en particulier Mr. BERRAYAH.

Que Mr. FEROUANI T. trouve ici un témoignage de mes reconnaissances pour sa disponibilité et son précieux aide qu'il m'a apporté lors de la réalisation des coupes histométriques, la détermination et la prise des photos des coupes histologiques.

Il m'est agréable de témoigner mes profondes reconnaissances à l'ensemble des enseignants de Département de Biologie et au Laboratoire d'Ecologie Végétal et de Gestion des Ecosystèmes Naturels de Tlemcen.

J'adresse également mes plus vifs remerciements à mes collègues du laboratoire, pour leur encouragements et leur soutien moral.

Enfin, mes remerciements vont plus particulièrement à tous les professeurs que j'ai en le privilège de côtoyer le long de mon cursus primaire, moyenne, secondaire et universitaire ; ainsi, qu'à tous les anonymes qui, dans leurs fonctions ou de façon bénévole, ont contribué à ce travail, trouvent ici l'expression de ma profonde et sincère gratitude.

A tous, je vous suis redevable et exprime mon éternelle gratitude.

*Ayache Fouzia*

# ***LES RESINEUX DANS LA REGION DE TLEMCCEN : ASPECT ECOLOGIQUE ET CARTOGRAPHIE.***

## **Résumé :**

Le présent travail porte sur l'aspect écologique et cartographie des résineux dans la région de Tlemcen.

Cette étude des formations à résineux permet une meilleure approche des principaux facteurs régissant l'évolution de ces groupements et leurs potentialités.

La recherche morphologique, histométrique et biométrique ont montré que ces espèces offrent une grande diversité écologique et donc une grande stratégie adaptative. A partir des données numériques, nous proposons une interprétation des corrélations obtenues.

Les résultats concernant l'inflammabilité et la combustibilité constituent un premier élément de base pour l'évaluation du potentiel de feu par effet de complexe combustible pour les résineux.

La comparaison des différents spectres biologiques nous montre l'importance des thérophytes qui confirme sans nul doute la thérophytisation de toutes les formations annoncée par plusieurs auteurs sur la région.

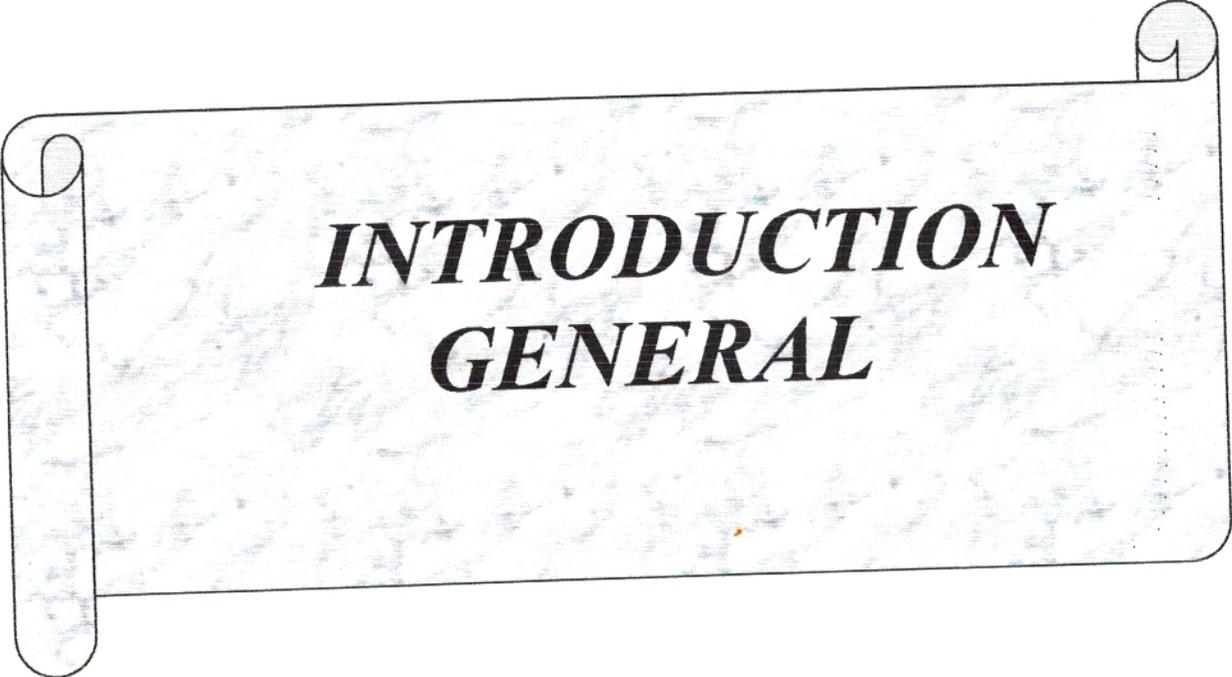
L'interprétation par les méthodes modernes (Corrélations, A.F.C) nous a permis de mettre en évidence les facteurs écologiques pouvant intervenir sur la dynamique de ces groupements.

Enfin, la réalisation d'une carte de répartition des résineux dans la région de Tlemcen nous a aidé à apprécier l'état actuel de l'aire de répartition naturelle de ces résineux.

## **MOTS CLES :**

Résineux -Tlemcen (Oranie- Algérie) - Climat - Action anthropozoïque - Incendies de forêt - Inflammabilité - Combustibilité – Morpho-histologie- Analyse factorielle des correspondances - Diversité - Cartographie.

<b>Introduction générale.....</b>	<b>1</b>
<b>Première partie : Cadre d'étude :</b>	
Chapitre I : Milieu physique .....	4
Chapitre II : Bioclimatologie.....	13
Chapitre III : Méthodologie.....	32
Chapitre IV : Action direct et indirect sur la dynamique.....	39
Chapitre V : Inflammabilité et combustibilité.....	82
<b>Deuxième partie : Autoécologie des espèces résineux :</b>	
Chapitre I :Analyse bibliographique des résineux.....	88
Chapitre II : Morphométrie.....	131
Chapitre III: Histologie et Histométrie.....	138
<b>Troisième partie : Analyse de la végétation à résineux :</b>	
Chapitre I :Analyse bibliographique.....	148
Chapitre II :Traitement des données.....	154
Chapitre III :Etude phytosociologique des résineux.....	169
Chapitre IV : Diversité biologique et phytogéographique du cortège floristique à résineux...	180
Chapitre V : Cartographie de la végétation à résineux.....	197
<b>Conclusion générale et perspectives.....</b>	<b>203</b>
<b>Références bibliographiques.....</b>	<b>207</b>



***INTRODUCTION  
GENERAL***

Les espaces naturels et forestiers des 25 pays à bioclimat méditerranéen occupent 80 à 100 millions d'hectares, depuis le Portugal jusqu'à l'Iran, de la Jordanie jusqu'au Maroc, et présentent une remarquable unité écologique, dont la spécificité s'impose aux écologues, aux forestiers et aux gestionnaires des territoires.

Nombreux sont ceux qui se sont intéressés à la végétation méditerranéenne; phytosociologues, 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 clairsemées et à évoluer vers le matorral ou la steppe graminéenne.

Dans cette forêt méditerranéenne, évoluée une portion de superficie forestière estimée à 2 145 000 ha. Cette dernière a subi dans son cycle de vie des moments très difficiles : d'une forêt en parfaite équilibre vers une forêt très dégradée, on assiste même à une matorralisation de cette portion..... **c'est la forêt Algérienne.**

Par sa position géographique, l'Algérie présente une grande diversité de biotope occupée par une importante richesse floristique. Ses forêts renferment une riche diversité biologique; constituent dans certains cas des écosystèmes ou paysages d'intérêt mondial.

En Algérie, les résineux (Pin d'Alep, Thuya, les genévriers) englobent la majorité des formations forestières et pré forestières. Ces formations sont d'une très grande importance sur les plans économique et écologique notamment à travers leur rôle de protection contre le processus de désertification et d'érosion, très dynamiques dans ces régions.

La région de l'Oranie qui se trouve à l'Ouest de l'Algérie avec un bioclimat semi aride est colonisée par une flore forestière qui compte un certain nombre d'essences résineuses de premier ordre sur lesquels nous nous sommes basé pour identifier les principaux groupements végétaux de la région. Ces espèces sont ; *Tetraclinis articulata*, *Pinus halepensis*, *Juniperus oxycedrus* et *Juniperus phoenicea*.

Ces formations sont marquées par des conditions naturelles difficiles et subissent un surpâturage lié au surnombre du troupeau de cheptel ovin, bovin et caprin.

A cela s'ajoute l'impact négatif des incendies répétés et fréquents. Les bilans d'incendies affichés durant ces dernières décennies enregistrent des pertes considérables et même irréversibles dans certains cas.

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'elles subissent ; mais ils constituent aussi un capital qu'il convient de protéger en le préservant des dégradations naturelles, humaines et animales.

C'est dans ce contexte qu'il nous a paru intéressant à travers ce mémoire, qui fait partie des travaux de recherche du laboratoire d'Ecologie Végétale et de Gestion des Ecosystèmes Naturels de Tlemcen, d'étudier ces espèces forestières largement répandues au Nord-Ouest Algérien.

L'importance étendue de ces espèces a attiré l'attention d'un certain nombre de chercheurs : MAIRE (1926), BOUDY (1952), BENABID (1976), EL HAMROUNI (1978), ALCARAZ (1969, 1982), FENNANE (1982, 1988), KADIK (1987), HADJADJ (1988, 1995), QUEZEL et al (1990), CHAABANE (1993), pour ne citer que ceux là.

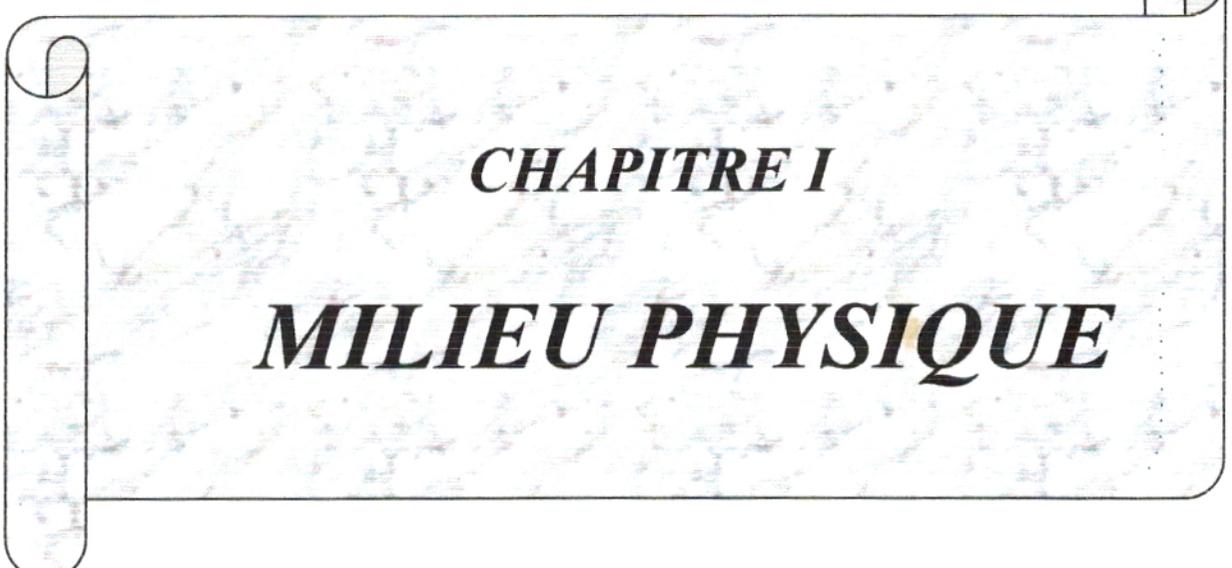
La diversité morphologique des groupements à résineux dans notre région nous a mené à étudier le volet morphométrique.

La végétation peut être analysée par des méthodes phytosociologiques et dendrométriques en déterminant les espèces présentes dans les différentes strates, leur hauteur, leur recouvrement, ou leur densité. Peut s'ajouter à ces études une description physique de cette végétation par la détermination de ces propriétés chimiques des éléments qui la composent. Ce type de données est nécessaire pour caractériser la capacité des végétaux à s'enflammer ou à propager les feux.

La maîtrise de l'inflammabilité et la combustibilité est un autre paramètre à prendre en compte. Encouragé par les résultats des recherches entreprises par différents auteurs dans différents pays méditerranéens, nous nous sommes intéressées à notre tour à parfaire ces informations sur l'inflammabilité et la combustibilité de ces espèces. L'objectif pratique de cette étude est de sensibiliser et surtout d'informer le personnel forestier et les services de lutte à ce danger, en leur indiquant les essences et les architectures potentiellement dangereuses.

Beaucoup de travaux sont consacrés aux problèmes de phytoécologie, à la phytosociologie, à la dendrométrie de ces espèces ; par contre les études sur l'histologie, la morphométrie, l'inflammabilité et la combustibilité sont très limitées voire absentes surtout en Algérie. Ce manque d'informations constitue un handicap quand il s'agit d'élaborer des cartes ou des plans de prévision de lutte contre les incendies.

La notion de « gestion forestière durable » doit passer par les données dendrométriques, écologiques, floristiques et cartographiques. Ces données sont nécessaires



***CHAPITRE I***  
***MILIEU PHYSIQUE***

### **1. Situation géographique : (Fig. n°1)**

La zone d'étude est localisée dans la partie occidentale du Nord Ouest Algérien. Elle est située entre 1°00' et 2°10' de longitude Ouest et 34°45' et 35°18' de latitude Nord.

La région d'étude est limitée géographiquement :

- au Nord par la mer Méditerranée,
- au Sud par la wilaya de Naâma,
- à l'Ouest par la frontière Algéro-Marocaine,
- à l'Est par la wilaya de Ain Temouchent,
- au Sud-Est par la wilaya de Sidi Bel Abbès.

Le milieu où s'insère notre zone d'étude est un vaste écosystème partant du littoral aux hautes plaines steppiques passant par les monts de Tlemcen.

### **2. Aperçu géologique et géomorphologique**

Notre étude, porte sur les formations à résineux à travers la région de Tlemcen, nous conduit en fonction des différents points de prélèvement et à partir de la carte géologique de Tlemcen, établie par CLAIR (1973) ; à présenter la géologie en 04 secteurs de substrat géologiques homogènes.

- Le littoral,
- Les plaines Telliennes
- Les monts de Tlemcen,
- Les hautes plaines Steppiques.

#### **2.1. Le littoral :**

❖ **Les monts des Traras** : cette zone ; dont les points de prélèvement se situent à Marsat Ben M'hidi (ex Port Say), à l'entrée de Ghazaouet, Fillaoucène (Oued sbaa) et à Honaine (Souk el khemis).

Ce massif est formé par une série de crêtes parallèles à une disposition SO-NE, le point culminant est Djebel Fillaoucène (1136m). Toutes ces crêtes sont constituées par des grès bruns intercalés de calcaires du Jurassique qui donnent des reliefs abrupts. Ces reliefs se

terminent par des glaciers d'érosion (Pliocène) donnent des pentes adoucies jusqu'aux vallées et plaines.

Au Nord du Fillaoucène, les massifs du Primaire (schistes et quartzites) donnent des reliefs abrupts. ↷

Les terrains miocènes, montrant un relief jeune, constitué de marnes et d'argiles qui provoquent par endroits des glissements et des ravines très profondes et nombreuses (région Bab el Assa ; Souk Tleta).

De la composition géologique de ce massif se dégagent des unités lithologiques suivant la résistance à l'érosion (BOUABDELLAH, 1991)

<u>* Substrat résistant</u>	<u>Sensibilité à l'érosion</u>
- Roches volcaniques	15%
- Calcaires et dolomies	10%
<u>* Substrats moyennement résistants</u>	
- Croûtes calcaires	5%
- Calcaires friables et grès friables	20%
- Schistes	10%
<u>* Substrats peu résistants</u>	
- Marnes	30%
- Argiles	5%
-Alluvions et sables	5%

Les Traras n'exclue pas la présence de certains bassins intramontagnards (Plaine de Mezaourou), les bassins de l'oued Kiss, l'oued El Marsa, et de l'oued kouadra.

Le littoral des Traras dispose d'une façade maritime d'une longueur de 70Km et offre une frange côtière de 5Km.

Au centre, la côte présente des falaises assez hautes .Le relief devient plus plat dans la région Sud de cette partie centrale où se rencontre une série de plaine et plateaux, dont le plus important est celui de Mezaourou.

A 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.

**Beni-Saf :** Pour la région de Beni-Saf; le secteur correspond au plateau de Sidi-Şafi; le substrat est composé de calcaire supérieur, correspondant au deuxième cycle post-nappes d'âge Miocène d'où est prélevé le carbonate de calcium pour la cimenterie de Béni-Saf. Ce sont des calcaires blancs crayeux; à lithothamniées, riches en micro gammes et où



❖ certains niveaux sont tendres, reposant sur les argiles jaunes ou blanches riches en huîtres (GUARDIA, 1975).

Les terrains sont des calcaires riches en coquilles de fossiles de type lumachellique d'âge Miocène post-nappes. Ces calcaires reposent sur des argiles à intercalations gréseuses d'âge Tortonien (Miocène). Ces calcaires sont recouverts par endroits par des formations volcaniques de type basaltique (GUARDIA, 1975).

## **2.2. Les plaines telliennes : (Maghnia)**

La plaine de Maghnia, en raison de sa position géologique comprise entre les monts des Traras au Nord et les monts de Tlemcen au sud; formant ainsi un couloir allongé de direction Ouest-Est.

La plaine de Maghnia fait partie du Quaternaire de même que la série de plateaux qui est constituée de Miocène moyen et de dépôts Quaternaires. Cette partie est marquée notamment par une épaisse série d'argile marneuse.

En général, deux milieux géologiques peuvent être différenciés, les terrains primaires et secondaires au Nord et au Sud (Djebel Fellaoucène et Ghar Rouban) avec la mise en place du relief actuel faisant principalement à l'air Tertiaire et Quaternaire recouvrant des substrats formés dans le Primaire et le Secondaire (GUARDIA, 1975).

La coupe lithostratigraphique de la moyenne Tafna permet l'identification du Jurassique supérieur autochtones présentant des conglomérats de bases, des marnes bleues souvent gypseuses ainsi que des alluvions et conglomérats continentaux .

## **2.3. Les Monts de Tlemcen :**

Les monts de Tlemcen font, selon THINTOIN (1948), partie de l'Atlas Tabulaire. Ils sont limités au Nord par les hautes plaines telliennes et au Sud par les hautes steppiques. Les limites Ouest et Est sont respectivement représentées par la frontière Algéro-Marocaines et l'Ouest Mekkerà qui sépare ces monts de ceux de Daya.

Ces derniers font partie de la Meseta Oranaise qui comme la plupart des régions riveraines de la Méditerranée Occidentale et d'architecture Alpine, l'orientation des accidents observés à l'échelle des monts de Tlemcen et même à l'échelle de l'ensemble de l'Afrique du Nord semble en relation avec le mouvement de rapprochement des plaques d'Afrique et d'Eurasie, notamment au cours du Plio-Quaternaire et les affleurements sont constitués en majorité des formations Jurassiques essentiellement du Jurassique supérieur THINTOIN (1948).

Les monts de Tlemcen sont découpés en trois principaux systèmes de failles transversales :

- ❖ Transversale de la Tafna-Magoura
- ✓ ❖ Transversale d'Ain Tallout
- ❖ Transversale de Oued Lakhdar

Les monts de Tlemcen sont constitués par des terrains mésozoïques et cénozoïques. Les assises sédimentaires attribuées au Jurassique supérieur et au Crétacé sont principalement formées de carbonates. Cet ensemble constitue la bordure méridionale des monts de Tlemcen.

Selon BENEST (1985), les monts de Tlemcen présentent la série stratigraphique suivante :

- **Les grès de Boumediene (Oxfordien Supérieur- Kimméridgien supérieur)**
- **Les calcaires de Zarifet (Kimméridgien supérieur)**
- **Les dolomies de Tlemcen (Kimméridgien terminal)**
- **Les dolomies de Terni Tithonien inférieur)**
- **Les marno-calcaires de Raourai (Tithonien basal)**
- **Les calcaires de Lato**
- **Les marno-calcaires de Hariga ( Tithonien supérieur)**
- **Les grès de Merchich.**

#### **2.4. Les hautes plaines steppiques :**

Les hautes plaines steppiques de la région de Tlemcen forment une unité géomorphologique caractéristique du domaine Atlasique. Elles constituent une zone tabulaire d'altitude moyenne de 1100m. Le terrain Quaternaire qui constitue la vaste étendue tabulaire est représenté par deux formations distinctes : les alluvions Quaternaires anciennes et le Quaternaire récent.

Les sols sont peu profonds, partout, avec une assise de couches calcaires sensibles aux érosions hydriques et éoliennes (encroûtement calcaire).

CHAÂBANE (1993) confirme que le substrat du Quaternaire est de trois types : un continental, l'autre marin littoral et sableux, le dernier lagunaire riche en évaporites.

### **3. HYDROLOGIE :**

La disposition du relief, ainsi que l'abondance des roches imperméables à tendres argilo-marneux, 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 aux cours des ères géologiques. Notre zone d'étude est caractérisée par :

#### **3.1. Le littoral :**

Les monts des Traras constituent un réseau hydrographique intermittent. Ce massif à deux grands bassins 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 Ghar Boumaza 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.

L'oued Kiss est frontalier avec le Maroc et se jette à Marsat Ben M'hidi.

#### **3.2. Les plaines telliennes :**

Le bassin de Tlemcen est constitué d'un réseau hydrographique très dense d'orientation Sud-Nord. La plaine de Maghnia coïncide avec la vallée de Tafna et de Mouilah qui prend naissance au Maroc (à 40 Km au nord de Oujda) sous le nom de Oued Issly. La plaine d'Hennaya est complexe; elle est constituée par un réseau hydrographique dense, descendant des monts de Tlemcen et se rattachant à la Tafna ou à l'Isser. Entre Remchi et Hennaya passe la zone de partage des eaux des deux bassins.

#### **3.3. Les monts de Tlemcen :**

Un substratum géologique qui domine les monts de Tlemcen et permet une perméabilité appréciable des eaux de pluies. Il favorise leur écoulement souterrain entraînent le maintien de nombreuses sources. Les plus grands Oueds naît à partir de sources importantes des monts de Tlemcen.

En 1970 ELMI; a décrit le réseau hydrographique de Tlemcen; il a pu distinguer :

\* **La transversale de Tafna :** (Oued Tafna) est la plus importante dans la wilaya; elle prend source de Ghar Boumâza aux environs de Sebdou dans les monts de Tlemcen; son principal affluent est l'Oued Khemis qui prend naissance dans les monts de Béni-Snous.

\* **Oued Isser :** qui est né de la source de Ain Isser dans la vallée de Beni Smiel avec ces principaux affluents comme l'Oued Tellout et l'Oued Chouly.

s'accentue. Ces sols sont en général assez peu profonds. Ceux observés étaient toujours en position de pente : forêt de Hafir, Zarifet (BRICHETEAU, 1954).

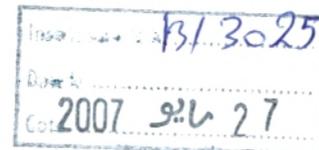
#### **4.4. Les sols de la zone steppique :** (Hautes Plaines Steppiques)

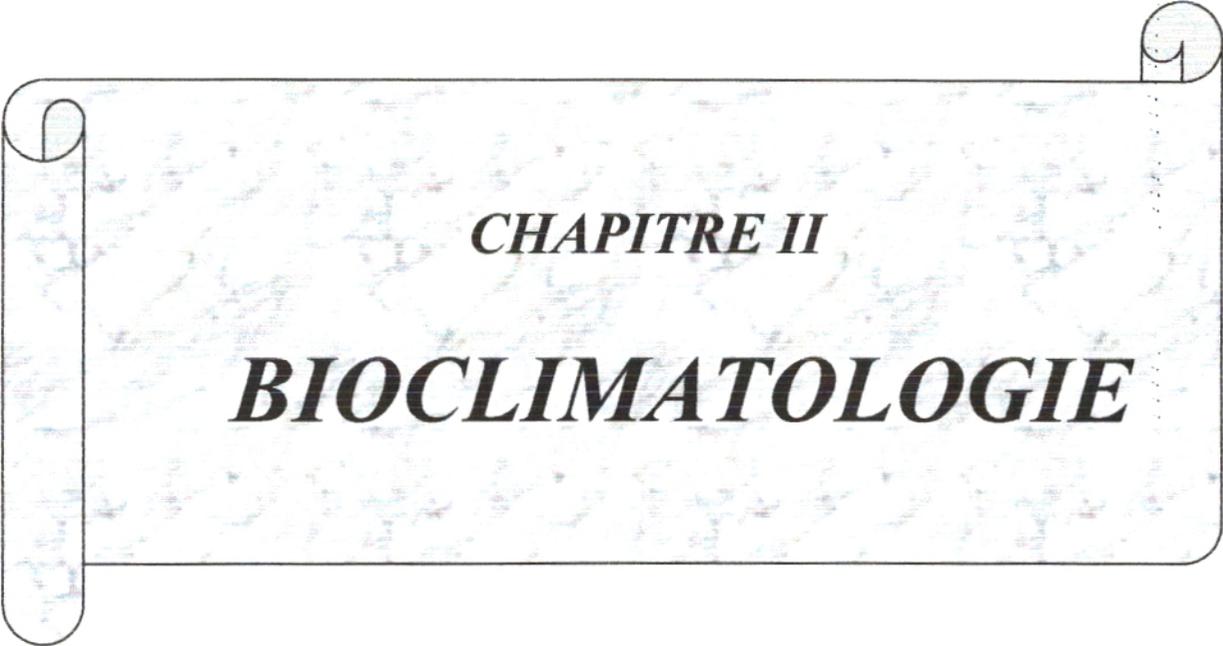
Les types de sol de la zone steppique de l'Algérie ont fait l'objet de nombreux travaux. Parmi eux nous pouvons citer : AUBERT (1978) ; POUGET (1980) ; DURAND (1954,1958) ; RUELLAN (1970) ; HALITIM (1988) ; DJEBAILI (1984) ; BENABADJI (1991,1995) BOUAZZA (1991, 1995), BENABADJI et al (1996), BOUAZZA et al (2004), BENABADJI et al (2004).

Dans la région de Tlemcen, le paysage steppique est un ensemble de plaines et de dépressions, les sols reposent le plus souvent sur les formations marneuses et gréseuses parfois associées à des écoulements calcaires et gypseux.

En se référant ainsi aux études relativement récentes de DUCHAUFOR (1976) les sols des hautes plaines steppiques peuvent être regroupés en :

- Sols peu évolués (régosols, lithosols)
- Sols calcimagnésiques (rendzines grise)
- Sols isohumiques (sol brun de steppe)
- Sols brunifiés (sols brun clair)
- Sols salsodiques (sol halomorphes).





*CHAPITRE II*

***BIOCLIMATOLOGIE***

### 1-Introduction :

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.

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

En effet, QUEZEL (1976) note qu'une connaissance précise de la bioclimatologie permet seul à comprendre la répartition et les rapports respectifs des divers types de forêts méditerranéennes.

Le climat caractérisé par une longue saison estivale sèche et chaude, est l'élément qui rapproche les pays de la méditerranée et donne l'unité à l'ensemble. Il a généré une flore typique et des écosystèmes particulièrement riches, fournissant ainsi une transition entre le climat des régions tropicales et les régions tempérés.

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

Nous aurons ainsi à étudier l'intensité des phénomènes météorologiques de la région, tout en sachant que le climat de la région de Tlemcen est de type méditerranéen se caractérisant par un été sec et une concentration hivernal de précipitations. Ceci a été confirmé par plusieurs auteurs : EMBERGER (1930), CONRAD (1943), SELTZER (1946), BAGNOULS et GUAUSSEN (1953), SAUVAGE (1961), BORTELI et al. (1969), STEWART (1969), LE HOUEROU et al (1977), QUEZEL et al (1980), ALCARAZ (1982) DJEBAÏLI (1984), DAHMANI (1984) et plus récemment AIME (1991), BENABADJI (1991-1995), BOUAZZA (1991-1995), HADJADJ (1995) et BENABADJI et al. (2000), le climat de notre région est maintenant bien connu.

Par ce travail, nous voulons cerner et maîtriser les données climatiques pouvons influencer les groupements à résineux dans notre zone d'étude.

## **2-Méthodologie :**

### **❖ Choix de la période et de la durée :**

En Afrique du Nord et en particulier en Oranie où les précipitations sont particulièrement irrégulières d'une année à l'autre, il fallait une durée d'observation minimum de 25 ans pour avoir des résultats fiables. Cela nous permettra de comparer cette période à celle analysée par SELTZER et qui porte également sur 25 ans (1913-1938).

### **❖ Choix des données et des stations météorologiques :**

La situation géographique des postes météorologiques, leur nombre peu élevé et leurs emplacement, le plus souvent en zone urbaine, ne permettent pas une idéale. Aussi, cette étude climatique ne peut servir qu'à "cerner" les aspects macro climatiques régionaux et locaux et micro climat ; dont le but essentiel est d'apprécier les fluctuations dans l'espace et dans le temps de différents facteurs climatiques ; ceci afin de rechercher une corrélation entre climat et végétation naturelle (bioclimat).

Le choix des stations a été dicté par l'allure générale des reliefs, par la présence des formations à résineux et par le souci de couvrir aux mieux toute l'air d'étude. Pour cela nous avons choisi des stations à différentes orientations (Tab. n°1).

Compte tenu des données dont nous disposons, nous avons pu couvrir, pour les principales stations de références, l'ancienne période (1913-1938), obtenue à partir du recueil météorologique de SELTZER (1946) et la nouvelle période (1980-2004) à l'exception des station (Ouled Mimoun, Sidi Djilali, Hafir, Beni Bahdel) où la nouvelle période s'étale de 1970 à 1997. Nous nous appuyons principalement sur deux sources à savoir celles de l'O.N.M et les données recueillis dans la bibliographie des recherches du laboratoire d'écologie végétale et de gestion des écosystèmes naturels (Université de Tlemcen)

### **3-Les facteurs climatiques :**

La bioclimatologie s'attache à l'étude des composantes climatiques les plus importantes à la vie et au développement des êtres vivants. Les composantes principales étudiées, du moins pour la région méditerranéenne, sont les précipitations et les températures du fait qu'elles constituent des facteurs limitants, mais cela n'exclut pas l'influence d'autres composantes telles que les neiges, les vents et les gelées. Elles tiennent compte, essentiellement, des états favorables ou défavorables à la végétation.

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.

#### **3.1- La Pluviosité :**

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

L'altitude, la longitude et la latitude, sont les principaux gradients définissant la variation de la pluviosité. En effet, la quantité de pluie diminue de Nord au Sud, de l'Est à l'Ouest; et devient importante au niveau des montagnes. Ceci a été confirmé par CHAËBANE (1993). Il précise que le gradient pluviométrique est décroissant d'Est en Ouest; cela est dû au fait que les nuages chargés de pluie qui viennent de l'Atlantique sont arrêtés ou déviés vers l'Est par la Sierra Nevada en Espagne et aussi par la barrière constituée par les hautes montagnes du Maroc et qui ne laissent passer que les nuages les plus hauts.

L'examen du régime des précipitations annuelles des stations d'études, nous conduit à une comparaison chronologique de deux périodes (ancienne et nouvelle).

♦ L'analyse du tableau n° 2 et 3 met en évidence l'irrégularité de la répartition des précipitations au niveau de toutes les stations.

Ce qu'on peut dire d'abord, c'est la relative abondance des précipitations durant l'ancienne période, la quantité des pluies reçue oscille entre 321mm (Sidi Djilali) et 707mm (Hafir).

Alors que pour la nouvelle période, nous remarquons une nette diminution moyenne des précipitations 100 à 150mm. Celles-ci varient entre 254.2mm (Ouled Mimoun) et 483.98mm (Hafir).

La station la plus arrosée est celle de Hafir, pour les deux périodes, d'où le rôle essentiel de la topographie (Compensation hydrique).

La saison la moins arrosée s'étale de Juin à Août pour l'ensemble des stations.

Sur le littoral, La quantité d'eau apportée par les précipitations s'élève considérablement d'Ouest en Est. Un peu plus à l'intérieur, les plaines sublittorales (Maghnia, Zenata, Ouled Mimoun) bien que plus élevés en altitude ne sont pas plus arrosées du fait qu'elle s'étend à l'abri des contreforts littoraux. Plus à l'intérieur, ce sont les massifs montagneux du tell oranais (Hafir, Saf Saf, Beni Bahdel) qui sont relativement arrosé : environ 400mm. Les revers Sud de l'Atlas tellien Oranais, au contact des hauts plateaux, la station de Sidi Djilali reste peu arrosé (295.03mm). Les précipitations diminuent nettement malgré l'altitude (1000m et plus) jusqu'au 200mm sur les hauts plateaux (BENABADJI et al, 2000).

Nous pouvons constater aussi que le mois le plus pluvieux est celui de Novembre pour Beni Saf, Zenata et Ghazaouet ; Mars pour Saf-Saf, Maghnia, ouled Mimoun, Hafir et Beni Bahdel.

#### **-❖ Régime saisonnier :**

Pour faciliter les traitements des données climatiques, un découpage en saisons de la pluviosité annuelle est indispensable.

C'est MUSSET in CHAËBANE (1993) qui est le premier, a défini cette notion. Elle consiste à calculer la somme des précipitations par saison et à effectuer le classement des stations par ordre de pluviosité décroissante en désignant chaque saison par l'initiale P.H.E. et A. ; désignant respectivement le printemps, l'hiver, l'été et l'automne.

$$Csr = \frac{Ps \times 4}{Pa}$$

Ps: précipitations saisonnières

Pa : précipitations annuelles

Crs : Coefficient relatif saisonnier de MUSSET.

Pour la nouvelle période, nos stations présentent un seul type de régime saisonnier (HPAE), à l'exception de Ghazaouet et Beni Saf.

Le type HP AE, pendant l'ancienne période caractérise les stations : Maghnia, Hafir, Saf Saf, Ouled Mimoun, Beni Bahdel. Les stations, Ghazaouet Beni Saf et Zenata reflètent un régime de type H APE et distingue d'autres régimes saisonniers du type AHPE, qui

caractérise la station de Sidi Djilali, avec une abondance pluviale automnale et une sécheresse estivale associée à un second maximum de précipitation en hiver.

Si l'on compare les deux périodes, nous observons que pour certaines stations, le deuxième maximum de précipitations qui se situait en automne s'est déplacé vers le printemps. C'est le cas de Beni saf, Ghazaouet et Zenata pour les autres stations, ce deuxième maximum devenu premier maximum suivi de celui de l'hiver.

### **3-2 Températures :**

Après les précipitations, qui en zone semi aride restent le facteur limitant, les températures qui jouent un rôle non moins négligeable dans la vie végétale. EMBERGER (1955) a utilisé la moyenne des maxima du mois le plus chaud (M) et la moyenne des minima du mois le plus froid (m), ces derniers ayant une signification biologique.

La caractérisation de la température en un lieu donné se fait généralement à partir de la connaissance d'au moins quatre variables qui sont :

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

#### **- Les températures moyennes mensuelles :**

L'étude comparative entre les deux périodes permet de situer les températures moyennes les plus basses au mois de Janvier variant entre 5.27°C (Sidi Djilali) et 12.95°C (Beni Saf), pour la nouvelle période 3.7°C (Sidi Djilali) et 12.87°C (Zenata).

Pour les températures moyennes les plus élevés, elles se situent au mois d'Août. Elles sont entre 24.21°C (Hafir) et 27.6°C (Beni Bahdel) pour l'ancienne période et entre 22.6°C (Ouled Mimoun) à 28.77°C (Zenata) pour la nouvelle période.

A partir de ces valeurs, nous observons une légère élévation de la température de l'ancienne période vers la nouvelle (0.5°C).

#### **- La température moyenne des maxima du mois le plus chaud : « M »**

Comme l'indique le tableau n°5 pour l'ancienne période, « M » varie de 29°C (Ghazaouet) à 33.1°C (Hafir). Pour l'ensemble des stations le mois le plus chaud reste Août.

En ce qui concerne la nouvelle période, nous remarquons une nette augmentation de « M » pour l'ensemble des stations, excepté Hafir qui a subi une forte diminution de "M" cela peut être dû probablement à l'altitude (1270 m).

Les faibles valeurs de "M" pour certaines stations sont liées à l'altitude (Hafir) ou à la proximité de la mer pour la station de Béni Saf.

### - Les températures moyennes des minima du mois le plus froid « m »

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

SAUVAGE et al (1963) détermine le repos végétatif hivernal par le mois où la température est inférieure à 3°C.

ALCARAZ (1969) considère la valeur  $m = +1^{\circ}\text{C}$  comme un facteur « seuil » dans la répartition du Chêne vert, du Pin d'Alep et du Thuya.

FENNANE (1982) a souligné que Les valeurs négatives de "m" sont exceptionnelles dans l'aire de Thuya.

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

Le minima "m" diminue avec l'altitude selon un gradient de  $0.5^{\circ}\text{C}$  tous les 100m (BALDY, 1965), et de  $0.6^{\circ}\text{C}$  tous les 100m (SELTZER, 1946).

Sur le littoral, les minima de Ghazaouet et Beni saf sont élevés car l'hiver est chaud avec une saison froide ne dépassant guère 3 à 4 mois. Un peu plus à l'intérieur, les plaines sublittorales, la saison froide s'allonge de 5 à 6 mois avec une diminution des minima atteignant respectivement  $1.92^{\circ}\text{C}$  (Maghnia),  $5.5^{\circ}\text{C}$  (Zenata). En remontant les piémonts Nord des massifs intérieurs, les températures diminuent avec l'altitude  $5^{\circ}\text{C}$  0 Saf Saf et 3.2 à Hafir.

### INDICE DE CONTINENTALITE :

En estimant les écarts de températures entre les maxima "M" et les minima "m" selon la méthode de DEBRACH (1953) in ALCARAZ (1982), il est possible de distinguer quatre types de climats

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

Nous constatons, d'après les résultats retenues, que nos stations sont influencés par un climat beaucoup plus semi continental où  $M - m$  varie entre 26.29 (Ghazaouet) et 34.8 (Oued Mimoun), à l'exception de la station de Beni Saf, qui est influencée par un climat plutôt littoral pour l'ancienne et la nouvelle période avec un écart thermique de 22.2 et 21.22 ; ainsi que la station de Ghazaouet pour l'ancienne période ( $M - m = 22$ ).

### **3-3 Autres facteurs climatiques :**

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

#### **- Le vent :**

Le vent constitue un facteur écologique de premier ordre, surtout dans les versants Sud.

Pour la zone d'étude, la saison humide se distingue par la dominance du vent Nord-Ouest ; alors que durant la saison sèche la fréquence des Siroco est importante.

Les vents dominants sont ceux provenant du Nord-Est et du Nord-Ouest et qui caractérisent bien la région littorale influencée par les embruns marins.

Les vents d'Ouest et Nord-Ouest sont chargés de pluie et sont les plus fréquents durant toute l'année sauf en été où ils sont substitués par les vents desséchants ou sirocco du Sud et même du Sud-Ouest c'est le cas de la station de Saf-Saf et Zenata. A ces vents s'ajoutent ceux du Sud-Ouest. Le taux de fréquence global varie de 57% à 68% pour Tlemcen et 46% à 68% pour la région de Ghazaouet.

En Algérie, le sirocco est lié aux perturbations de nature orageuse, venant de Sahara et se manifeste plus particulièrement en été sur la région, période de repos estival pour la végétation annuelle et autres. Il accentue également les maxima thermiques. Ce type de vent est à craindre car son action ne fait que favoriser le déclenchement et la propagation des incendies.

Il est plus fréquent à l'Est qu'à l'Ouest de notre région. Il intervient de 15 jours environ au Nord à 22 jours au Sud. Lorsqu'il souffle au moment où la végétation est en pleine activité, il cause des dégâts plus ou moins importants notamment sur les plantes jeunes.

#### **- La Neige :**

Sur le littoral où les températures hivernales sont relativement élevées, l'enneigement reste un phénomène exceptionnel.

Au dessus de 600-700m, la neige apparaît presque régulièrement chaque hiver où elle fond très rapidement. Ce n'est que sur les sommets au-delà de 1000m que l'enneigement peut durer (HADJADJ, 1995).

Selon DJEBAILI (1984) dans les hautes plaines du Sud Oranie, il tombe 3 à 4 jours de neige par an ; l'épaisseur de la couche de neige est très mince, ne dépasse guère 10cm.

HADJADJ (1988) a mentionné que le thuya ne subit que très rarement l'enneigement (essence de basse montagne).

#### **4- Synthèses climatiques :**

Si l'étude des températures et des précipitations donne un bon aperçu sur le climat régional, l'analyse de chacun de ces éléments reste insuffisante. La combinaison de ces paramètres climatiques ont permis aux nombreux auteurs la mise au point de plusieurs indices qui rendent compte du climat et de la végétation existante.

##### **4-1 Les Diagrammes Ombrothermiques :**

Pour la détermination de la période sèche, on doit se référer à ces diagrammes ombrothermiques, en considérant le mois sec lorsque  $P \leq 2T$

Avec P : Précipitation moyenne du mois en mm

T : Température moyenne du même mois en °C

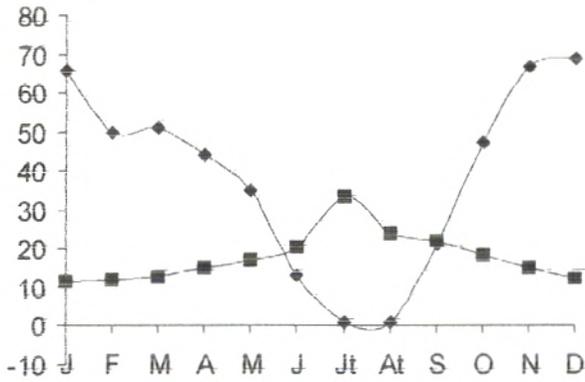
Pour visualiser ces diagrammes ; BAGNOULS et GAUSSEN, 1953 proposent une méthode qui consiste à porter sur un même graphe la température et la pluviométrie de sorte que l'échelle des températures soit le double des précipitations ( $1^{\circ}\text{C} = 2 \text{ mm}$ ) ; en considérant la période de sécheresse lorsque la courbe des précipitations passe en dessous de la courbe des températures.

La zone d'étude se situe dans un climat méditerranéen. Toutes les stations présentent une saison plus ou moins intense suivant sa position par rapport à la mer, son altitude et sa position géographique. Celle-ci dure entre 6 et 7 mois, coïncidant avec la période estivale, englobant parfois, une partie du printemps et une partie de l'automne. Nous remarquons ainsi, que la durée de la saison sèche diminue progressivement d'Ouest à l'Est, inversement aux précipitations.

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 la mer.

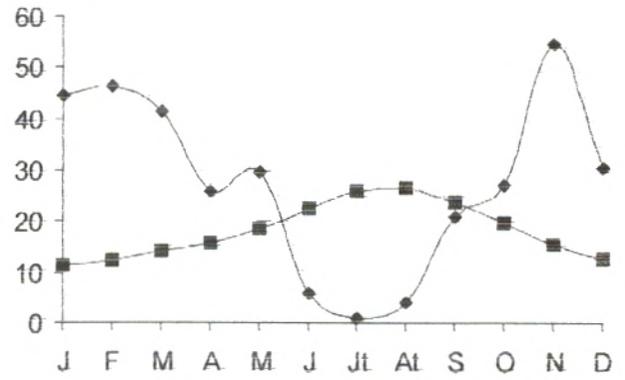
**Station de Ghazaouet  
(1913 – 1938)**

P (mm) ; T (°C)



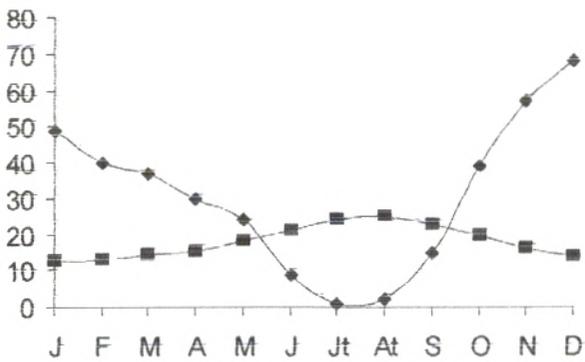
**Station de Ghazaouet  
(1980 – 2004)**

P (mm) ; T (°C)



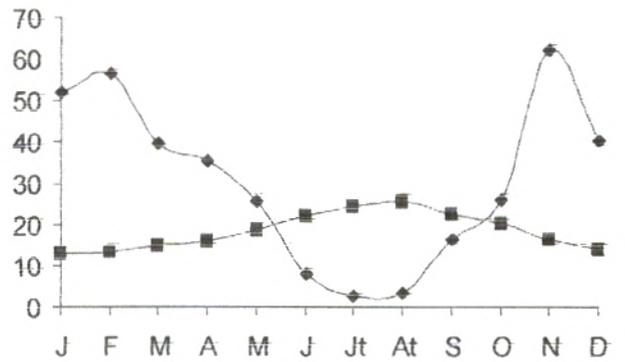
**Station de Béni-saf  
(1913 – 1938)**

P (mm) ; T (°C)



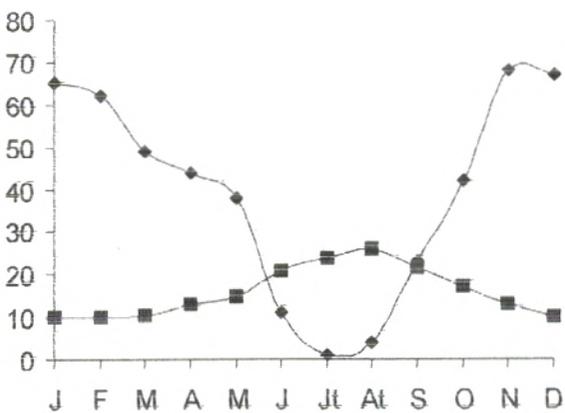
**Station de Béni-saf  
(1980 – 2004)**

P (mm) ; T (°C)



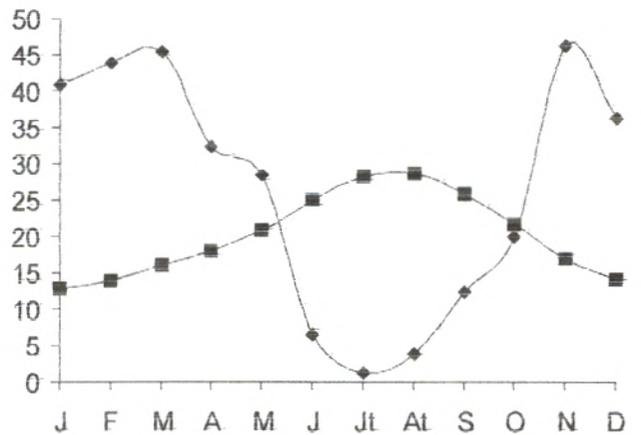
**Station de Zenata  
(1913 – 1938)**

P (mm) ; T (°C)



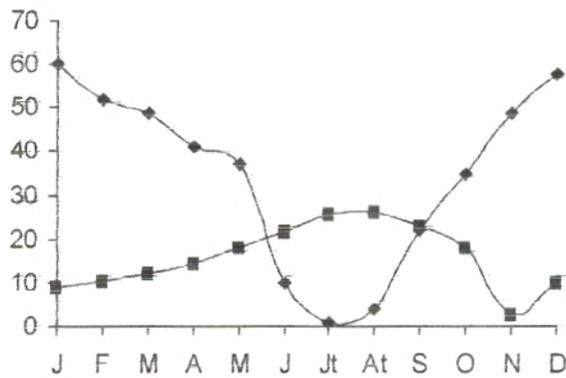
**Station de Zenata  
(1980 – 2004)**

P (mm) ; T (°C)



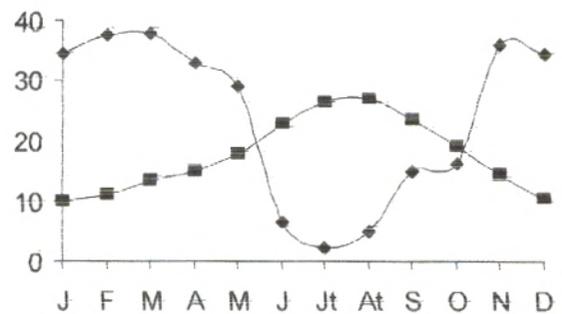
**Station de Maghnia  
(1913 – 1938)**

P (mm) ; T (°C)



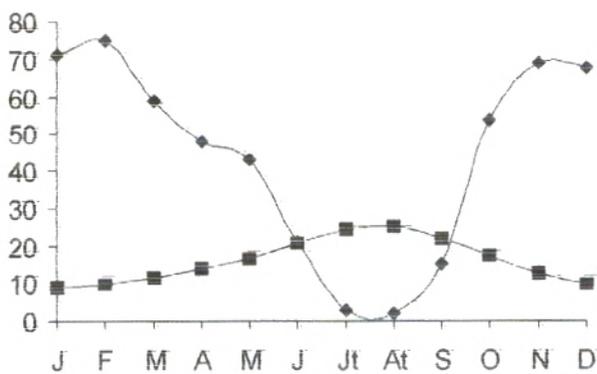
**Station de Maghnia  
(1980 – 2004)**

P (mm) ; T (°C)



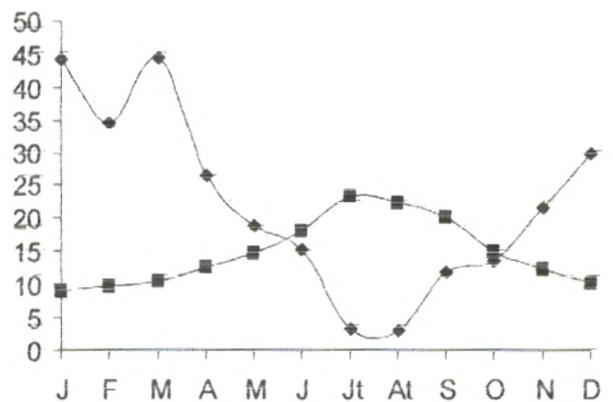
**Station de Ouled Mimoun  
(1913 – 1938)**

P (mm) ; T (°C)



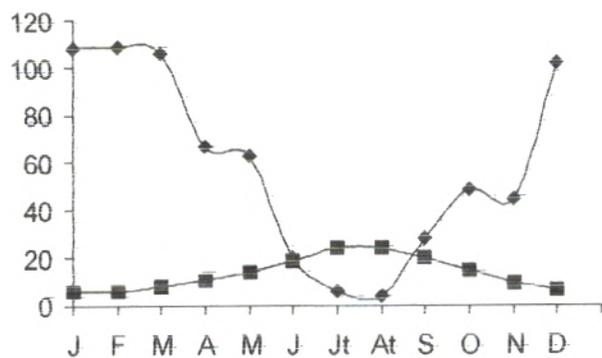
**Station de Ouled Mimoun  
(1970-1997)**

P (mm) ; T (°C)



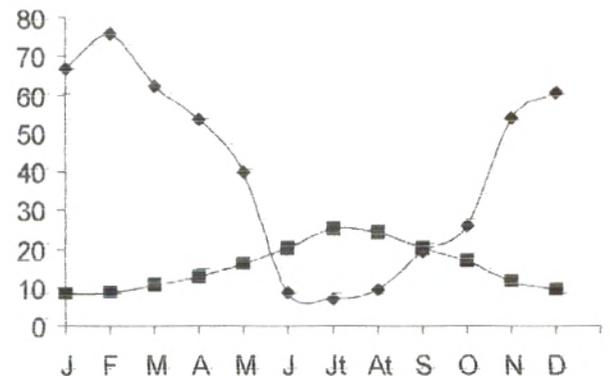
**Station de Hafir  
(1913 – 1938)**

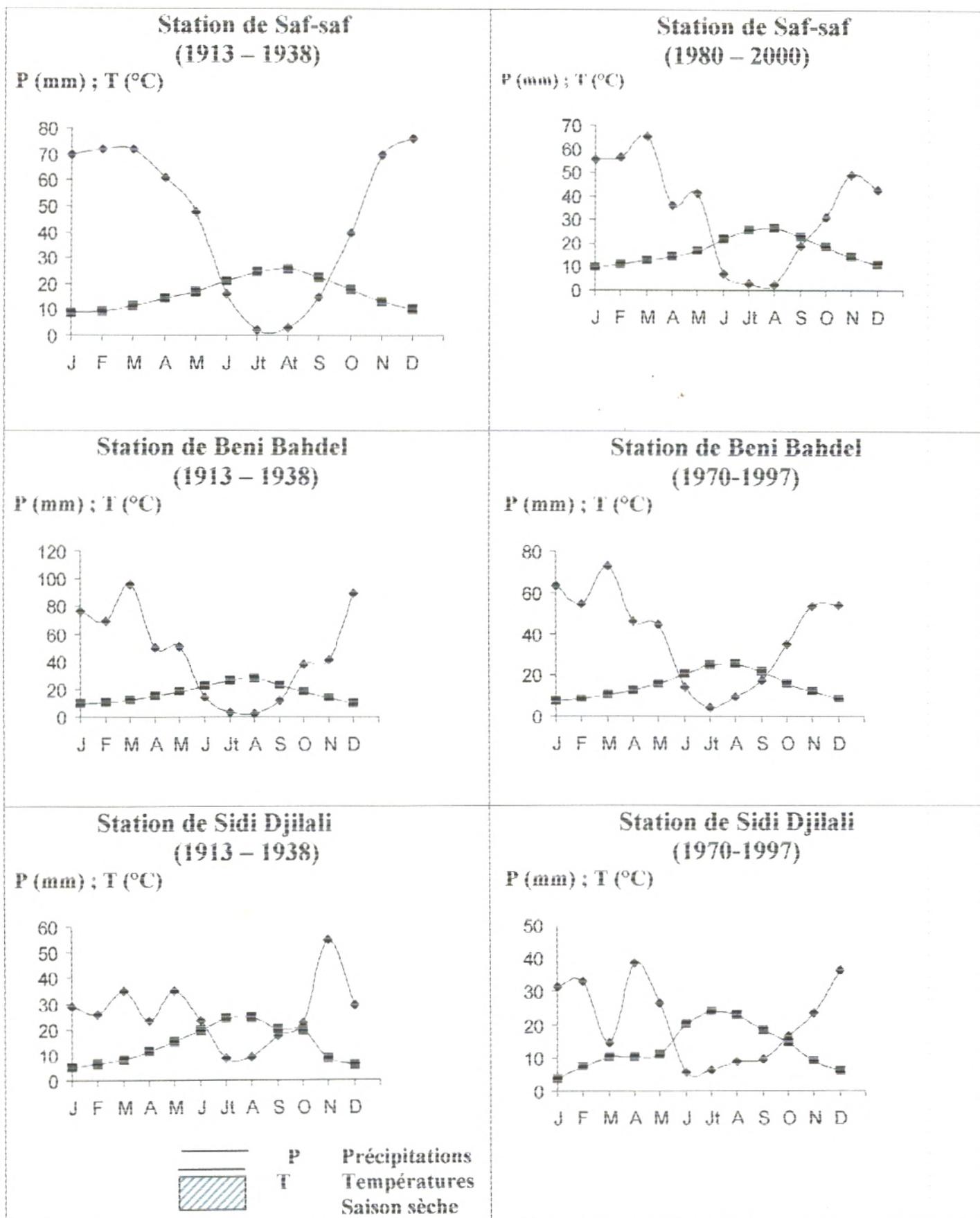
P (mm) ; T (°C)



**Station de Hafir  
(1975 – 1996)**

P (mm) ; T (°C)





**Figure n° 2 : Diagrammes Ombrothermiques de BAGNOULS et GAUSSEN.**

Du Nord au Sud, la durée de la saison sèche est de 5-6 mois sur le littoral et sublittoral (Ghazaouet et Beni Saf ; Maghnia, Zenata et Ouled Mimoun), 4 mois en remontant l'atlas tellien (Hafir, saf Saf et Beni Bahdel). Prés de la steppe, cette durée augmentede nouveau : 5 à 6 mois (Sidi Djilali).

La durée de la période sèche impose à la végétation une forte évapotranspiration, et les espèces ligneuses arrivent à survivre grâce à leurs systèmes d'adaptation modifiant à leurs tours le paysage en imposant une végétation xérophytique (Stratégie adaptative).

#### **4.2- INDICE DE DE.MARTONNE :**

Cet indice est exprimé par l'équation:

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

P : pluviométrie moyenne annuelle en (mm)  
T : température moyenne annuelle en (°C)

DE MARTONNE a essayé de définir l'aridité du climat par un indice qui associe les précipitations moyennes annuelles aux températures moyennes annuelles. Cet indice est d'autant plus faible que le climat est plus aride.

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

Les résultats du calcul de l'indice de DEMARTONNE des stations de la zone d'étude se localisent entre 10 et 20 appartenant au niveau semi aride à drainage temporaire ; ce régime induit la présence des formations arbustives réduites ou en reliquats, car les stress hydriques est important avec une prédominance des formations herbacées annuelles et/ou vivaces.

Par contre l'obtention d'un indice entre 20 et 30 pour Hafir, au début de ce siècle confirme l'existence des conditions plus favorables pour la végétation ligneuse.

### 4.3- INDICE XÉROTHERMIQUE D'EMBERGER (1942) :

Pour estimer et comparer l'intensité de la sécheresse à travers les différentes stations, nous nous référons à l'indice xérotthermiques d'EMBERGER (1942). Cet indice est exprimé par l'équation suivante :

$$S = \frac{PE}{M}$$

PE : Somme des précipitations moyennes estivales

M : moyenne des températures du mois le plus chaud.

Un climat ne peut être considéré méditerranéen que si l'indice xérotthermique S est inférieur à 7. Pour DAGET (1977) le seuil est aussi fixé à  $S < 7$ , car entre 5 et 7 peuvent se placer des zones étrangères à l'aire iso-climatique méditerranéenne.

Les valeurs obtenues au niveau de la zone d'étude oscillent entre 0.32 et 1.25. Les faibles valeurs de S confirme la rareté des pluies ; les fortes chaleurs ainsi que l'étendue de la saison sèche de 4 à 6 mois, d'où une aridité apparente et une sécheresse accentuée.

Du Nord au Sud, L'indice xérotthermique diminue légèrement vers l'intérieur avec l'altitude sur L'atlas Tellien puis augmente nettement en se rapprochant de la steppe.

Du point de vue phytogéographique ALCARAZ (1969) précise qu'en Oranie certaines essences forestiers peuvent s'accorder avec les valeurs  $Is < 2$ .

- <i>Tetraclinis articulata</i>	0.40 < S < 0.91 (ALCARAZ, 1969)
- <i>Juniperus oxycedrus</i>	0.56 < S < 1.38 (BOUAZZA, 1995).
- <i>Pinus halepensis</i>	0.40 < S < 1.50 (KADIK, 1987)
- <i>Pinus halepensis</i>	0.51 < S < 1.11 (ALCARAZ, 1969)

Dans le même contexte des travaux réalisés par BOUAZZA (1995), ont permis l'élaboration d'une liste des espèces indicatrice en relation avec l'indice. Il s'avère que chaque espèce a un indice xérotthermique spécifique.

- <i>Chamaerops humilis</i>	0.54 < S < 0.80
- <i>Calycotome spinosa</i>	0.52 < S < 0.77
- <i>Ziziphus lotus</i>	0.51 < S < 0.92
- <i>Ampelodesma mauritanicum</i>	0.80 < S < 1.28
- <i>Thymus ciliatus subsp coloratus</i>	0.40 < S < 0.71
- <i>Quercus ilex</i>	0.69 < S < 1.28

#### 4.4- LE QUOTIENT PLUVIOTHERMIQUE D'EMBERGER :

Très utilisé et largement répandu maintenant dans tous les pays méditerranéens, Il est le plus utilisé en Afrique du Nord, le Quotient pluviométriques d'EMBERGER reste un outil nécessaire pour caractériser le bioclimat d'une région en zone méditerranéenne.

En utilisant un diagramme bidimensionnel dans lequel la valeur d'un « quotient pluviométrique » d'une localité déterminée est en ordonnée et la moyenne du mois le plus froid de l'année en abscisse.

Ce quotient permet de visualiser la position des stations Météorologiques et il est possible de délimiter l'aire bioclimatique d'une espèce voire d'un groupement végétal et de procéder à d'éventuelles comparaisons.

Ce quotient a été formulé de la façon suivante:

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

P : pluviosité moyenne annuelle

M : moyenne des maxima du mois le plus chaud (T+273°k)

m : moyenne des minima du mois le plus froid.

(M+m/2) traduit les conditions moyennes de la vie végétale, alors que (M-m) donne une valeur approchée de l'évaporation. Ce quotient est plus faible quand la sécheresse est sévère.

En Algérie, STEWART (1969) a développé une reformulation du quotient pluviométrique (EMBERGER 1952) :

$$Q_3 = \frac{1000}{(M+m/2)+273} \times \frac{P}{M-m}$$

(M et m sont exprimés en degrés absolus °K).

Pour nos stations, (M+m/2) est en moyenne égal à +16,1°C; celles-ci peuvent être ramenées à une constante K dont la valeur pour l'Algérie et le Maroc est égale à 3,43 d'où la nouvelle formule.

$$Q_3 = 3.43 \times \frac{P}{M-m}$$

STEWART (1969) a montré que les valeurs du  $Q_3$  et celles obtenues par la formule du  $Q_2$  sont très peu différentes ; l'erreur maximale est inférieure à 2%.

L'écart entre les résultats donnés par  $Q_3$  et  $Q_2$  est plus grand de 1,7% pour toutes les stations météorologiques en Algérie. Pour notre étude, nous retenons les résultats du  $Q_2$  seulement.

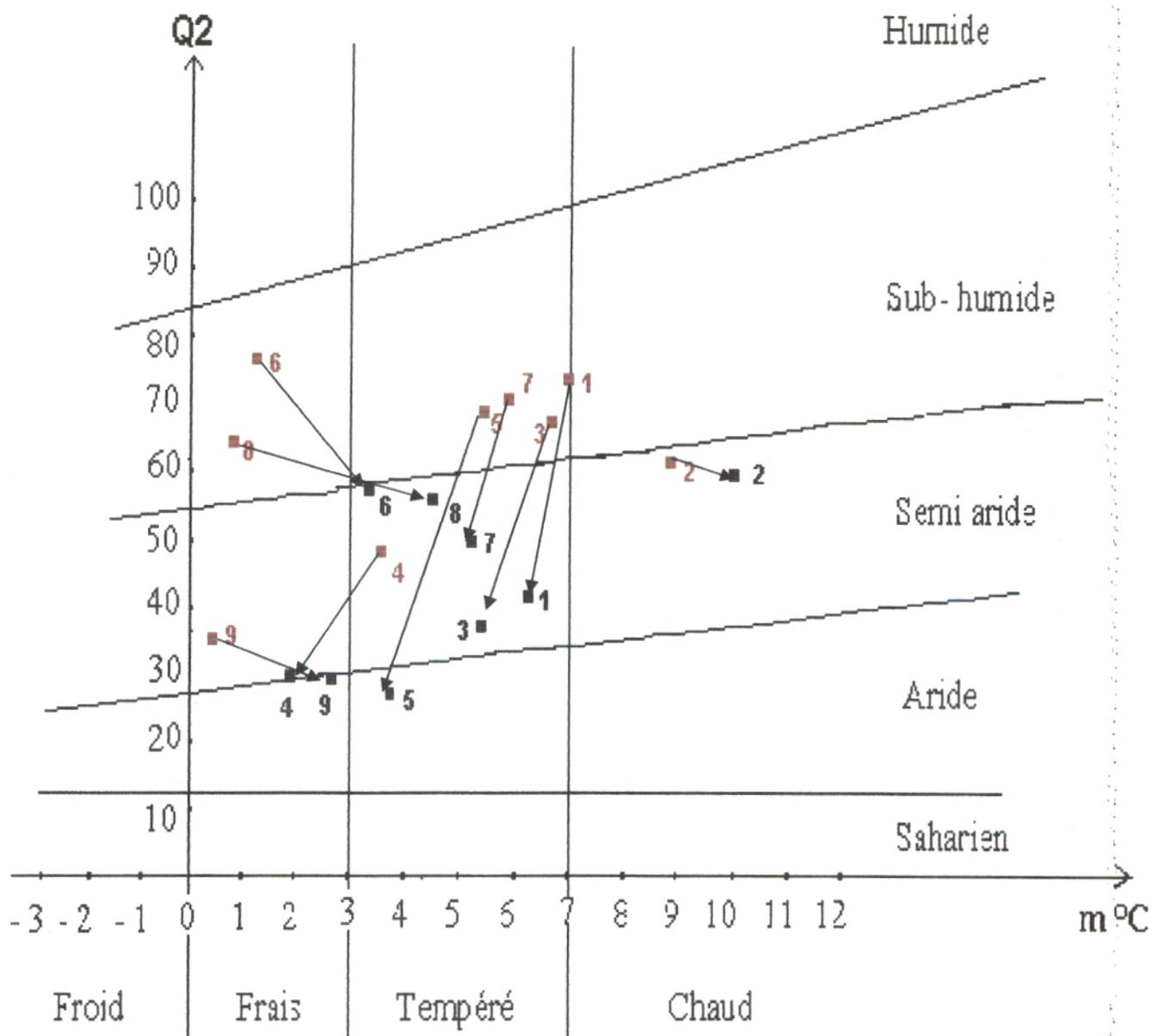
L'observation du climagramme pluviothermique montre un déplacement significatif des stations vers la gauche faisant apparaître une légère diminution des valeurs de « m », ainsi nous constatons un déplacement horizontal et vertical de toutes les stations étudiées.

Pour la nouvelle période, la plupart de nos stations appartiennent aux étages bioclimatiques semi aride moyen et supérieur, à l'exception des stations de Maghnia, Ouled Mimoun et Sidi Djilali (aride supérieur).

La lecture de la carte bioclimatique de l'Oranie d'ALCARAZ (1982) et notre climagramme montrent que le bioclimat semi aride domine dans la région de Tlemcen sauf en haute altitude où le sub- humide est signalé.

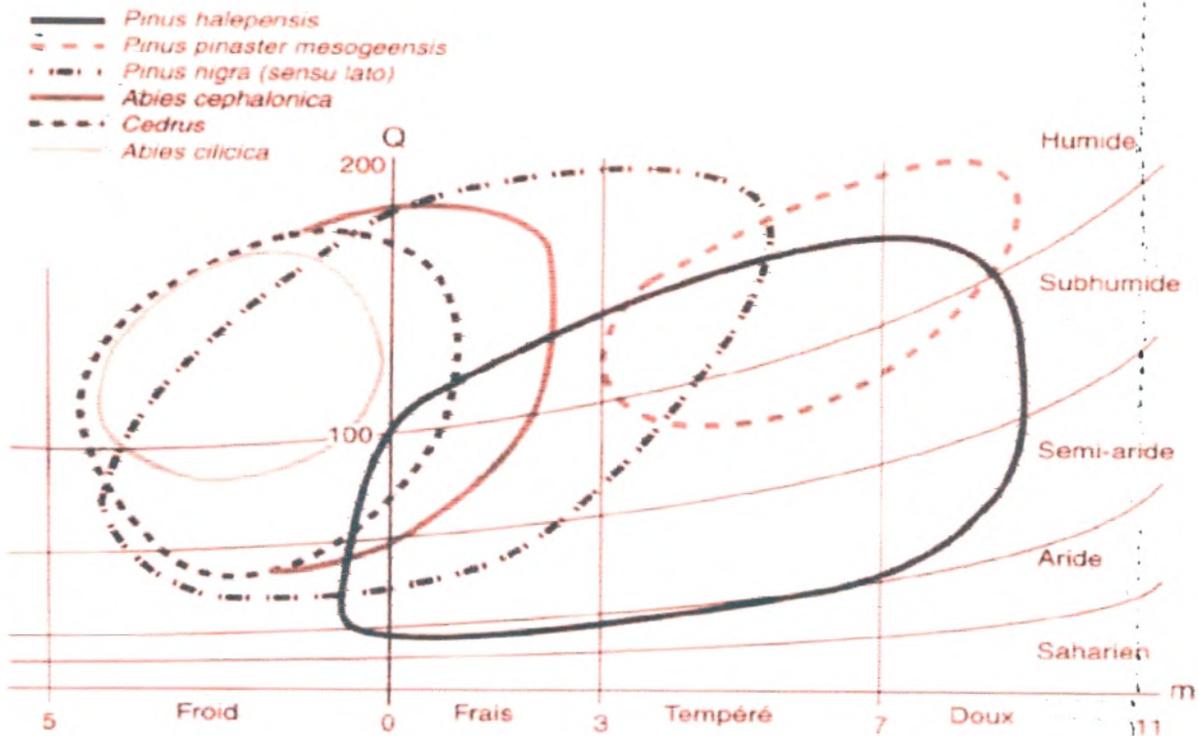
La variante chaude influence le littoral, la variante tempérée couvre les régions sublittorales. Le semi aride à hivers frais apparaît au delà de 400m d'altitude et s'étend jusqu'à la steppe où le thuya disparaît peu à peu au contact de la variante froide (HADJAJ, 1995).

QUEZEL (2000) a montré que le bioclimat semi aride voire aride constitue essentiellement au thermo méditerranéen, le domaine des conifères, pré forêts et forêts pré steppiques à conifères essentiellement : *Tetraclinis articulata*, *Juniperus sp* et *Pinus sp*.



- |  |   |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #f08080; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Anciennes périodes</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #800000; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Nouvelles périodes</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>1-Ghazaouet</li> <li>2-Beni Saf</li> <li>3-Zenata</li> <li>4-Maghnia</li> <li>5-O/Mimoun</li> <li>6-Hafir</li> <li>7- saf Saf</li> <li>8-Beni Bahdel</li> <li>9- Sidi Djilali</li> </ul> |
|--|---|

**Figure n°4 :Climagrammepluviothermique du Quotient d'EMBERGER(Q<sub>2</sub>).**



**Fig. N°5 : Aire de répartition de quelques conifères méditerranéens en fonction du coefficient pluviothermique d'Emberger et de la moyenne des minima du mois le plus froid. (QUEZEL, 1976)**

### Conclusion :

Le climat de la région est typiquement méditerranéen, où se trouve essentiellement deux étages bioclimatiques ; le semi aride qui est le plus répandu et le subhumide, caractérisé par une saison chaude et sèche contrastée par une saison froide et pluvieuse.

Les précipitations actuelles oscillent entre 254.2mm et 483.98mm, expliquant la rusticité des essences végétales dans la région (thuya, genévrier, pin, jujubier, olivier).

L'analyse comparative des stations de références, pour les deux périodes, montre un décrochement des positions de chaque station en étroite relation avec le Q2 d'EMBERGER et avec les autres indices bioclimatiques étudiés ; faisant ressortir l'intense aridité qui est exprimé par une saison sèche de plus en plus étalée dans l'année (jusqu'à 6 mois) ; ainsi qu'une évapotranspiration potentielle élevée, la pluviosité n'était absolument pas capable de combler ce déficit. Ce dernier imprime à toutes les formations végétales une physionomie de type xérophile, très adaptés.

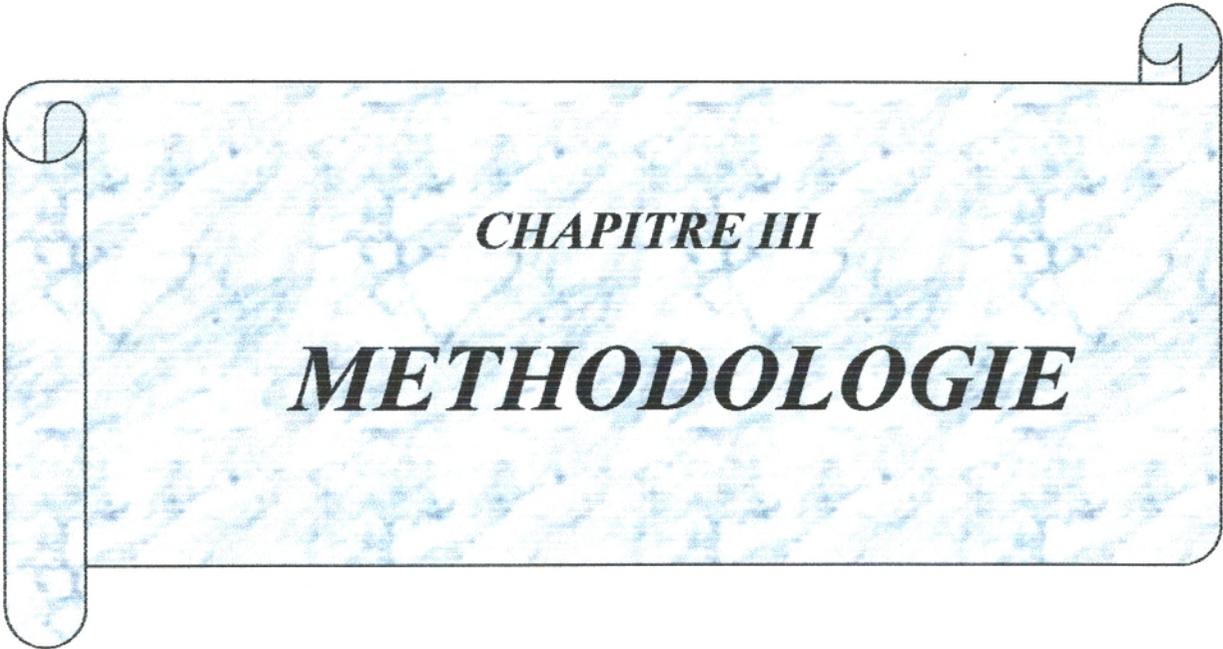
Ces formations végétales sont certes fragiles mais adaptée à ces conditions grâce à une évapotranspiration réduites des résineux et des nanophanérophytes permettant la constitution

des réserves en profondeur que seules les racines puissantes et pivotantes peuvent atteindre et utiliser (LETREUCH, 1981).

• D'une façon générale, c'est donc les bioclimats semi aride et aride supérieur à variante tempéré et frais qui paraissent les mieux convenir à *Pinus halepensis* dans la région de Tlemcen. Ainsi nous voyons que le thuya occupe le niveau semi aride de façon préférentielle dont la variante chaude caractérise la frange littoral, la variante tempéré englobe quelques localités du littoral et une grande partie des stations telliennes.

La plus grande partie des résineux dans la région étudiée se situe en ambiance bioclimatique semi aride à variante chaude, tempérée et fraîche ; ainsi que l'aride supérieur à variante tempérés et fraîche.

• Aussi, le *Tetraclinis articulata* reste liée aux régions littorales et semi continentales, car les effets de la continentalité que l'on ressent sur les hautes plateaux telles que les gelées hivernales prolongés éliminent cette espèce et favorise le développement de *Juniperus oxycedrus* et *Pinus halepensis*, qui supportent mieux le gel.



*CHAPITRE III*

***METHODOLOGIE***

### **1-Echantillonnage :**

Le zonage écologique a été effectué grâce aux différentes sorties sur terrain, ainsi qu'aux différentes études comparatives et complémentaires menées au sein du laboratoire d'écologie végétale et de gestion des écosystèmes naturels.

Le zonage écologique réalisé à petite échelle (1/500.000) est considéré comme une première analyse des formations végétales que nous avons pu réaliser.

Nous nous sommes intéressées aux formations à résineux dans la région de Tlemcen depuis le littoral jusqu'aux hautes plaines steppiques.

La zone d'étude est caractérisée par une grande diversité floristique qui est liée à la conjugaison des facteurs écologiques qui sont aussi très variées (variation bioclimatique, action anthropozoogène).

Compte tenu des caractéristiques de la flore et des contraintes du milieu déjà mise en évidence, il semble indispensable de prendre en compte le plus large possible des situations écologiques caractérisées par un échantillonnage de type stratifié (GODRON, 1971 ; FRONTIER, 1983).

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

- les cartes topographiques et thématiques réalisés dans la région de Tlemcen à différentes échelles.
- Les documents anciens et récents réalisés dans la région sur la végétation en général et en particulier sur les espèces étudiées, au sein du laboratoire d'écologie végétale et de gestion des écosystèmes.

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

- Reconnaissance des peuplements par enquête dans les principales zones,
- choix dans ces zones, des stations représentant les conditions écologiques différents.

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

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

Ces deux phases nous ont permis de caractériser 13 stations représentatives dans la zone d'étude. Ces stations représentent les différents groupements à résineux et les différents faciès de dégradation de ces groupements.

**La station n°1 : Marsat Ben Mhidi** : (Latitude : 35° 05'N; longitude : 2° 11'W).

Elle se trouvant dans le versant Nord face à la mer entre Marsat Ben M'hidi et Bider. Elle bénéficie d'une végétation assez variée avec un taux de recouvrement de 70% environ sur une altitude qui ne dépasse pas les 50m, une pente de 30% et un substrat siliceux.

Du point de vue floristique, il s'agit essentiellement d'un reboisement à Pin d'Alep associé à un matorral à *Tetraclinis articulata*, *Juniperus phoenicea* et *Olea europea*.

La végétation est dominées par la strate arbustive telles que : *Cistus monspeliensis*, *Daphne gnidium*, *Genista tricuspidata*, *Lonicera biflora*, *Lavandula dentata*, *lavandula stoechas*, *Ulex parviflorus*, *Rhus pentaphylla*.

L'ambiance thermophile est bien soulignée par la présence de : *Stipa tenacissima* et *Lavandula dentata*.

**La station °2 : Ghazaouet**: (Latitude : 34° 05'N ; longitude : 1° 49'W).

Cette station est localisée sur le versant Nord des monts des Traras, avec une exposition Nord-Est et une altitude de 190m. Elle est caractérisée par une pente de 20% et un substrat à tendance siliceux. Son taux de recouvrement est de l'ordre de 70%.

Elle est dominée par des espèces à matorral. La strate arbustive est composée d'espèces sclérophylles et thermophiles, telles que : *Pistacia lentiscus* et *Tetraclinis articulata*.

Parmi les espèces arborescent présentes dans cette station nous retrouvons : *Phillyrea angustifolia*, *Quercus coccifera* et comme relique nous avons : *Olea europea*, *Ceratonia siliqua*, *Juniperus phoenicea*.

D'autres ligneux dominants participent à une strate sous arbustive associées aux groupements des matorrals : *Rosmarinus officinalis*, *Lavandula dentata*, *Cistus salvifolius*, *Calycotome spinosa*, *Erica multiflora*, *Chamaerops humilis*.

L'ambiance thermophile est bien soulignée par la présence de : *Stipa tenacissima*, *Lavandula dentata* et *Periploca laevigata*.

**La station n°3 : Sidi Moussa (Oued Sbaa)** : (latitude : 35° 03'N; longitude : 1° 39'W).

Elle est localisée au Nord-Est de la ville de Nedroma sur schiste feuilleté ; avec une pente de 30 à 35% et une altitude de 650m.

C'est un matorral clair à *Tetraclinis articulata* ; la dominance des espèces à matorral est significative. La strate arbustive est composée d'espèces sclérophylles et thermophiles. Telles que : *Tetraclinis articulata*, *Pistacia lentiscus*.

Parmi les espèces présentes dans cette station nous retrouvons aussi : *Erica multiflora*, *Arbutus unedo*, *Cistus ladaniferus*, *Crateagus oxyacantha*, *Ampelodesma mauritanicum*.

**La station n°4 : Honaine** : (Latitude : 35° 11' N; longitude : 1° 35' W).

Elle est située sur le versant Nord-Ouest au bord de la mer méditerranéenne à 110m d'altitude. Le sol est décalcifié sur roche mère gréseuse.

C'est une formation à *Tetraclinis articulata*, *Arbutus unedo* et *Erica arborea*. Elle se présente sous forme d'une forêt dense de 9m de hauteur en moyenne avec un recouvrement global 60 à 70%.

La strate arborescente est constituée de *Tetraclinis articulata* et *Pinus halepensis*. Elle abrite une strate arbustive élevée telles que *Erica arborea*, *Arbutus unedo*, *Myrtus communis*, *Juniperus phoenicea*, *Olea europea*, *Lavandula dentata*, *Ampelodesma mauritanicum*.

**La station n°5 : Oued Meddah** : (Latitude : 35° 17' N; longitude : 1° 25' W).

La forêt de Oued Meddah est située à l'entrée de la ville de Beni Saf, sur un substrat siliceux, avec un versant Nord et Sud et une altitude qui varie entre 110 et 130m.

Cette Station est constituée par un boisement artificiel à base de pin d'Alep âgé de 30 ans, sur un sol acide, dominant un sous bois assez faible constituant essentiellement de *Withania frutescens*, *Asparagus albus*, *Calycotome spinosa*, *Lavandula multifida*, *Ampelodesma mauritanicum*.

La présence de quelques reliques telles que *Ceratonia siliqua*, *Olea europea* et *Tetraclinis articulata*, reste remarquable.

**La station n°6 : Beni Saf** : (Latitude : 34° 19' N; longitude : 1° 19' W).

La station correspond au plateau de Sidi Safi, situé au Nord des monts des Traras. Avec une pente de 15% et un substrat siliceux et une altitude de 175m. Son relief présente des roches superficielles.

La végétation à faible recouvrement (30%) est largement dominée par : *Cistus villosus*, *Cistus monspeliensis*, *Daphe gnidium*, *Erica multiflora*, *Urginea maritima*.

On rencontre également quelques reliques forestiers telles que : *Tetraclinis articulata*, *Pinus halepensis*, *Juniperus phoenicea*, *Quercus ilex*, *Quercus coccifera*, *Pistacia lentiscus*.

La présence de *Stipa tenacissima* dans cette station est le résultat sans doute d'évolution des conditions climatiques ; mais aussi de stratégie adaptative de cette espèce.

La présence de *Tetraclinis articulata* confirme la xéricité de la station et sa situation dans l'étage Thermoméditerranéen.

La dominance de *Quercus coccifera* explique la présence d'une ancienne forêt soumise à une forte pression anthropozoogène; tels que les prélèvements et les incendies.

**La station °7 Hammam Boughrara** : (Latitude : 34° 52' N ; longitude : 1° 40' W).

C'est une zone montagneuse située à 400m d'altitude et appartient à la forêt de Bled Chahba, avec différente exposition.

La zone est entourée par un réseau hydrographique important (le barrage de Hammam Boughrara, Oued Mouileh, Oued Taharchalet) et par des agro-systèmes.

Il faut noter aussi l'assèchement des sols par un climat sec auquel s'ajoute une exposition chaude sur sa grande partie.

La présence de ces éléments réduit indiscutablement le taux de recouvrement du couvert végétal qui est de l'ordre de 20 à 30%.

Du point de vue floristique, il s'agit essentiellement d'un reboisement à pin d'Alep réalisé en (1963-1964) et un matorral à *Tetraclinis articulata* et *Pistacia atlantica*.

La végétation est dominée par la strate herbacée telle que : *Allium roseum*, *Anagallis arvensis*, *Biscutella didyma*, *Uriginea maritima*, *Bromus rubens*.

La strate arbustive est représentée par *Calycotme villosa subsp intermedia*, *Withania frutescens*, *Ziziphus lotus*, *Asparagus albus*.

La strate arborée est réduite à quelques espèces forestières en relique : *Tetraclinis articulata*, *Pistacia atlantica*, *Pinus halepensis*, *Olea europea*, *Pistacia lentiscus*.

**La station n°8 : Oued Lakhdar** : (Latitude : 34° 51' N ; longitude : 1° 09' W).

Située vers l'Est de Tlemcen, elle est exposée au Nord-Est, à pente moyenne (10 à 15 %). son altitude ne dépasse guère 750m.

C'est une station thermophile en majeure partie constituée par une végétation dégradée. La formation forestière représente un faible pourcentage 30%.

On note la présence de quelques reliques forestiers telles que : *Tetraclinis articulata* (vers les sommets), *Juniperus oxycedrus*, *Olea europea*, *Rhamnus lycioides*, *Quercus coccifera* et *Phillyrea angustifolia subsp eu-angustifolia*.

La strate arbustive est représentée par : *Jasminum fruticans*, *Pistacia lentiscus*, *Crateagus oxyacantha*, *Cistus salvifolius*, et *Genista tricuspida* ; et une strate herbacée diversifiée qui domine la station.

**La station n°9 : Ouled Mimoun** : (Latitude : 34° 54' N; longitude : 1° 00' W).

Situé vers l'Est de Tlemcen, elle est exposée au Nord-Est à pente moyenne (15-20%). Son altitude est de 710m.

C'est un matorral clair à *Tetraclinis articulata* et *Phillyrea angustifolia* sur substrat calcaire et roche mère gréseux ; son taux de recouvrement varie entre 40 et 60%.

Sur le plan floristique, cette formation dégradée à thuya après incendie est caractérisée par une strate arbustive assez dense comprenant *Rhamnus lycioides*, *Rosmarinus tournefortii*, *Cistus monspeliensis*, *Cistus villosus* ainsi que *Chamaerops humilis* qui reflète une dégradation due à l'effet anthropozoïque.

On note également l'absence de *Juniperus oxycedrus* et *Pistacia lentiscus* à ce niveau.

**La station n°10 : Hafir** : (Latitude : 34° 45' N; longitude : 1° 26' W).

La station de Hafir est située à une altitude qui approche les 1170m, et présente un taux de recouvrement de 60% environ. Elle est marquée par une pente de 40% et un sol siliceux et/ou calcaire dans certains cas.

C'est un matorral moyen très hétérogène constituée essentiellement de *Quercus suber*, *Quercus coccifera*, *Juniperus oxycedrus*, *Cistus ladaniferus*, *Ulex boivini*, *Ulex parviflorus*, *Lavandula stoechas*, *Erica arborea*, *Iris planifolia*.

La présence de quelques reliques de *Tetraclinis articulata* et *Pinus halepensis* montre l'évolution de cette station.

**La station n°11 : Tlemcen (Lalla Setti)** : (Latitude : 34° 51' N ; longitude : 1° 18' W).

C'est un boisement de pin d'Alep qui date de 1890, soit 280ha localisée en amont de la ville de Tlemcen. Il a été effectué dans un but primordial de protéger cette ville.

Elle est située entre 950 et 1198m d'altitude sur une pente de 40 à 50% ; exposée au Nord et présente un taux de recouvrement de 80%.

C'est un reboisement sur piémont de falaise calcaire, repose sur un sol rouge fersialitique dans presque sa totalité mais parfois on remarque des affleurements de la roche mère vers le coté Sud et Est.

Cette vieille futaie est constituée d'un peuplement de pin d'Alep dominant un sous bois composé de *Juniperus oxycedrus*, *Calycotome villosa subsp intermedia*, *Quercus ilex*,

La présence des essences comme *Ampelodesma mauritanicum*, *Chamaerops humilis* indique la dégradation de la pinède et le surpâturage est marqué par des géophytes ; *Asphodelus microcarpus* et *Urginea maritima* en particulier.

### **La station°12 : Oued Slissen :**

Située dans l'Extrême Est de la wilaya de Tlemcen ; la grande partie est attribuée à la wilaya de Tlemcen (2/3) et le reste à la wilaya de Sidi Bel Abbés (1/3).

Dans cette forêt qui appartient aux monts de Tlemcen, l'essence principale est le pin d'Alep. Il forme des peuplements à l'état jeune (obtenues par régénération à la suite des incendies. Mais, nous avons trouvé aussi des traces de l'ancienne forêt sur laquelle on a été effectuée les mesures dendrométriques (Djebel Bahloula, 1250m).

Le pin d'Alep croît avec d'autres essences secondaires : le chêne vert sur le versant Nord-Ouest, le thuya en versant Sud-Est, est considérée comme essence secondaire où ils forment un peuplement claire et dégradée (hauteur moyenne 7mètres).

Le sous bois est constitué par une série d'espèces compagnes de pin d'Alep formant un matorral assez dense.

Cette formation à dominance arbustive est représentée par : *Pistacia lentiscus*, *Juniperus oxycedrus*, *Phillyrea angustifolia*.

### **La station n°13 : Seb Dou :** (Latitude : 34° 41'N; longitude : 1° 52'W).

Située vers le Nord-Est de Seb Dou; elle est exposée au Sud à pente forte et son altitude est de 1130m.

Cette station est constituée par un reboisement monospécifique à base de pin d'Alep réalisé en 1973.

La végétation dominante est représentée par un cortège assez faible constituée essentiellement de :

<i>Rosmarinus tournefortii</i>	<i>Juniperus oxycedrus</i>
<i>Quercu ilex</i>	<i>Pistacia lentiscus</i>
<i>Phillyrea angustifolia subsp media</i>	<i>Stipa tenacissima</i>
<i>Ampelodesma mauritanicum</i> .	

### **2-Réalisation des relevés :**

Les relevés ont été effectués dans les monts des Traras (depuis Marsat Ben Mhidi jusqu'au Beni saf) d'une part et dans les monts de Tlemcen d'autre part. Ce territoire (9017,69 ha) nous a permis d'observer les résineux sur différentes expositions, à différentes altitudes et sur différents substrats (Schistes, Grés, marne, calcaire).

Pour la qualité de l'information, nos relevés floristiques ont été effectués en période de végétation optimale de Mars à Juin et cela sur deux années (2005-2006). Nous avons pris en considération les relevés les plus riches sur le plan floristique

Les relevés floristiques ont été effectués selon la méthode de BRAUN-BLANQUET par l'établissement de toute la liste de toutes les espèces présentes sur une unité de surface préalablement déterminée au sein d'une station homogène.

Pour notre cas, nous avons opté pour une aire minimal de 100 m<sup>2</sup>, jugé suffisante par beaucoup d'auteurs pour les formations végétales de l'Oranie (HADJADJ, 1995). A ce propos, dans l'Algérois, BAUMGARENER (1964) a limité une aire minimale de 64m<sup>2</sup> pour les formations de thuya en ambiance subhumide.

Chaque relevé de végétation consiste à faire un inventaire exhaustif de toutes les espèces végétales rencontrées selon les strates. Chaque espèce est accompagnée d'un indice d'abondance dominance allant de 1 à 5 sur l'échelle de BRAUN BLANQUET :

- 5 indique que plus des 3/4 de la surface du relevé sont recouverts par les espèces,
- 4: les individus recouvrent la surface du relevé entre la moitié et les 3/4,
- 3: les individus recouvrent la surface du relevé entre les 3/4 et moitié les 1/4,
- 2 : les individus recouvrent 1/20 e la surface du relevé,
- 1 : individu à recouvrement faible,
- + : individu à recouvrement très faible.

Les taxons non reconnus sur terrain, sont identifiés (genre, espèce, sous espèce) au laboratoire d'écologie végétale. La nomenclature utilisée s'appuie sur la flore de QUEZEL et SANTA (1962 – 1963) et la grande flore en couleurs de GASTON BONNIER (édition Belin 1990).

Avec la liste floristique sont également notées les principales caractéristiques stationnelles telles que le type de sol, la pente, l'altitude, l'exposition et le recouvrement

Les coordonnées de certains relevés ont été obtenues à l'aide d'un GPS.

Cette étude a été effectuée sur la base des relevés phytosociologiques afin de déterminer les affinités étroites des différents groupements végétaux. La mise en évidence de ces groupements s'appuie essentiellement sur leur composition floristique.

L'utilisation de cette approche, nous permettra l'élaboration des tableaux floristiques pour chaque station.

Notre échantillonnage a porté sur 200 relevés (intégrant d'autres formations qui venaient au contact des formations à résineux).

*CHAPITRE IV*

***ACTION DIRECTE OU INDIRECTE  
DE L'HOMME SUR LA DYNAMIQUE***

Nous envisageons dans ce chapitre un aperçu sur les forêts méditerranéennes, les forêts Algériennes et Les forêts de Tlemcen, avant d'aborder les différents facteurs de dégradations de ces forêts.

### 1-Les forêts méditerranéennes :

Au sens donné par LE HOUEROU (1969), la forêt est « *une formation végétale d'au moins cinq mètres de haut ayant une densité d'au moins cent arbres à l'hectare* ». Cette densité minimum est celle pour laquelle il existe une concurrence au moins entre les rhizosphères.

Une conception plus large (GODRON *et al* 1968) étend la notion de forêt à *toutes formations d'arbres de plus de 2mètres de hauteur*, la rapprochant ainsi de la notion de domaine forestier défini comme l'espace du pouvoir de gestion des agents de l'administration forestière.

La forêt méditerranéenne est parmi les forêts les plus vastes du monde .Elle occupe 65 millions d'hectares dont 45 millions d'hectares de forêt arborées et 19 millions d'hectares de formations sub-forestières (SEIGUE, 1985).

Cette forêt présente une certaine originalité, elle apparaît en effet différent des autres forêts du Nord de l'Europe, de part la mixité de ses paysages et la faible profondeur de ses sols. Actuellement, on distingue quatre formations végétales dominantes : la yeuseraie (chêne vert), la subéraie (chêne liège), la chênaie (chêne blanc ou pubescent) et les résineux (pins, sapins). La faible densité de leur feuillage profite ainsi au développement d'un sous bois arbustif et herbacé, dense et sec, siège de la majorité des départs de feux.

L'écorégion méditerranéenne (et notamment le bassin méditerranéen) est considérée comme la région du monde qui a souffert le plus de l'action humaine (NAVEH et DAN, 1973). Elle constitue un milieu déjà profondément perturbé par des utilisations multiples, dont les origines remontent au début Néolithique (QUEZEL et BARBERO, 1990).

Cette forêt a considérablement varié en fréquence et en intensité au cours des temps en fonction de la population humaine, ce qui détermine des phases de régression et de progression de leurs surface (QUEZEL et BARBERO ,1990).

D'après BARBERO et al. (1990) les structures forestières et arborées méditerranéennes correspondent à trois ensembles écologiques mais aussi dynamiques de signification différentes :

- **Les groupements forestiers proprement dits** : constituent des structures de végétation relativement stables, malgré une action anthropique toujours présente, à cortège floristique d'espèces caractéristiques significatives. Ils constituent théoriquement des fins de séries de végétation en bioclimat humide, du thermo au montagnard méditerranéen.

- **Les groupements pré forestiers** : de loin les plus fréquents, représentent en fait deux entités distinctes. En bioclimat perhumide, humide et subhumide, ils sont essentiellement constitués par des stades transitoires d'évolution vers les véritables forêts, par contre dans le semi aride, ils représentent des structures, le plus souvent de matorrals arborés, bloqués dans les conditions écologiques actuelles.

- **Les groupements forestiers pré-steppiques** : largement répartis au Sud de l'Espagne et en Afrique du Nord sont des formations arborées, lâches dont la sous strates ne possède pratiquement plus d'éléments exclusivement forestiers, mais sont au contraire envahit par des espèces pérennes à affinité steppique.

Le tableau n°11 montre clairement la faible représentation de la couverture forestière méditerranéen en matière de superficie à l'échelle mondiale. Cette végétation est extrêmement riche et ne comprend pas moins d'une centaine d'espèces d'arbres, alors que les forêts européennes n'en comptent qu'une trentaine (QUEZEL, 1976). Cela traduit par une grande diversité génétique (trois espèces de cèdre, huit espèces de sapin, une quinzaine d'espèce et de sous espèces de pins, une dizaine d'espèces de chêne caducifolié, cinq espèces de chêne sempervirents).

Le tableau n° 11 montre aussi que par rapport à la superficie forestière méditerranéenne, ce sont les pays de l'Afrique qui totalisent la superficie la plus faible avec un pourcentage d'ordre de 7.56%. Par contre, ce sont les pays de l'Europe qui totalisent la plus grande superficie avec un pourcentage de 69.67%.

Dans les pays industrialisés du Nord méditerranéen, les phénomènes de déprise rurale vont sûrement se poursuivent. L'extension des surfaces colonisées par les conifères expansionnistes à stratégie "r" n'est pas à démontrer actuellement, Pin d'Alep surtout au Thermo et méso- méditerranéen, Pin sylvestre au supra- méditerranéen. Cette tendance à la déprise rurale s'accéléra pour provoquer une évolution progressive des surfaces forestières (QUEZEL et BARBERO 1990), une uniformisation des paysages et des habitats forestiers à

la suite des phénomènes intenses de remontée biologique liés à ces processus (QUEZEL, 2004).

Inversement, dans les pays du Sud et de l'Est méditerranéen, où la surexploitation des milieux naturels par l'homme et ses troupeaux devrait continuer au moins pendant plusieurs décennies, nous assisterons à la poursuite de la dégradation des structures forestières (QUEZEL et BARBERO.1990), et le rythme actuelle de 2 à 4 % de disparition par an des surfaces forestières selon les pays, devrait se poursuivre. Cette extinction progressive des surfaces forestières, et en particulier de celles qui sont encore en équilibre, est le résultat d'une persistance , voire localement d'une intensification des activités humaines.

Par ailleurs, au Nord comme au Sud, les zones côtières naturelles, continueront à se dégrader en raison de la persistance d'un impact touristique qui n'est sans doute pas près de se tarir (QUEZEL, 2004).

A ce sujet, l'auteur a montré que d'ici à 50 ans, sans changement total des politiques socio-économiques et forestière, il ne devrait théoriquement subsister que moins de la moitié des superficies actuelles couvertes par les forêts, et ceci du bord de la mer jusque sur les sommet des montagnes.

A titre d'exemple, il a cité qu'au Maghreb, les Thurifères, les forêts du Pin maritime, les diverses structures à genévriers et à cyprès de l'Atlas, voire localement à Thuya de berbérie risque de n'être que des souvenirs.

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'hectares, dont 9 millions d'hectares au Maroc (Chêne vert, chêne liège, Thuya, cèdre Arganier, cyprès et diverses essences secondaires), en Tunisie 900.000 ha ( Pin d'Alep, Chêne zeen, Chêne liège, Pin maritime et autres), 3.6 millions d'ha en Algérie (Chêne vert, Chêne liège et Pins)( SEMAI et al.,1995).

En Algérie de nombreuses sources bibliographiques ont mis en évidence l'importance du patrimoine naturel qui était estimé à environ 5millions d'ha avant l'ère coloniale.

Ce patrimoine, qui fait partie de la forêt méditerranéenne, a malheureusement fait l'objet de multiples agressions (naturels et humaines) qui ont réduit sa superficie, détruit des habitats et provoqué une régression ou une disparition de nombreuses espèces végétales et animales. Élément essentiel de l'équilibre physique et biologique, il constitue cependant une potentialité socio-économique indéniable.

## **2-La forêt Algérienne : Historique, analyse et bilan.**

La forêt Algérienne est essentiellement de type méditerranéenne. Elle semble avoir été étendue avant l'époque Carthaginoise et Romaine. L'historien Ibn Khaldoun indiquait que, au début de l'occupation arabe, "on pouvait aller de Tripoli au Maroc en cheminant sous une voûte d'ombrage". L'agriculture, la construction navale et les changements climatiques à partir de la période préromaine amorcèrent sa destruction. Ce phénomène se poursuivit durant la période Romaine et s'accrut pendant l'invasion des Arabes au X<sup>e</sup> siècle avec le développement du pastoralisme (TROLARD, 1893).

Les grandes constructions de l'époque Ottomane aggravèrent encore l'état de dégradation de la forêt. A cette période, 30% du patrimoine forestier a disparu suite à une exploitation abusive. (MARC, 1930).

En 1830, la forêt couvrait 5 millions d'hectares. L'exploitation des forêts lors de la conquête coloniale –pour la construction des bases, des forteresses et l'approvisionnement des militaires- associé à la surexploitation du bois, principalement durant la seconde guerre mondiale, ont entraîné la disparition de plus d'un million d'hectares (BOUDY, 1948).

En 1916, la superficie totale du domaine forestier est supérieure à 3 000 000ha. En 1955, on compte 3 289 000ha (SEFOR, 1980).

La dégradation de la forêt algérienne et la réduction des surfaces boisées ont persisté jusqu'à nos jours sous l'effet de l'action humaine et la mauvaise gestion.

En effet la superficie totale du domaine forestier algérien actuel est inférieure à 2 500 000ha dont 1.8% fortement dégradés (MADAOUÏ, 2003).

Cependant grâce aux opérations de reboisement pratiquées depuis l'indépendance, les formations forestières couvrent actuellement 4.150.000ha (GHAZI et LAHOUATI, 1997) localisées principalement dans la partie Nord du pays. Elles sont représentées par :

- Les forêts naturelles, 1 329 000 ha (32,4 %),
- Les maquis et les broussailles, 1 844 400 ha (44 %),
- Les pelouses, 2 800 ha (0,1%),
- Les reboisements 972 800 ha (23,5 %)

Le taux de boisement est de 16.4% pour le Nord de l'Algérie, alors qu'il atteint seulement 1.7% si on prend en compte tout le territoire national.

Les essences qui composent la forêt algérienne sont essentiellement :

- Le pin d'Alep: 36%,
- Le chêne liège : 21%
- Le chêne vert ; 16%

- Le genévrier rouge : 12.5%,
- Le thuya : 6.4%,
- Le chêne zeen et le chêne afares : 3.5%,
- Les eucalyptus : 3.25%,
- Le pin maritime 2.36%,
- Le cèdre de l'Atlas : 1.25%.

Les principales essences forestières sont :

- Le pin d'Alep (*Pinus halepensis*) 800 000 ha (35,4 %)
- Le chêne liège (*Quercus suber*) 463 000 ha (20,5 %)
- Le chêne vert (*Quercus rotundifolia*) 354 000 ha (15,7 %)
- Les genévriers (*Juniperus*) 217 000 ha (9 %)

Les plus importantes sur le plan économique sont le chêne liège qui occupe la zone littorale humide et sub-humide, avec 21% de la surface forestière et le pin d'Alep dominant par ses peuplements répartis sous forme de grands massifs sur l'ensemble de l'Algérie du Nord. Il forme des Forêts importantes dont les valeurs écologiques sont variables (QUEZEL, 1986).

\* Le pin d'Alep est l'essence la plus répandue (35%). Ses caractéristiques sont telles, que l'on a trop généralisé son emploi, en l'installant en des points où l'on aurait pu mettre des essences plus appropriées. Surtout lorsqu'on sait qu'il présente des inconvénients majeurs, à savoir une forme défectueuse, une qualité médiocre de son bois et surtout son extrême inflammabilité.

Le thuya ne couvre que 6.4% de la surface forestière et ne constitue que des peuplements naturels surtout dans l'Algérie Nord occidentale. Son utilisation dans les reboisements n'est pas très importante du fait de sa faible vitesse de croissance au cours des premières années.

Les essences à croissance rapide telles que le pin maritime et l'Eucalyptus ; sont des espèces économiquement très intéressantes puisque exploitables par des rotations très courtes. Ces essences ne croissent convenablement que dans des stations humides et sub-humides.

On remarque que ce sont les résineux qui composent la plus grande partie de patrimoine Algérien (57.26%).

Ces essences forestières, comme d'ailleurs dans tout le Maghreb, font l'objet de divers types de destruction : par incendies de forêts, surpâturage et coupes illicites.

Le tableau N° 12 montre la diminution de la superficie des résineux en Algérie.

L'Oranie bien que naturellement la moins arrosée et la moins boisée de toute l'Algérie septentrional connaît aussi une déforestation plus intense.

### **3-La forêt de Tlemcen :**

La zone d'étude (la région de Tlemcen), fait partie du paysage méditerranéen de l'Afrique du Nord.

Sur une superficie totale de 9017.69 Km<sup>2</sup>, la wilaya de Tlemcen couvre une superficie forestière totale de l'ordre de 1994.88 ha, soit 22.12% de la superficie totale de la wilaya dont 137 217ha de forêt et le reste composé de maquis et broussaille. A cela s'ajoute 128 800ha d'alfa, 63 404ha de parcours. Le taux de boisement est d'environ 24%. (DGFT, 2006).

Les principales essences qui composent les forêts de la wilaya sont selon le BNEDER (1979) :

- pin d'Alep : 86.000 ha, soit 43.11%,
- thuya de berbérie : 16.500ha, soit 8.27%,
- genévrier : 13.000 ha, soit 6.52%,
- chêne vert : 82.000 ha, soit 41.11%,
- chêne liège : 1990 ha, soit 0.99% (en mélange avec le chêne zeen).

Nous constatons que les espèces qui composent le couvert végétal de la wilaya sont très sensibles aux incendies compte tenu de fort taux de combustibilité des essences résineuses qui composent la plus grande partie du patrimoine avec 115 500ha, soit 56% de la surface forestière.

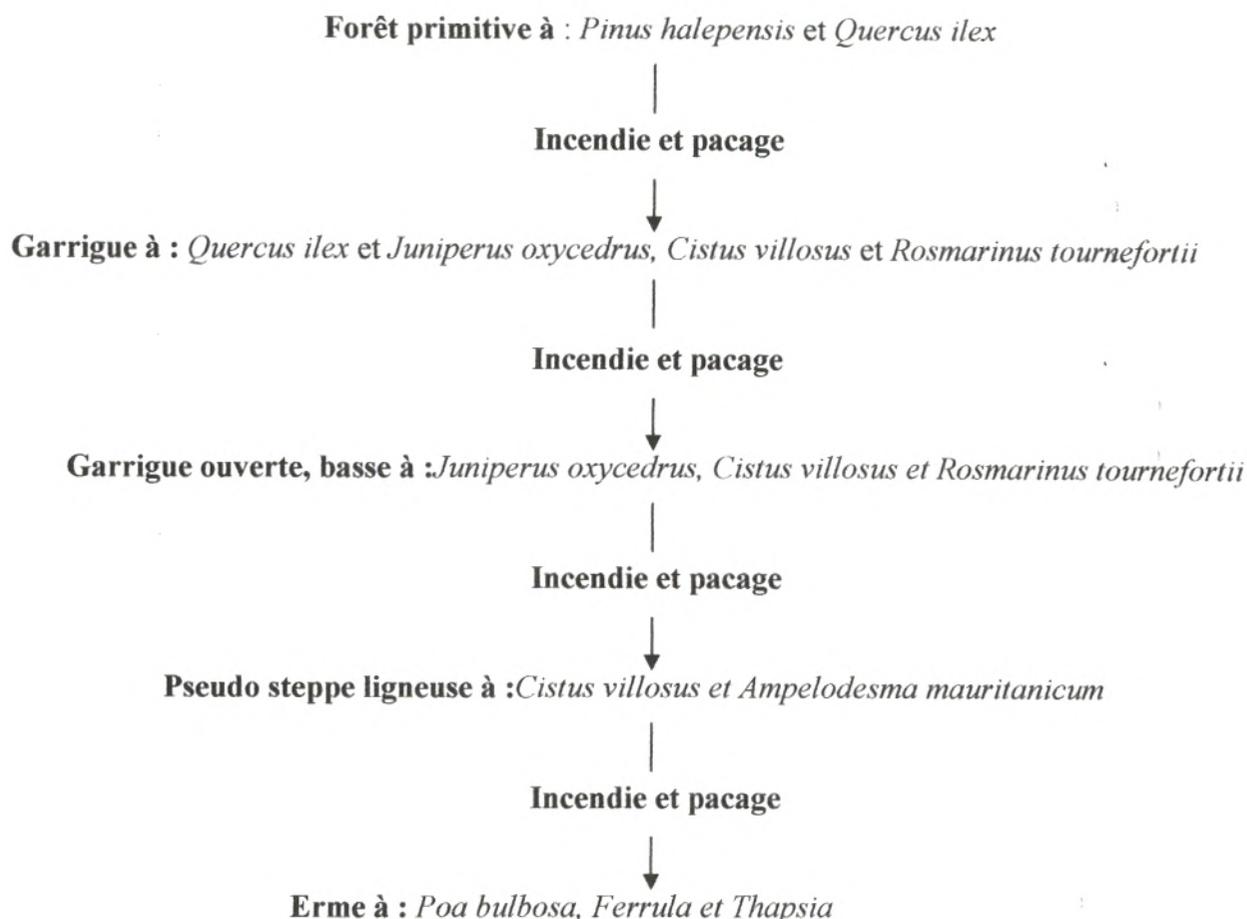
Les formations végétales dominantes dans la région de Tlemcen se caractérisent par un modèle architectural pluri strate. La physionomie générale explique une perturbation constante.

Les principales formations végétales rencontrées dans la région et sur lesquelles porte notre travail sont les matorrals à pin d'Alep, thuya et chêne vert: c'est le stade de dégradation le plus fréquent et il représente l'évolution régressive des deux principales formations (forêt claire de pin d'Alep et de thuya ainsi que la forêt claire à pin d'Alep-chêne vert).

---

**D.G.F** : Direction Général des Forêts

**B.N.E.D.E.R** : Bureau National d'Etudes pour le Développement Rural.



**Figure n°6 : Evolution de la série de Pin d'Alep-chêne vert de l'étage semi aride en Méditerranée Occidentale (LE HOUEROU, 1980).**

Tlemcen a connu dans son histoire, une forêt verdoyante de chênes et de Pin d'Alep. Aujourd'hui, outre la vulnérabilité naturelle qui caractérise cette forêt, elle subit une matorralisation due à l'action humaine.

Dans la région, 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. Cette dégradation est définie par BARBERO et al (1990) sous le terme de matorralisation.

Les effets du perturbation anthropozoogène sur les écosystèmes forestiers sont liée directement à leur fréquence, leur intensité et leur permanence, ceux ci doivent être étudiés au sein de chaque ensemble bioclimatique, en fonction du stress hydrique, des contraintes géopédologiques mai aussi, des aptitudes biologique des principales essence constituant ces écosystèmes BENABID (1985) et BARBERO et al (1990).

Les effets des perturbations anthropozoogènes sur les écosystèmes forestiers de la région ont fait l'objet de plusieurs travaux de recherche, on cite : QUEZEL (1964) ; AIDOU

(1983) ; BARBERO et al (1990) ; BENABADJI (1991, 1995) ; BOUAZZA (1990, 1991, 1995) ; BENABADJI et al, (1996, 2001, 2002) ; BOUAZZA et al (1998) ; MEDJAHDI (2001), BESTAOUI (2001).

#### **4-Menace et sensibilité :**

L'Algérie à l'indépendance héritait d'un patrimoine forestier très dégradé, désorganisé, abandonné et exposé aux effets néfastes de l'homme, de l'animal et des facteurs naturels. Les processus de la dégradation de la forêt Algérienne, étaient sérieusement engagés depuis la période coloniale. De 1830 à 1955, la forêt algérienne a perdu 1.815.000 ha et de 1955 à 1997, elle en a perdu 1.215.000 ha.

Les pertes annuelles en surfaces forestières et pastorales sont considérables. Cette instabilité est le résultat, en partie, de la fragilité de cette forêt soumise à toutes formes de dégradation. Il est nécessaire de bien connaître les causes de cette dégradation en fonction du degré d'agressivité et de l'impact sur le paysage végétal.

Si on prend uniquement les trois manifestations les plus spectaculaires de la dégradation du patrimoine forestier, à savoir :

- Le parcours : l'élevage et le surpâturage,
- Les incendies,
- Le défrichement.

#### **4-1 Le Parcours et élevage :**

Il est généralement reconnu que le pâturage peut avoir des effets positifs comme négatifs sur le couvert végétal. Un pâturage anarchique, disproportionné peut avoir des effets négatifs ; parmi eux, la régression de la phytomasse pérenne avec une augmentation des éphémères dans des zones sur pâturées, une diminution de la diversité floristique, une dynamique régressive qui a pour conséquence un appauvrissement édaphique et une prédisposition à l'érosion.

A ce sujet, MONJAUZE (1969) souligne que le troupeau sélectionne en réalité à rebours les essences naturelles, détruits les moins sensibles au feu en priorité, tasse le sol, entretient et développe la strate de la végétation xérophile la plus propre à propager les incendies.

Tandis que, un pâturage modéré peut stimuler la croissance des plantes en raison de la croissance compensatoire, qui permet de surcompenser le prélèvement par broutage (BELSKY, 1986 ; GOUJON, 1976 et PERES-TREJO, 1994).Ce dernier peut être considéré comme processus dans l'évolution à long terme des communautés végétales.

Interdit pendant dix années après le feu (en France), le pâturage agréé administrativement pour être utilisé dans la restauration des terrains incendiés (GROUGNOU, 2003).

Le troupeau, en nettoyant (plus ou moins) la strate herbacée, voir chamaephytique limite les passages d'incendies mais aussi la régénération des peuplements forestiers (cèdre, chêne vert).

Lorsqu'au contraire le parcours est supprimé, l'évolution se tourne vers la multiplication des essences les moins xérophiiles, vers la fermeture du tapis végétal et au bout d'un temps plus ou moins long, vers la constitution d'un sous-bois qu'une pédogenèse active rend de plus en plus vigoureux.

ARMIAUD et al. (1996) ont souligné que l'arrêt du pâturage peut constituer une perturbation plus que le pâturage lui-même.

#### **4-1-1-Pratiques pastorales**

##### **➤ Les parcours forestiers**

Les formations forestières Nord africaines peuvent prendre l'aspect de belles futaies régulières quand elles sont en bon état. Elles se présentent souvent, hélas, sous l'aspect de vulgaires broussailles de maquis et garrigues, qui en dérivent par dégradation.

Les populations forestières Nord Africaines jouissent de droits d'usage, dont le plus important est sans nul doute le pâturage.

Depuis la plus haute antiquité, la forêt méditerranéenne assure une production fourragère appréciable, qui est utilisée par les troupeaux. Cette pâture en forêt est traditionnelle et s'exerce souvent sous forme de transhumance, dans les pays du Sud de la Méditerranée (QUEZEL, 2000).

Le pâturage est une activité normale en forêt, parfois souhaitée, car le bétail participe au contrôle de la prolifération des strates arbustives et herbacées, hautement inflammables.

Mais le parcours en formations forestières constitue aussi un facteur très dégradant par son agressivité et les dégâts qu'il cause à la végétation et au sol. En effet, le pâturage constant produit généralement un tassement du sol, empêchant aussi la réinstallation de la couverture végétale.

En effet, Les forêts et matorral procurent aux villageois un ensemble de produits de première importance dans le cadre d'une économie largement orienté vers la subsistance. La plupart des essences forestières donnent du fourrage foliacé dont les feuilles et les glands de *Quercus ilex* et *Quercus suber*, nourrissant le bétail.

Depuis quelques dizaines d'années la végétation Maghrébine pastorale et forestière est soumise à une pression de plus en plus forte de la part des populations usagères et bien des pastoralistes portent un jugement sur la régression de l'état des ressources et la non-reproductivité du modèle de production pastoral et sylvo-pastoral (NACIRI, 1999).

En Oranie, le parcours en montagnes fournit des pâturages de bonne qualité ; dès le début de l'été les troupeaux s'y déplacent. Ces ressources fourragères sont liées aux formations de pin d'Alep, de chêne vert, de romarin, de genévrier (BOUAZZA, 1995 ; BENSAID et al, 1995).

Le parcours constitue un phénomène indissociable de la prise en compte du milieu dans notre zone d'étude et il est la cause de la forte dégradation des terres forestières.

#### **-Les forêts résineuses**

Bien que plus xérophiles et plus claires que les feuillus, qui constitue une source important d'affouragement pour le bétail, elles forment avec leurs matorrals des parcours très fréquentés par le bétail. D'après EL HAMROUNI (1992) Leur succession altitudinale permet d'individualiser, dans notre région, les types de parcours suivants:

##### **• Les parcours à pin d'Alep :**

Présent au Maroc et en Libye, le pin d'Alep colonise en Tunisie les versants des massifs montagneux du haut tell et de la dorsale Tunisienne. En Algérie, où il est dominant il présente un faciès littoral, un faciès tellien et un faciès continental.

La production pastorale des pinèdes à pin d'Alep varie en fonction de l'étage bioclimatique. D'après EL HAMROUNI (1978), elle prend en Tunisie centrale les valeurs suivantes (Voir Tableau n°13).

##### **• Les parcours à thuya et à genévrier rouge :**

Espèces thermophiles, le thuya et le genévrier rouge occupent entre autres les parties chaudes des versants méridionaux où elles forment des matorrals dégradés parcourus toute l'année par de nombreux troupeaux de bovins, d'ovins et surtout de caprins.

Pour la Tetracinaie Marocaine BOULARD (1971) donne une charge de 6,5 caprins/ha et BENABID (1976) estime qu'elle peut atteindre 4 à 5 fois ce chiffre.

Pour le même pays, dans la Tetracinaie d'Amsitten, les études sylvopastorales ont déterminé la charge du bétail à 30 caprins / ha/ an.

Hormis les jeunes rejets et les semis de Thuya 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.

La production des Tetracinaies est estimée à 95 millions d'unités fourragères soit 6.2% de l'apport forestier en fourrage (DREF, 2002). Ce massacre qui a résulté de l'exploitation abusive des Tetracinaies par le parcours, les incendies et l'exploitation du bois, a été préjudiciable surtout dans le Rif, l'Oriental et le Sud-Ouest du Plateau central.

La charge moyenne, dans une région appartenant à l'étage semi aride ne peut excéder 1 ovin/ha sans risque de perturbation significative (LE HOUEROU, 1969).

#### ➤ **Les parcours steppiques :**

La plupart des steppes Maghrébines résultent de la dégradation des formations forestières centro-méridionales. Les plus importantes d'entre elles sont les steppes à alfa, les steppes à armoise et les steppes salées (Atriplex).

Les steppes d'Algérie sont les plus importantes en superficie et occupent près de 30 millions d'ha (EL HAMROUNI, 1992)

La steppe Algérienne de l'Est à l'Ouest est caractérisée par une structure sociale de type tribal ou confédérations ou arch. Il s'agit généralement d'un élevage extensif basé sur une transhumance double (achaba vers le Nord en été et azaba vers le Sud en hiver) mais qui a tendance à disparaître selon les déclarations des éleveurs.

Suite aux écrits des différents auteurs dont DJEBAILI (1984), ZOUBIR (1994), BOUAZZA (1995), BENABADJI (1995), AIDOUD et al. (1995), les conditions d'aridité de la steppe algérienne sont aggravées par la grande variabilité inter-annuelle rendant très aléatoire la production et les disponibilités fourragères.

*En effet, la dégradation des parcours a pris une ampleur durant les deux dernières décennies lié surtout à l'augmentation du cheptel, à l'exploitation incontrôlés des ressources végétales steppiques, et aux changements des pratiques d'élevage.*

Ces caractéristiques ont conduit à l'accentuation de la dégradation des espèces pérennes tels que le sparte, l'armoise ainsi que l'alfa. Cette dernière espèce, montre dans ces plus beaux peuplements, une régression alarmante. Le suivi par plusieurs auteurs de cette espèce, montre clairement le rôle du pâturage dans cette régression (BOUAZZA et al, 2004).

#### **4-1-2-Le surpâturage :**

Le surpâturage, qui est une action qui consiste à prélever sur une végétation donnée une quantité de fourrage supérieure à la production annuelle à cause d'un broutage excessif de la végétation et des jeunes plants forestiers, empêche toute régénération, épuise les ressources disponibles, dégrade le parcours et les soumet à l'érosion. C'est une perturbation qui limite la

biomasse végétale et causant sa destruction ou bien son éradication.

Sur le revers Sud de la Méditerranée, en dépit des services forestiers, un accroissement souvent exponentiel des têtes de bétail, a conduit en quelques décennies à une régression dramatique et souvent irréversible du couvert végétal. QUEZEL (2000) a souligné que ce surpâturage quasi-permanent a stoppé les régénérations, transforme beaucoup de forêt en un piqueté d'arbres ébranchés et a profondément modifié le tapis herbacé; associé aux espèces caractéristiques du cortège sylvatique souvent de haute valeur pastorale a succédé une forêt à tapis ras annuel dans le meilleur des cas, ou une forêt envahie par les espèces non appréciées.

EL HAMROUNI (1992) relève qu'en Afrique du Nord, le taux de surpâturage varie entre 25 et 50% de leurs possibilités réelles, ce qui se traduit très fréquemment par la réduction voire la disparition des bonnes pastorales et la dénudation de plus en plus croissante du sol, prédisposant à une désertification progressive. Ainsi, sous l'action d'un surpâturage séculaire les parcours se dégradent inexorablement.

Le phénomène de surpâturage est particulièrement spectaculaire autour des centres de sédentarisation et des points d'eau LE HOUEROU (1969).

Les ressources pastorales en Algérie du Nord ont été évaluées dans une étude réalisée dans les monts de Béni Chougrane (FAO/FIDA, 1993) :

- forêts : 150 UF/ha
- parcours : 100 UF/ha
- pailles et chaumes de céréales : 320 UF/ha
- jachères : 250 UF/ha
- cultures fourragères : 1065 UF/ha
- terres improductives : 50 UF/ha.

Cependant, la région de Tlemcen n'échappe pas au fléau du surpâturage. Effectivement pour 63 404 ha de surface versée au pâturage et au pacage, nous avons 430 000 têtes d'ovins, 26 700 têtes de bovins et 29 300 têtes de caprins conduisant ainsi à une surcharge pastorale (source D.S.A., 2005). Cela se traduit selon LE HOUEROU (1971), par une réduction du couvert végétal imposée par piétinement de l'animal. Il s'agit aussi d'un aspect important qui est l'appétence des espèces broutées. D'après EL HAMROUNI (1978)

Les efforts de reboisement ont été intensifiés en Algérie, en particulier au niveau du barrage vert.

Le « Barrage vert » est un projet de reboisement, visant à lutter contre le phénomène de désertification. Les travaux du projet n'étaient lancés qu'au début des années 70, exactement en 1974. Le projet qui relie les frontières algériennes occidentales aux frontières orientales entre les isohyètes 200 et 300mm, avec une distance de 1500 Km sur une largeur moyenne de 20 Km, s'étale sur une superficie de 3 millions d'hectares.

Dans le «Barrage vert», il existe deux catégories de végétations:

- La végétation forestière: le pin d'Alep (*Pinus halepensis*), le chêne vert (*Quercus ilex*), le pistachier de l'Atlas (*Pistacia atlantica*), le jujubier sauvage (*Ziziphus lotus*).
- La végétation pastorale: composée généralement d'Alfa dont ses feuilles sont exploitées pour la fabrication du papier.

La couverture végétale reflète par son état, les caractéristiques du climat où elle se trouve, et d'un degré moindre celles du sol.

Au début, le «Barrage vert» était considéré comme étant une ceinture verte contre l'avancée du désert. Jusqu'ici, 100 mille hectares de reboisement qui avaient été concrétisés se composent principalement de Pin d'Alep (BELAAZ, 2003).

Peu de bilan a été entrepris depuis son lancement en 1972. Toutefois, différentes sources indiquent un taux de réussite assez faible 36% pour la période 1972-1990 et une infestation généralisée par la chenille processionnaire (KHELIFI, 2002)

Les premières études d'aménagement ont été réalisées à partir de 1972. La priorité a été donnée aux forêts de pin d'Alep pour l'approvisionnement des industries de bois.

Le choix posé sur cette espèce s'explique par le fait que le Pin d'Alep prospère facilement dans cette région. Mais, durant ces dernières années, le reboisement avait changé d'ampleur, en utilisant des espèces variées, dans l'espoir d'acquiescer plusieurs objectifs, notamment, la protection et la production de bois et de fourrage (BELAAZ, 2003).

↳ Dans notre région, les efforts de l'administration des forêts pour la reconstitution du patrimoine forestier ont surtout portés sur le reboisement en eucalyptus sp., peupliers et surtout les conifères (pin d'Alep, cyprès) et plus récemment par le pin pignon et le pin maritime sur le littoral (Sidna Youchaa, Ghazaouet) et cela sur des surfaces bien limitées et dont un but de fixer les dunes maritimes.

Le choix de ces espèces n'est pas fortuit mais lié à la croissance rapide de ces espèces et leur plasticité à l'égard du climat ainsi que leur adaptations aux sols pauvres.

Bien que ces essences sont intéressantes du point de vue économique, ils présentent de nombreux inconvénients sur le plan pyrologique et écologique. Outre leur sensibilité à la chenille, ces essences restent vulnérable au feu, ont tendance à acidifier le sol pour les pinèdes et épuisé les nappes phréatiques, qui restent un élément principal de survie des populations riveraines, pour les Eucalyptus. Mais reste la plus grave inconvénient des reboisements réalisés à ce jour est la monoculture.

#### **4-2-2 La régénération naturelle: un moyen de préservation des forêts:**

Les forêts Algériennes entre autre celles du «barrage vert», sont dans un état de vieillissement avancé (environ 60% de la surface) avec une régénération préexistante pratiquement nulle. Aucune solution n'est encore mise au point pour renouveler ces forêts dont le vieillissement est mis en évidence depuis 25 ans.

Un inventaire forestier national, réalisé entre 1978 et 1984 sur l'ensemble du territoire Nord, a servi de base à l'élaboration d'un plan national de développement forestier à long terme. Ce plan définit les objectifs généraux d'affectation des terres: prévoit les objectifs en matière d'études et des travaux d'aménagement des forêts, propose des règles de gestion à appliquer dans les différents types de peuplements (A.N.F., 1994).

Mais cela ne suffira pas pour ce qui de l'aspect purement technique, il faut aussi relever le tracé territorial permettant de mieux circonscrire et de mieux appréhender les interventions sylvicoles.

Cependant, le lancement d'un programme concernant la connaissance, la réhabilitation et le développement des ressources forestières dans les zones semi-arides, notamment celles du «barrage vert», paraissent plus nécessaires que jamais. En effet, l'analyse et le diagnostic de la situation actuelle en matière de ressources forestières et d'équilibres naturels ; par exemple, la régénération naturelle du pin d'Alep dans le «barrage vert» constitue une nécessité impérieuse.

Les difficultés de régénération des essences naturelles et les problèmes pastoraux constituent deux importantes contraintes dans l'application des aménagements.

Enfin, on peut dire que les risques élevés de gestion forestière sont dus principalement à la pression sociale et à la difficulté de régénérer les forêts.

### 4-3 Incendie :

Il est difficile de connaître avec certitude depuis quelle époque le feu exerce son influence sur la Terre.

Cependant, les feux de forêts ne sont pas spécifiques à notre époque moderne. De nombreux récits anciens témoignent des ravages d'incendies catastrophes provoqués par la main de l'homme.

Le feu a pu survenir dès qu'une végétation terrestre a existé (HARRIS 1958 ; JONES et CHALONER 1991).

Au début le feu était un agent naturel qui apparaissait plus ou moins régulièrement dans le cycle naturel de la dynamique des écosystèmes. Sa venue entretenait le rajeunissement de certains peuplements végétaux et créait une mosaïque de communautés ; l'apparition de l'Homme sur la scène a perturbé cet équilibre de la nature y substituant une situation artificielle et bouleversant tout l'ordre originel.

#### 4-3-1 Comportement du feu :

Pour étudier le comportement d'un feu, il faut comprendre sa dynamique depuis son éclosion jusqu'à son extinction (ROBERTSON, 1979).

Un feu de forêt s'explique essentiellement par la présence, dans le milieu, d'air en abondance et de combustibles particulièrement vulnérables; et une source de chaleur produisant l'inflammation et la combustion. Ces trois éléments sont :

- **Le combustible** : est représenté par tous les éléments qui constitue la forêt, à partir de l'horizon humifère jusqu'à la cime de l'arbre,
- **Le comburant** : l'oxygène est un comburant universel. Pour que des flammes se produisent, il faut que l'indice d'oxygène qui est le pourcentage de ce dernier restant dans l'air soit supérieur à 15.7% (CEMAGREF, 1989).
- **La chaleur** : est la température à partir de laquelle les combustibles prennent feu. Cette température est appelée « point d'inflammation ». elle est située entre 400 et 425°C (REBAI, 1983).

Ces trois éléments constituent le triangle de feu.



**Figure n° 7 : Triangle du feu (BRANKA, 2001).**

#### **4-3-2 La propagation des incendies :**

##### **➤ Le mécanisme de propagation :**

La propagation d'un feu se décompose en quatre étapes : combustion du matériel végétal avec émission de chaleur, transfert de la chaleur émise vers le combustible en avant du front de flammes, absorption de la chaleur par le végétal en avant du front de flammes, inflammation.

Le transport de la chaleur émise par la combustion est assuré par trois processus :

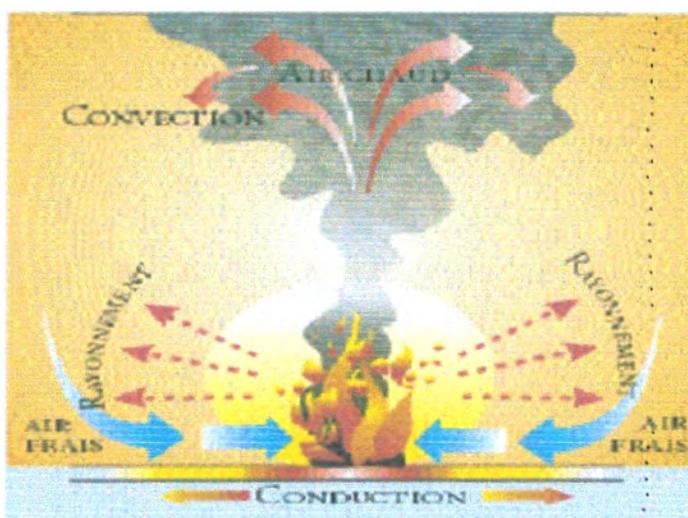
- **La conduction** : correspondant à la transmission de proche en proche de l'énergie à l'intérieur du matériau, elle ne contribue que très faiblement au transfert de chaleur, c'est une propagation lente du feu à travers les combustibles ; cette lenteur est due aux matériaux forestiers qui sont très mauvais conducteurs.
- **Le rayonnement thermique** : mode de propagation de l'énergie sous forme d'ondes infrarouges. C'est le mode principal de propagation des incendies de forêt. La chaleur transmise par radiation commence toujours par dessécher les combustibles avant de les enflammer.

En pratique le rayonnement est extrêmement intense à proximité immédiate du feu. A une distance « d » de la flamme reçoit quatre (4) fois plus d'énergie qu'un autre situé à une distance « 2 » (AMANDIER, 1974).

- **La convection** : liée aux mouvements d'air chaud, dont l'importance augmente avec le vent et la pente. Ces mouvements provoquent le réchauffement et le dessèchement de la

végétation et peuvent, en outre, contribuer au transport de particules incandescentes en avant du front de flammes. Ce processus est à l'origine du déclenchement de foyers secondaires.

Ces trois formes du transfert de l'énergie calorifique coexistent, interfèrent ou agissent les unes sur les autres ou conjointement.



**Figure n°8 : Le mécanisme de propagation de feu (ECA. 2000).**

#### ➤ **Le processus de combustion**

Dans le processus de combustion, TRABAUD (1976), définit trois phases :

Le préchauffage, pendant lequel l'eau s'évapore sous l'influence de la chaleur intensive. Le combustible commence alors à dégager des gaz volatiles très inflammables de type hydrocarbures (MARECHAL, 1984).

La combustion des gaz : là, on parle de pyrolyse, action qui commence à partir d'une température avoisinant les 200° C. Il y a toujours dégagement de gaz volatiles. Le bois lui, ne s'enflamme que jusqu'à atteindre la température de 450° C.

La combustion du charbon est la dernière étape dans laquelle se consomment les résidus du charbon de bois brûlé pendant la pyrolyse jusqu'à ce qu'ils deviennent cendres.

#### **4-3-3 Types de feu :**

Dans le lexique de la pyrologie forestière on rencontre généralement parler d'un petit ou d'un grand incendie. Cette classification est établit selon la puissance du feu (ANDERSON et al, 1965 et WAGNER et al, 1983) ou selon la superficie détruite par le feu (classification française).

Les feux sont habituellement classés en trois catégories en fonction des conditions climatiques (force du vent) et des caractéristiques de la végétation (BRANKA, 2001).

- **Les feux de sol** : qui consomment la matière organique constituant la litière et l'humus ; relativement rares sous nos climats, leur vitesse de propagation est faible.

- **Les feux de surface** : qui brûlent les strates basses de la végétation. Ils se propagent en général par rayonnement et affectent les garrigues ou les landes, TRABAUD (1970) considère un feu de garrigues très proche de sol comme un feu de surface.

- **Les feux de cimes** : indépendants ou dépendants des feux de surface ; comme leurs noms l'indiquent sont des feux localisés dans les houppiers des arbres ; ils libèrent en général de grandes quantités d'énergie et ont une vitesse de propagation très élevée. Ce sont les ligneux hauts qui assurent la propagation "verticale" en direction des cimes.

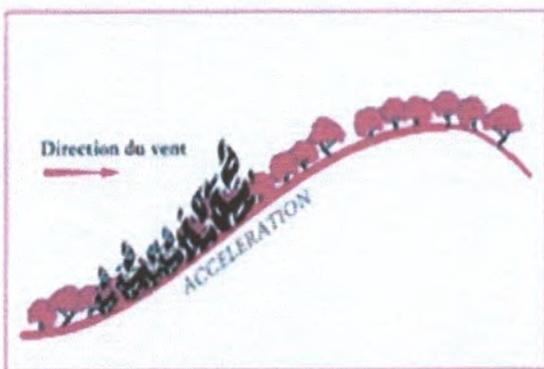
En fait, ces différents types de feu peuvent se combiner ou se produire simultanément. Un feu de surface peut, par exemple, se transformer en feu de cime et inversement.

#### 4-3-4- Les facteurs influençant le comportement du feu :

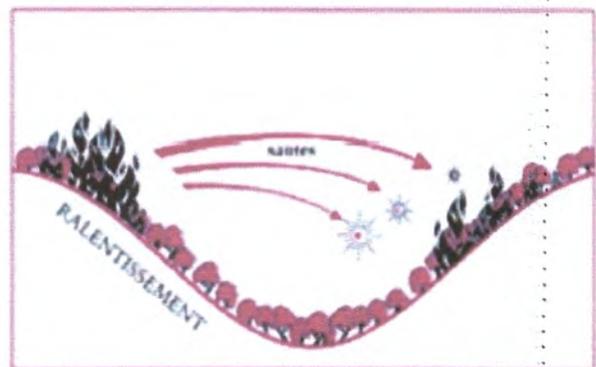
##### -Le relief :

La pente modifie l'inclinaison relative des flammes par rapport au sol et favorise, lors d'une propagation ascendante, l'efficacité des transferts thermiques par rayonnement et convection. Les feux ascendants brûlent donc plus rapidement sur les pentes fortes. En revanche, un feu descendant voit sa vitesse considérablement ralentie (BRANKA, 2001).

Ainsi elle constitue un facteur déterminant pour la vitesse de propagation des feux de forêts sur les versants. Cependant une forte pente pourra contribuer soit à accélérer soit à ralentir la propagation d'un feu selon que l'orientation coïncide ou non avec la direction de propagation.



**Figure n°9a** : Les pentes montantes



**Figure n°9b** : Les pentes descendantes

(Source : ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement ; France).

### **-L'exposition**

L'exposition au soleil nous renseigne sur la répartition, possible, des végétaux. Elle agit sur l'humidité des végétaux et leurs inflammabilité et combustibilité d'une manière indirecte.

### **-L'Altitude**

L'altitude prend de l'importance quand se trouve dans une zone montagneuse. La connaissance du relief nous renseigne sur le comportement du feu et, de ce fait, permet le choix efficace de la méthode de lutte contre l'incendie. L'extension du feu est en fonction de sa position sur la montagne ou le versant et de la configuration topographique susceptible d'augmenter ou de freiner sa propagation.

### **-Le vent :**

Les caractéristiques du vent (vitesse et direction moyennes et turbulence) ont un rôle prépondérant dans le mode de propagation du feu, ainsi que dans l'énergie dégagée par le front de flamme.

Il agit à plusieurs niveaux :

- Accélérer la vitesse des flammes en renouvelant l'oxygène de l'air et en réduisant l'angle entre les flammes et la végétation au sol.
- Arracher des brandons enflammés ou incandescents (écorce, cône...) de leur support et à les transporter en avant du front de flamme (saute de feu).
- Il dessèche le sol et les végétaux,
- Il est imprévisible, car sa vitesse et sa direction varient en fonction du relief,
- Il masque les contours du foyer en rabattant la fumée,
- Il pousse le feu vers une nouvelle source de combustible (l'allumage des feu secondaires dans les zones qui n'ont pas encore été touchés par le feu) appelé par CESTI (1990) et VIEGAS (1992) "le Spotting".

La vitesse de propagation d'un incendie est étroitement corrélée à la vitesse du vent. Celle-ci conditionne donc l'ampleur de l'incendie. La vitesse maximale enregistrée pour un feu varie entre 1cm/s et 167cm/s (TRABAUD, 1979).

La direction du vent joue également un rôle important; elle conditionne la forme finale du feu par rapport au point d'éclosion.

Combinée à l'exposition du relief, elle détermine également les zones exposées au vent, sur lesquels le feu sera « montant » et les zones abritées du vent ,feu « descendant ».

Pour les espèces anémochores (comme le pin d'Alep), la distance de dissémination des graines après incendie est sous l'influence des vents dominants qui favorisent la propagation des semences dans la direction opposée à leur point d'origine (TRABAUD, 1989). Les

possibilités d'envahissement des zones brûlées dépendent donc de la direction principale des vents.

#### **-Le combustible :**

Les principaux critères qui interviennent dans l'apparition d'un feu dans un espace végétal, sont la structure spatiale du combustible (recouvrement horizontal et stratification vertical) et la nature des espèces dominantes qui caractérisent les formations en raison de leur importance constitutive sur l'inflammabilité et la combustibilité des peuplements intrinsèques (TRABAUD, 1980).

Le développement d'un feu de forêt est conditionné aussi par le combustible en fonction de sa grosseur, de sa composition chimique, de sa densité et de sa disposition. Tous ces caractères ainsi que leurs interactions avec le feu et avec les autres facteurs du milieu doivent être nécessairement connus pour comprendre le comportement de feu (ANDERSON et al, 1965 ; FOSBERG, 1971).

Les espèces qui constituent les écosystèmes forestiers s'enflamment par ordre de combustibilité : les résineux et les feuillus.

La taille du combustible joue aussi un rôle important dans l'inflammabilité et la combustibilité. D'une façon générale, les combustibles les plus fins ont tendance à s'enflammer rapidement, par contre les combustibles de diamètre important ne s'enflamment pas rapidement.

L'inflammabilité et la combustibilité, deux notions essentielles pour une connaissance parfaite du mécanisme de propagation des incendies. Ces deux paramètres sont utilisés pour une meilleure prévision des risques d'incendies.

#### **❖ Inflammabilité**

DELABRAZE et VALETTE (1974) puis TRABAUD (1976), définissent l'inflammabilité des essences naturelles comme étant la facilité avec laquelle un végétal s'enflamme après une exposition à un rayonnement calorifique constant. Ceci a fait l'objet d'étude de FORGEARD en 1987.

De son côté, METRO (1975), définit l'inflammabilité comme étant la facilité et la rapidité avec laquelle les combustibles s'enflamment et brûlent indépendamment de leur qualité.

Pour TRABAUD (1976), l'inflammabilité représente la faculté que possède un végétal à s'enflammer une fois qu'il est soumis à une source calorifique.

La liste suivante exprime l'inflammabilité de certains arbres ou arbustes du Bassin méditerranéen : (D'après l'*Institut national de recherche agronomique. Laboratoire du feu. Madrid, 1998*) :

➤ **Espèces très inflammables toute l'année**

<i>Calluna vulgaris</i>	<i>Erica arborea</i> (bruyère arborescente)
<i>Erica australis</i> (bruyère)	<i>Erica herbacea</i> (bruyère)
<i>Erica scoparia</i> (bruyère)	<i>Phillyrea angustifolia</i> (filère)
<i>Pinus halepensis</i> (pin d'Alep)	<i>Quercus ilex</i> (chêne vert)
<i>Thymus vulgaris</i> (thym ordinaire)	

➤ **Espèces très inflammables seulement en été**

<i>Anthyllis cytisoides</i>	<i>Cistus ladaniferus</i> (ciste ladanifère)
<i>Genista falcata</i> (genêt)	<i>Pinus pinaster</i> (pin maritime)
<i>Quercus suber</i> (chêne-liège)	<i>Rosmarinus officinalis</i> (romarin)
<i>Rubus idaeus</i> (framboisier)	<i>Stipa tenacissima</i> (alfa)
<i>Ulex parviflorus</i> (ajonc épineux)	

➤ **Espèces modérément ou peu inflammables**

<i>Arbutus unedo</i> (arbousier commun)	<i>Cistus albidus</i> (ciste blanc)
<i>Cistus salvifolius</i> (ciste à feuilles de sauge)	<i>Erica multiflora</i> (bruyère)
<i>Juniperus oxycedrus</i> (genévrier)	<i>Olea europea</i> (olivier sauvage)
<i>Quercus coccifera</i> (chêne Kermes)	

Le degré d'inflammabilité peut changer chez certaines espèces avec les saisons (la saison estivale représente généralement une période à grand risque).

DELABRAZE (1985), a classé les différentes espèces arbustives et arborescentes selon leurs degrés de sensibilité au feu. Ainsi, il a déterminé les espèces qui présentent un risque d'inflammabilité très élevé et pendant toute l'année comme *Thymus vulgaris*, *Rosmarinus officinalis*, *Ulex parviflorus* ; d'autres comme les cistes sont inflammables uniquement au moment de la maturité des fruits. Il a déterminé aussi, des espèces qui présentent un risque beaucoup plus réduit mais qui restent quand même classées dangereuses comme *Arbutus unedo* et *Phillyrea media*.

❖ **Combustibilité**

Il en est de même pour la combustibilité qui est, elle aussi une notion assez difficile à cerner et fait l'objet de plusieurs écrits.

Pour TRABAUD (1976), la combustibilité est la manière avec laquelle brûlent les végétaux une fois qu'ils sont enflammés.

DELABRAZE et VALETTE (1974), soulignent que la combustibilité doit préciser la plus ou moins grande facilité avec laquelle un végétal brûle en dégageant une énergie suffisante pour se consumer ou entraîner l'inflammation des végétaux voisins.

Il y a aussi ce qu'on appelle l'indice de combustibilité (BELGHERBI, 2002):

Sur une échelle de 1 à 8, cet indice montre la différence qu'il y a entre les espèces concernant leur degré de combustibilité.

La connaissance du degré de combustibilité des espèces est très importante en vue de classer les peuplements par ordre d'inflammabilité (TRABAUD, 1973).

La végétation est caractérisée par sa combustibilité en libérant des quantités de chaleur plus ou moins importantes. La combustibilité est corrélée à la quantité de biomasse combustible et à sa composition. Elle permet d'évaluer la part du risque liée à la puissance atteinte par le feu. Elle peut être calculée approximativement en multipliant la biomasse végétale combustible par son pouvoir calorifique.

<b>Espèce</b>	<b>Indice de combustibilité</b>
Quercus ilex (chêne vert)	7
Quercus coccifera (chêne kermes)	8
Cupressus sempervirens (cyprés)	6
Pinus halepensis (pin d'Alep)	8
Pinus maritima (pin maritime)	7
Pinus sylvestris (pin sylvestre)	7
Ulex parviflorus (ajonc épineux)	8
Erica arborea (bruyère arborescente)	8
Cistus albidus (ciste blanc)	6
Cistus salvifolius (ciste à feuilles de sauge)	3
Juniperus oxycedrus (genévrier oxycèdre)	7
Lavandula stoechas (lavande)	5
Pistacia lentiscus (lentisque)	4
Rosmarinus officinalis (romarin)	5
Thymus vulgaris (thym)	4
Inula viscosa	1

La notion de pyrophyte est aussi ambiguë que celle de la combustibilité et de l'inflammabilité.

La végétation méditerranéenne est riche en espèces dites **pyrophytes**. ce mot crée par LORDAT (1958) désigne les plantes dont la propagation, la multiplication et ou reproduction est stimulées par le feu ou celles qui résistent au feu par différents mécanismes. Ces derniers vont jouer un rôle physiologique et structurant dans la constitution de certains matorrals pyrogènes (BOURBOUZE, 1990).

CARPENTER, (1956) définit une pyrophyte comme étant « tout arbre ayant une écorce épaisse résistante au feu, échappant ainsi aux dommages causés par les feux de forêts ».

Pour Gray (1967) c'est « une plante ayant une écorce résistante aux feux de forêts ». Il y a des végétaux qui résistent plus ou moins longtemps à la flamme ; il y en a même dont la multiplication ou la reproduction se trouve stimulée par le feu : ce sont des pyrophytes (KUNHOLTZ, 1958). Cet auteur considère certaines espèces comme « aimant le feu ».

Une pyrophyte devrait être à la fois une plante qui résiste au feu et qui est favorisée par le feu (TRABAUD, 1970).

D'après LORDAT (1958) et TRABAUD (1970) trois grands types peuvent être distingués :

- **Les pyrophytes passifs** : Ce sont des plantes qui résistent aux hautes températures grâce à des mécanismes tels que : présence d'une écorce épaisse (*Quercus suber*), faible inflammabilité (Tamarix, Atriplex), la dureté du bois (*Buxus*, chêne zeen), ou enfin la présence d'organes souterrains de régénération (Rhizome, tubercules... etc).
- **Les pyrophytes actifs** : dans ce rang, il est à distinguer deux types de plantes :
  - A) les plantes dont la croissance végétative à partir des bourgeons indemnes est stimulée par le passage de feu tels que : *Quercus coccifera*, *Tetraclinis articulata*, *Juniperus phoenicea*, *Arbutus unedo*, *Phillyrea media*, *Erica arborea* et *Erica multiflora*.

Les loupes de *Tetraclinis articulata* et d'*Erica arborea* sont peut-être le résultat d'une sélection par le feu donc une adaptation sélective pour la survie de l'espèce (LE HOUEROU, 1980).

- B) Les plantes dont la propagation des graines est stimulée par le feu : c'est le cas des cistes et des pins en particulier le pin d'Alep dont les cônes éclatent et projettent à distance les graines leur évitant ainsi d'être détruites.

### ❖ La structure et la composition de la végétation :

La disposition du combustible tant sur le plan horizontal que sur le plan vertical influe sur le feu.

La structure de la forêt est le résultat, à la fois de sa dynamique naturelle et de l'action de l'homme. Elle peut être décrite à partir des taux de recouvrement des différentes strates de hauteur. Il est important de noter les continuités ou discontinuités, entre les strates verticales qui conditionnent le type de feu et par conséquent sa vitesse, sa puissance et son intensité.

Dans le cas où le combustible est distribué de façon homogènes et continue, le feu se propage facilement par contre si le combustible est distribué de façon hétérogène et discontinue, le feu se propage difficilement (TRABAUD, 1974). Les coupures dans la continuité horizontale de la végétation peuvent ralentir le feu et permettre aux moyens de lutte de se positionner pour préparer une attaque du front de feu.

Il est tout aussi important de prendre selon BLAIS (1974), l'explication du phénomène « feu » se trouve dans la nature même des groupements végétaux. Pour cela, nous nous sommes basés essentiellement sur la composition floristique des stations étudiées, afin de tenter de comprendre les mécanismes de déclenchement des incendies dans la zone d'étude.

ABBAS et al (1985) ; ABBAS (1986), ce sont mis d'accent sur le point suivant : les formations pré- forestières à sclérophylles où se développent des espèces à stratégie « r » dites expansionnistes comme les Lamiacées, les Cistes et les Résineux comme le pin, forment des zones sensibles au feu. Ceci est dû à la composition chimique de ces espèces (résines et gommés facilement inflammables).

En général, les incendies sont accélérés par l'étendue des espèces épineuses et xérophytes dans les structures où dominent les arbustes à fort système racinaire et où les espèces régénèrent facilement par graines et par rejet de souches comme par exemple *Quercus ilex*, *Erica arborea* et *Arbutus unedo* (TRABAUD, 1973).

Inflammables et riches en combustibles, les pinèdes donnent plus facilement naissance à un incendie qu'une forêt de feuillus. Les litières d'aiguilles de pins s'enflamment très vite (COLIN et al, 2002).

### ❖ Teneur en eau

Autre notion importante, c'est la teneur en eau des combustibles, facteur exerçant une action très importante sur la sensibilité des espèces végétales (TRABAUD, 1979).

Nombreux sont les auteurs qui considèrent la teneur en eau comme étant le facteur essentiel de l'inflammabilité et de l'apparition du feu, nous citons : POMPE et VINES (1966) ; VALETTE (1990a et 1990b) ; BERNARD et al (1994) ; TRABAUD (1976) ;

CARAMELLE et al (1978) ; FORGEARD (1987). Il semble que les teneurs en eau faibles ont un rôle important dans la propagation du feu.

En effet, les espèces dont la teneur en eau est importante constituent en quelque sorte une entrave pour le feu dont l'énergie qui se trouve sous forme de chaleur sera utilisée pour l'élimination de l'humidité. La teneur en eau du combustible généralement lié à la sécheresse et la composition structurale et texturale du sol.

### ➤ Le temps

La propagation et l'intensité des incendies des forêts varie en fonction du temps de la journée et en fonction de la saison.

#### - **Le moment de la journée**

Un incendie peut être déclaré à n'importe quels moments de la journée ; seulement il est à noter qu'au sein d'une même journée, des moments sont propices au déclenchement et au développement des incendies par rapport à d'autres moments.

Le cycle journalier est constitué de quatre périodes pendant lesquelles l'incendie peut augmenter ou diminuer d'intensité (TRABAUD, 1979) :

- **Intensité croissante (8 à 13h)** : le vent se lève, l'humidité relative diminue, la température de l'air croît et la lutte devient de plus en plus difficile.
- **Intensité maximale (13 à 18h)** : l'air est sec, les combustibles sont secs, la température est élevée, le vent est fort et le soleil avec la chaleur n'est pas favorable aux forces engagées dans la lutte contre le feu qui brûle intensément et rapidement.
- **Intensité décroissante (18 à 4h)** : le vent ralentit, l'air se rafraîchit, l'humidité relative augmente ; au cours de cette période, les combustions absorbent l'humidité de l'atmosphère et les conditions sont favorables à la lutte.
- **Intensité minimale (4 à 8h)** : le développement de l'incendie est très faibles. l'intensité du feu reste faible jusqu'à peu après l'aube. C'est pendant cette période et celle précédente que le travail de lutte peut être le plus efficaces et que les efforts demandés sont les moindres.

Peu après l'aube, ou entre 6 et 7h, le feu commence à regagner en force.

Ce cycle journalier peut varier d'un pays à un autre ; et delà un suivi rigoureux et une étude détaillée de propagation et de l'intensité de feu chronométrée doit être l'une des priorités et ce dans un souci d'une intervention efficace du forestier lutteur contre les incendies des forêts.

#### - **Cycle saisonnier de brûlage.**

En général, la saison de protection contre les incendies de forêts se situe entre juin et octobre.

En début de saison l'intensité du feu n'est pas grande car le taux d'humidité est plus ou moins important. Plus qu'on avance en saison, les températures augmentent, l'humidité diminue et le feu commence à être très fort et très intense. A la fin de l'été lorsque les journées d'ensoleillement plus courtes et que les températures baissent, on assiste au processus inverse.

Toutefois la sécheresse qui sévit ces dernières années peut prolonger le cycle saisonnier de brûlage.

-- La plupart des incendies éclatent en été. Mais dans les pays du bassin méditerranéen le risque de feu est permanent, les incendies peuvent survenir à n'importe quelle époque de l'année. (TRABAUD, 1989).

#### **4-3-5 Causes et conséquences des incendies :**

Une caractéristique commune à l'ensemble du bassin méditerranéen est le taux élevé de feux des causes inconnues (ALEXANDRIAN et al, 1999).

Les causes des incendies de forêts sont classées en deux grandes catégories :

##### **❖ Les causes naturelles :**

Elles sont essentiellement représentées par la foudre, réel danger en région Boréale, il n'a qu'une importance minimale et ne constitue pas un danger en premier lieu dans le bassin méditerranéen. Mais aussi les éruptions volcaniques ont pu déclencher des incendies au cours des ères géologiques.

Le bassin méditerranéen se caractérise par la prévalence de feux provoqués par l'homme. Les causes naturelles ne représentent qu'un faible pourcentage (de 1 à 5 pour cent en fonction des pays), probablement à cause de l'absence de phénomènes climatiques comme les tempêtes sèches (ALEXANDRIAN et al, 1999).

##### **❖ Les causes humaines :**

Une des causes majeures des incendies au Maghreb c'est les « feux pastoraux » BENABID (1985).

Le déclenchement des incendies peut être dû à plusieurs raisons ; AMOURIC (1985), a mentionné que l'augmentation de la fréquence des feux est due essentiellement à l'urbanisation des forêts, à la pénétration par des routes de la plupart des massifs forestiers et surtout à la vulnérabilité et la fragilité des forêts par rapport aux feux pendant la saison

estivale à cause des chaleurs excessives notamment en Méditerranée. Néanmoins, une notion est loin d'être négligeable ; c'est celle de la pyromanie.

Dans la région méditerranéenne, un grand nombre de forêt sont le fait d'interventions humaines intentionnelles (MOL et al, 1997)

Les feux sont donc principalement d'origine humaine. On les regroupe, d'après plusieurs auteurs, en quatre grandes classes. Pour la région méditerranéenne les causes sont les suivantes :

- ◆ les causes accidentelles provoquées par une rupture de ligne électrique, par un dépôt d'ordures, une voie de chemin de fer ou autres représentent 15% des éclosions.
- ◆ La malveillance, généralement plus pour des questions d'intérêt que de pyromanie, est responsable de 17% des éclosions.
- ◆ Les causes liées à des actes d'imprudence occasionnés par des professionnels au cours de leurs travaux respectifs (travaux agricoles ou forestiers, écobuages, brûlages) représentent plus e 1/3 des éclosions.
- ◆ L'imprudence des particuliers avec 17% des éclosions ; allant du simple mégot jeté d'une voiture à la grillade « sauvage » entre amis, les occasion de dérapages sont malheureusement très nombreuses.

Parmi les origines connues, ce sont les causes involontaires (négligence ou accident) qui sont les plus fréquentes dans l'ensemble des pays (CANAKCIOGLU, 1986).

On estime également qu'un nombre important d'incendie dus aux fortes chaleurs, alors qu'ils sont une réalité provoquée par des comportements négatifs de l'homme.

Dans la région de Tlemcen, comme partout ailleurs en Algérie, la non poursuite des auteurs des incendies, l'insuffisance des enquêtes voire l'absence, la totalité des foyers d'incendies ont été déclarées « foyers d'incendies pour causes inconnues ».

#### **4-3-6- Conséquences des incendies de forêts :**

Une fois le feu a pris naissance, il va y voir toute une série de conséquences.

Même si le feu est un facteur écologique naturel des différents écosystèmes sensibles, cela ne l'empêche pas de provoquer de véritables drames.

En premier lieu, il en ressort nettement que le feu constitue un facteur écologique majeur, agissant à plusieurs niveaux d'organisation des écosystèmes et de manière universelle, même s'il semble être une préoccupation encore plus importante dans les régions méditerranéennes.

En effet, dans un premier temps, le feu peut être considéré comme un facteur d'ouverture du milieu ou de renouvellement des écosystèmes, se traduisant au niveau de la végétation par une augmentation du nombre des espèces et une complexification structurale (BRANKA, 2001).

Cependant, il y a des situations où les incendies posent des problèmes écologiques, notamment lorsqu'ils deviennent répétitifs, avec un temps de révolution inférieurs à 10-12 ans (THIERRY, 2000). Dans ce cas de figure, l'altération de la couverture végétale s'accompagne d'une perte de sol. La succession de ces événements peut conduire à des faciès apparemment dégradés, avec d'important affleurement rocheux. Cette situation constitue un palier dans la dynamique générale de la végétation, mais elle ne présente en aucun cas un caractère irréversible.

#### ❖ Actions sur la végétation

Divers travaux ont été réalisés sur la dynamique de la végétation après incendie, on cite : BAIRD (1958) ; CREMER et al (1965) ; Gill (1977) ; TRABAUD (1980) ; DAVID et al (1994); et bien d'autres cités par FORGEARD et al (1998) ; POMPE et al (1966) ; TRABAUD (1976) ; VALETTE (1990), BERNARD et al (1994).

Certains scientifiques attestent que le feu maintient le paysage méditerranéen en l'état. Ils considèrent d'ailleurs que, sans incendies, la région méditerranéenne serait recouverte par une formation forestière fermée pauvre en espèces.

Les résultats des recherches les plus récentes montrent qu'il n'y a aucune profonde modification des communautés actuellement en place : celles-ci, après le passage des incendies, tendent vers une structure et une composition spécifique identiques à celles d'origine.

Effectivement, les incendies à faible fréquence ont d'une part l'avantage d'ouvrir les milieux et de générer une richesse floristique fugace et d'autre part ; de créer une certaine diversité paysagère.

A travers l'abondante littérature sur les incendies, nous pouvons dégager quelques caractères généraux.

Associé à l'action du climat et aux formes topographiques, les incendies ont contribué à créer, mais pas toujours de façon prépondérante, les types de végétation qui croît autour de la Méditerranée.

Les régimes d'incendie (intensité et répétition des feux) jouent un rôle essentiel dans la diversité, la dynamique et la stabilité des écosystèmes méditerranéens.

THOMAS (2005) a étudiée l'impact des feux sur le développement relatif des espèces, la démographie et la structure spatiale des formations végétales. Ces données permettent d'estimer leur inflammabilité et leur combustibilité. En effet, Cette étude a montré que les feux passés conditionnent l'inflammabilité et la combustibilité des formations végétales au stade actuel, mais aussi à l'échelle de quelques décennies. Ils contrôlent en partie la démographie et le développement des espèces végétales en interaction après incendie.

Lorsqu'il y a répétition du feu, la végétation est contrainte de rester au même stade ou à régresser et ne peut donc évoluer vers les forêts potentielles. L'exemple (Figure n° 6) représenté par la séquence évolutive de la série du pin d'Alep dans l'étage semi aride influencé par le feu montre clairement l'impact des incendies répétées sur la végétation (LE HOUEROU, 1980).

Après incendie d'un boisement de pin d'Alep sur sol limoneux, des plantes herbacées annuelles, des cistes se développent abondamment au printemps qui suit le sinistre, cette concurrence empêche les jeunes semis souvent nombreux (BRANKA, 2001).

Cette régression de la couverture végétale, tant en volume qu'en qualité, s'accompagne d'une sensibilité accrue aux facteurs d'agression de toutes natures (insectes, champignons) (CARLE, 1974).

Les zones où il y a fréquemment des feux sont peuplées par des cortèges dominés par des espèces pyrophytes. Ces espèces ont dû acquérir après une longue évolution, cette faculté d'attirer et d'attiser le feu. Ceci peut expliquer la présence de molécules d'alcool dans la résine du pin d'Alep par exemple. Après feu, ces espèces cicatrisent assez rapidement pour retrouver leur état initial (ce processus peut prendre plusieurs années).

Cependant, quand-il n'est pas très fréquent, le feu représente un élément indispensable pour le rajeunissement de certaines forêts (les pinèdes et les chênaies par exemple).

Les essences résistent au feu de deux façons : **passivement**, grâce aux couches épaisses qui protègent le cambium (chêne-liège) ou à la présence de bourgeons dormants, qui reconstituent la partie aérienne détruite par le feu (presque tous les feuillus et beaucoup d'espèces composant le maquis); et **activement**, grâce à desensemencements intenses après le feu, qui permettent de remplacer les arbres détruits (pins, eucalyptus, cistes). La rapidité de régénération active ou passive n'est toutefois pas identique pour toutes les essences.

Des études menées par plusieurs chercheurs sur la végétation des forêts méditerranéennes et leurs comportements vis-à-vis l'incendie ont abouti à établir la classification suivante :

- Des végétaux de stratégie démographique de type « **K** » : ce sont les constituants principales des forêts et matorrals dont la dynamique suit **le modèle de résistance** ; citons : le chêne vert, le chêne liège, le chêne kermès, Rhamnus, pistachier et quelques formations de conifères tel que le thuya.

- Des essences forestières à faible sélection biologique dont l'âge à la fertilité est le plus élevé et une sélection écologique réduite. Ce sont les constituants des systèmes forestiers qui suivent **le modèle de stabilisation**. On note parmi les feuillus (*Quercus faginea*, *Quercus afares*,...) et parmi les résineux (*Abies numidica*,...).

- Des végétaux de stratégie démographique de type « **R** » : ce sont les constituants principaux des systèmes forestiers qui suivent **le modèle expansionniste**.

A ce niveau, on rencontre le pin d'Alep, le pin maritime, le pin pignon, le cèdre, etc... Ce sont des systèmes « dynamiquement robustes » (ALEXANDRIAN 1997).

L'exemple type des espèces expansionnistes est le pin d'Alep pour lequel, l'incendie libère de nombreux sites de régénérations possibles, compte tenu de la présence quasi générale à proximité des zones brûlées de porte-graines et compte tenu aussi des avantages à la dissémination à partir de peuplements eux-mêmes très hétérogènes dans leur structure et leur architecture. (TRABAUD, 1980 ; LEPART et al, 1983).

Par ailleurs, le feu est un élément parfois nécessaire à la régénération de certaines espèces. En effet, le fait de soumettre leurs graines à de fortes températures, permet de lever leur dormance et de déclencher leur germination ; c'est le cas pour les cistes et certains pins (SERGE, 2001). Mais une très grande fréquence peut venir contrarier gravement toute régénération et entraîne même la disparition de ces espèces dites « pyrophytes ». Pour cela, il faut qu'une certaine fréquence soit respectée si non le feu devient dévastateur et non pas un facteur favorisant l'équilibre.

Pour donner un exemple ; la fréquence pour une pinède de pin d'Alep ne doit pas dépasser un incendie tous les quinze ans (PEYRE, 2001).

Aussi une expérimentation menée par TRABAUD (1980), TRABAUD et al (1980) ont prouvé que *Juniperus oxycedrus* tout comme *Cistus monspeliensis*, disparaît lorsqu'il est brûlé tous les deux ans.

Le feu provoque la libération des graines contenues dans les cônes fermés (des conifères) permettant ainsi la germination soit en faisant craquer leur enveloppe soit par le biais de stimulants chimiques présents dans la fumée.

Le pin d'Alep est une essence qui ne peut se reproduire après incendies que par voie sexuée. Il faut donc considérer la densité des jeunes plantules, la structure de leur âge, leur distribution spatiale.

Toutes les études concordent pour montrer que le nombre de plantules est relativement faible les premières années après un incendie, puis augmente pour atteindre un maximum, puis décroît au fur et à mesure que la pinède approche de sa simultanément enrichissement du sol avec l'apport de cendres provenant de la combustion de la végétation et de la litière.

Les conifères en général ont une croissance plus ou moins rapide. Le feu reste un élément important pour leur maintien puisqu'il permet leur régénération. On parle de rajeunissement de la forêt.

SERGE (2001) soutient l'idée et montré qu'un incendie détruit momentanément la flore présente, mais favorise dans les 2 à 3 ans qui suivent l'implantation et le développement d'une végétation d'une grande variété. C'est d'ailleurs pour cette raison que les éleveurs pratiquent, depuis la nuit des temps, l'écobuage qui permet de renouveler ou d'ouvrir des pâturages en favorisant le développement d'espèces à potentialités fourragères intéressantes.

BRANKA (2001) a souligné qu'après l'incendie, la végétation retourne rapidement à son état initial.

(TRABAUD, 1999) précise que les premières espèces qui réapparaissent après incendie sont celles qui se régénèrent végétativement. Par la suite, la végétation connaît un nouvel essor pendant la deuxième et la troisième année (ceci est dû à l'installation d'espèces dites exogènes ou étrangères).

Cette végétation diminue pendant la quatrième et la cinquième année pour enfin retrouver son équilibre initial (les espèces exogènes disparaissent gênées par la compétition des endogènes).

Cette idée nous mène à penser que l'incendie a été bénéfique pour le maintien des taxons originels de la région (du moins pour la majorité d'entre eux).

ALEXANDRIAN et al (2000) ont trouvé que la diversité végétale augmente entre la première et la deuxième année, et diminue entre la deuxième et la troisième année.

Dans les garigues méditerranéens, après incendies, la dynamique de colonisation végétale des espaces dénudés est principalement expliqué par le stock de semences au sol et les apports par les vents (TRABAUD, 1976).

#### ❖ Action sur les sols :

Pour le sol, les incendies peuvent permettre une remise en circulation des éléments minéraux accumulés au fil des années dans les feuilles des végétaux en place (TRABAUD et al, 1991).

En brûlant la végétation et la litière qui recouvre le sol, le feu provoque des pertes en nutriments dans l'atmosphère et apporte au sol des cendres riches en éléments minéralisés. Il agit également directement sur le sol en l'échauffant (ALEXANDRIAN, 1997).

AUBERT (1991) a signalé d'autres conséquences à savoir : le changement de la structure de l'horizon humifère, la réduction de la capacité de rétention en eau, l'élévation du PH, l'accroissement du taux de calcaire par éclatement de la roche et la diminution de la capacité totale d'échange.

Au niveau du sol, la microfaune constitué par les organismes présents dans les 3 premiers centimètres du sol, peut suivant l'intensité de l'incendie, être complètement détruite. Ceci occasionne une forme de stérilisation momentanée du sol.

Enfin, la disparition de la végétation protectrice provoque des phénomènes d'érosion pluviale et éolienne qui peuvent altérer encore la fertilité de ces sols déjà bien maigres.

#### **4-3-7- La prévention et lutte contre les feux des forêts :**

La protection contre les incendies de forêt repose sur un double dispositif de prévention et de lutte. La prévention intervient pour limiter les départs de feux et leur propagation, elle a pour objet de limiter l'usage de la lutte directe et de la rendre plus efficace. La lutte directe, quant à elle, est menée une fois le feu déclenché pour protéger par priorité les personnes, les biens et en dernier lieu, la forêt. La lutte, qui permet d'agir sur le phénomène en temps réel vient compléter la prévention.

La prévention est l'alarme précoce constituent les seuls moyens de réduire le coût des dégâts causés.

Toutes les études récentes en matière de prévention des incendies concordent pour montrer que la prévention est une chaîne dont chaque maillon est important. Il y a une « chronologie » précise :

➤ Prévenir, c'est en premier lieu empêcher les mises à feu : cela signifie tout d'abord éduquer, informer, réglementer, contrôler, sanctionner les pratiques et les installations à risques. L'information des populations et le travail avec les collectivités et les acteurs du territoire sont primordiaux.

➤ Si cette première étape échoue, l'incendie démarre : le deuxième maillon consiste alors à détecter et intervenir avec le maximum de rapidité, pour éteindre les feux dans l'œuf ; d'où l'importance des patrouilles, du guet, de la surveillance et de l'alerte.

➤ Si cette deuxième étape échoue, le feu se développe ; la troisième étape consiste alors à en limiter l'extension par la lutte active, laquelle doit également protéger les points sensibles. C'est pour permettre à cette lutte de se dérouler dans des conditions de sécurité et d'efficacité plus fortes, qu'on équipe le terrain de tranchées pare-feu, de pistes, de points d'eaux, de zones débroussaillées, et que la réglementation impose des débroussailllements de sécurisation autour des habitations et de la plupart des installations humaines.

Une bonne planification de la lutte exige des informations détaillées sur les facteurs environnementaux influençant le comportement du feu à savoir les conditions météorologiques, la topographie et le type de combustible (BILGHILI et al, 1997). L'essentiel réside aussi dans la rapidité d'intervention.

### **Conclusion**

Les espèces végétales sur lesquelles porte notre travail sont extrêmement menacées par le feu. Une superficie de 3164.5ha des résineux est brûlée durant ces dernières années (1999-2006) dans la région. Inflammables et riches en combustibles, ces formations végétales donnent plus facilement naissance à un incendie qu'une forêt de feuillus.

L'impact est surtout économique sur les zones en reboisement, mais aussi écologique dans de nombreuses zones.

La situation des incendies des forêts avant et après l'indépendance est semblable le plan de lutte installé chaque année contre les incendies au niveau de chaque conservation.

Les causes des incendies non maîtrisées et les raisons de l'usage du feu comme outil de gestion dans les domaines agricoles, pastorales et forestiers sont liées aux conditions écologiques locales (Climat, type de végétation) et aux habitudes, en particulier dans les domaines social et économique.

La probabilité qu'un incendie se déclenche et se propage dans une forêt n'est jamais nulle. Cependant, les caractéristiques de la végétation et le climat peuvent créer des conditions favorables à leur développement. L'état de la végétation permet de mesurer le risque. Le nombre de départs de feu est lié en partie au degré de sécheresse des végétaux.

La gestion de l'ensemble des informations citées dans ce chapitre a pour objectifs d'améliorer la prévention, de mieux évaluer le risque, de permettre une intervention plus

efficace des secours, d'estimer convenablement les dégâts et de préconiser un aménagement adéquat pour les zones incendiées.

Il paraît donc que toute tentative de protection contre le feu n'est pas évidente à priori. Elle dépendra avant tout des impacts anthropiques actuels.

Il n'en reste pas moins que des mesures préventives sont nécessaires à peu près partout dans la région, si l'on veut assurer le maintien du capital biologique qui est incontestablement un des plus originaux et es plus riches de l'Algérie et même du pourtour méditerranéen.

**CHAPITRE VI**

**AUTO-ECOLOGIE DES RESINEUX**

### 1-Introduction

Les arbres sont couramment regroupés en deux grands ensembles : les "feuillus" d'un côté et les "conifères" ou "résineux" de l'autre. En botanique, cette distinction relève de deux groupes distincts au sein des Phanérogames (plantes à graines).

Les gymnospermes sont des plantes faisant partie du sous- embranchement des phanérogames. Ce groupe de plantes vasculaires chez lesquelles les ovules, puis les graines sont portées par des écailles et ne sont pas enfermés dans des carpelles clos d'un ovaire, puis dans un fruit, comme chez les angiospermes. Le nom gymnosperme provient du grec *gymnospermos* signifiant « semence nue ».

Les gymnospermes ont évolué à partir des préspermaphytes mais leur origine est double : les bennettitines dériveraient des Ptéridospermes, alors que les conifères dériveraient des cordaïtes. Les bennettitines sont entièrement fossiles, alors que les conifères sont actuellement représentés par environ 560 espèces vivantes. Ces espèces forment le groupe principal des Gymnospermes.

Les **gymnospermes** comprennent les 6 ordres suivants:

- ordre Pinales (7 familles)
  - famille Araucariacées
  - famille Céphalotaxacées
  - famille Cupressacées
  - famille Pinacées
  - famille Podocarpacées
  - famille Sciadopityacées
  - famille Taxacées
- ordre des Ginkgoales (1 famille)
  - famille Ginkgoacées
- ordre Cycadales (3 familles)
  - famille Cycadacées
  - famille Stangeriacées
  - famille Zamiacées
- ordre Gnétales (1 famille)
  - famille Gnetaceae
- ordre Ephédrales (1 famille)
  - famille Ephedraceae
- ordre Welwitschiales (1 famille)
  - famille Welwitschiaceae

Les Conifères comprennent un seul ordre, celui des Coniférales, divisé en sept familles: les Pinacées (mélèzes, sapins, pins, cèdres, épicéas, etc.), les Taxodiacées (séquoias), les Cupressacées (cyprès, thuyas, genévriers), les Taxacées (ifs), les Céphalotaxacées (Cephalotaxus), les Araucariacées (araucarias), les Podocarpacees (Podocarpus). Les conifères modernes forment un seul ordre monophylétique, les coniférales. Une subdivision en deux ordres, Pinales et Taxales, ne tient pas face aux données moléculaire et morphologiques récentes.

La plupart des conifères possèdent des cellules (canaux) sécrétrices de résines, dans leurs écorces, leurs feuilles ou leur bois, d'où l'appellation courante de "résineux".

Les résineux ont la particularité de sécréter de la résine, une substance visqueuse utilisée dans la fabrication de nombreux produits.

## **2- Présentation de la résine :**

La **résine** végétale est un produit naturel, sécrété par certains végétaux (dit « résineux ». L'oléorésine est une substance très répandue dans les pays chauds où prospèrent les conifères et les térébinthacées (BRUNETTON, 1999).

Selon la norme NF.75006 de Février 1998, une oléorésine est définie comme un exsudat constitué principalement par des composés résineux et des composés volatiles (BRUNETTON, 1991).

La résine est une substance amorphe solide ou semi fluide. C'est **une substance inflammable** ; insoluble dans l'eau, soluble dans les solvants organiques (ADRIAN et al, 1995).

La résine naturelle contient environ le tiers de son poids en huile **essentielle** (FOURNIER, 1977). Elle est principalement constituée d'alcool et de **dérivés terpéniques** provenant de l'oxydation des huiles essentiels, avec en plus parfois des acides benzoïques, cinnamiques et leurs dérivés (ADRIAN et al, 1995 ; VAN DER DOELEN et al., 1998).

Aussi appelée **gemme**, elle est récoltée lors du gemmage où l'on extrayait ses deux principaux composants pour l'industrie chimique: l'essence de térébenthine (environ 20%) et la colophane (environ 80%).

Le terme gemme est attribué plus particulièrement à la résine d'origine végétale. VAN AUFSESS (1976), lui aussi a défini la gemme comme étant une matière gluante, blanche, jaunâtre qui s'écoule de blessure faites à l'écorce de certains conifères.

Les résines naturelles se distinguent des gommes par leur insolubilité dans l'eau mais leur classification est difficile du fait que les exsudats de nombreuses plantes possèdent cette qualité.

Les résines naturelles sont obtenues par des incisions réalisées au niveau de l'écorce (DORVAULT, 1987). En s'écoulant spontanément sur les troncs des arbres, la résine s'épaissit, se solidifie plus ou moins complètement à température ordinaire et fusible par la chaleur (DORVAULT, 1987).

On fait une entaille dans le bois, on place un petit pot dessous et on récupère la résine.



#### ❖ Domaine d'utilisation :

Les traces de l'utilisation de la résine datent de plus de 5000 à 5400 ans.

Depuis fort longtemps, la résine fut employée à son état naturel comme agent de conservation ou comme remède, prescrite sous forme de pilules diurétiques, parfois réduite en poudre, sous forme d'infusion ou de décoctions, par voie interne (FOURNIER, 1948).

L'usage de la résine exige la prudence. Puisque à haute dose, elle devient dangereuse, toxique et fatale. Elle peut être à l'origine d'une intoxication.

Pour l'usage externe, la résine forme la base des onguents et elle agit aussi comme révulsif local ou comme dérivatif de frictions (FOURNIER, 1948).

En industrie, la résine est utilisée pour la fabrication du vernis, de la peinture, du gaz d'éclairage et des savons (DORVAULT, 1987).

Les résines sont généralement utilisées dans les adhésifs, l'apprêt du papier, le glaçage, les fixatifs pour les parfums et les médicaments.

MENARD (2002) a cité les différents types de résines d'origine végétale qui sont utilisé dans l'industrie des vernis à alcool, notamment la résine de *Tetraclinis articulata* (Tableau n°25).

**Tableau n°25: Les différents types de résines pour vernis à Alcool**  
(D'après MENARD, 2002)

Nom	Origine	Provenance	Fusion (en °)	Commentaires
Sandaraque	Végétale: <i>Tetraclinis articulata</i>	Afrique du Nord	140°	Elle donne un vernis à l'alcool transparent Elle est en partie dissoute à chaud dans l'huile Rarement utilisée seule.
Benjoin	Végétale	Siam pour la meilleure qualité	95°	Vernis à l'alcool très léger et très beau. Résine relativement chère. Odeur vanillée très agréable.
Colophane	Végétale : Pin maritime	France, Portugal et l'Espagne	75°	Vernis à 'alcool de menuiserie assez ordinaire.
Accroide rouge	Végétale : arbre Xanthorrhoea.	Australie	70°	Vernis à l'alcool très bon marché et de qualité médiocre
Elemi	Végétale : <i>Canarium commune</i>	Manille	65°	Double solubilité alcool/térébenthine. Résine molle très adhérente. Odeur poivrée agréable.
Aloès	Végétale : <i>Aloe vulgaris</i>	Afrique du Nord et du Sud		Soluble dans l'alcool. Colorant brun jaune des vernis. Odeur et saveur très désagréable. Toxique.
Sang-dragon	Végétale : extrait des fruits des palmiers	Ine, Amérique du Sud, Canaries		Soluble à l'alcool. Colorant rouge des vernis. Très cher.
Gomme Gutte	Végétale : <i>Garcinia morella</i>	Cambodge, Siam, ceylan		Gomme/résine : Solubilité 75% alcool et 25% eau. Colorant jaune des vernis. Employée en aquarelle et miniature. Toxique.

### **3- Historique**

Les gymnospermes sont les plus anciennes plantes à graines, issue des fougères du Dévonien.

C'est sans doute Théophraste, qui est le premier, distingue les Angiospermes des Gymnospermes. John Ray utilise, à la fin du XVII<sup>e</sup> siècle, cette différence dans sa classification qui est la première tentative de classification naturelle de l'époque moderne.

Les gymnospermes constituent un groupe diphylétiq. Les premiers seraient apparus à la fin du Carbonifère, il y a 300 millions d'années. Ils auraient atteint leur apogée au Jurassique, début du Crétacé (entre -200 et -150 Millions d'années) pour ensuite décliner lentement, laissant la place aux angiospermes.

Fin 1994, des membres d'un groupe de conifères très abondant au crétacé fut découverts dans le parc national de Wollemi, près de Sydney, en Australie. Trente-neuf arbres, dont le plus élevé atteint une hauteur de 40 m, ont été trouvés dans une zone reculée de la forêt vierge. On connaissait des ancêtres fossiles de ces arbres, mais on pensait que ce groupe s'était éteint il y a plus de quarante millions d'années.

Actuellement, il existe 75 à 80 genres et environ 800 espèces. On ne rencontre que des plantes ligneuses c'est à dire des arbres et des arbustes (on trouve quelques espèces herbacées à l'état fossile).

Les conifères sont le groupe des gymnospermes avec les archives fossiles les plus prolongées et continues.

### **4- Répartition générale**

Les gymnospermes sont très important dans les milieux froids où ils sont très largement dominant. En effet ils ont un feuillage particulièrement adapté au froid et à la sécheresse (bien qu'il y ait de l'eau, elle n'est pas facilement disponible) : aiguilles étroites, allongées, de faible surface et avec des caractères xérophytiques. Les forêts naturelles se rencontrent soit en altitude soit au forte latitudes.

- Zonation en altitude: l'étagement et la composition sont liées à de nombreux facteurs comme par exemple la position de la chaîne de montagnes, le versant, les vents dominants.

- Zonation en latitude : Près d'un tiers des forêts du globe sont des forêts nordiques composées principalement de conifères. En Europe les forêts boréales sont dominées par les sapins, *Picea* et les pins, alors qu'en Amérique se sont les *Tsuga*. Plus au Nord il y a disparition des formes ligneuses c'est la taïga qui est dominée par les lichens et les mousses.

Il existe également d'autres types de forêts naturelles, ce sont les forêts édaphiques (liées à la nature du sol), tels que les zones marécageuses du Golfe du Mexique où on va rencontrer le Cyprès chauve (*Taxodium*) ou bien les tourbières qui peuvent dans certains cas être colonisées par les pins à crochets.

#### **5- Caractères écologiques des résineux :**

Les résineux poussent dans les zones où les hivers sont longs et froids. Il s'agit principalement des forêts boréales, mais également des forêts d'altitude des zones tempérées.

De nombreuses espèces de résineux, comme le pin ou le sapin, sont également plantées à basse altitude dans des forêts tempérées, car elles poussent très vite.

Chaque conifère pousse dans des températures et des variations de températures qui lui conviennent. Des valeurs critiques basses ou élevées provoquent l'arrêt ou le redémarrage de la végétation. Les températures de redémarrage des conifères commencent à -5°C et 10°C. En dessous de ces valeurs, la croissance est souvent arrêtée ou négligeable, sauf pour les conifères des zones très froides.

Certains conifères constituent d'excellentes espèces pionnières pour les sols pauvres ou les endroits très exposés. Cela explique en partie pourquoi la moitié du bois produit dans le monde provient de ces arbres, qu'on appelle aussi résineux.

#### **6- La morphologie des résineux :**

Les résineux, appelés aussi conifères, ont une silhouette effilée et des feuilles qui sont étroites en forme d'aiguilles. C'est une adaptation aux conditions, parfois extrêmes, où vivent ces plantes. Celles-ci n'étant pas caduques (hormis l'exception notable du Mélèze) les feuilles ou aiguilles doivent résister aux températures négatives.

Leur feuillage est presque toujours persistant. En fait leurs feuilles tombent et repoussent progressivement, tout au long de l'année, ce qui donne l'impression que ces arbres restent verts en permanence.

Pour les feuilles, les sapins et les épicéas ont des feuilles aciculaires isolées sur des rameaux tandis que les pins présentent des aiguilles groupées en faisceaux de 2 à 5 unités. Les cèdres et les mélèzes possèdent des rameaux et des jeunes pousses garnis de feuilles, les unes isolées, les autres disposées en rosette.

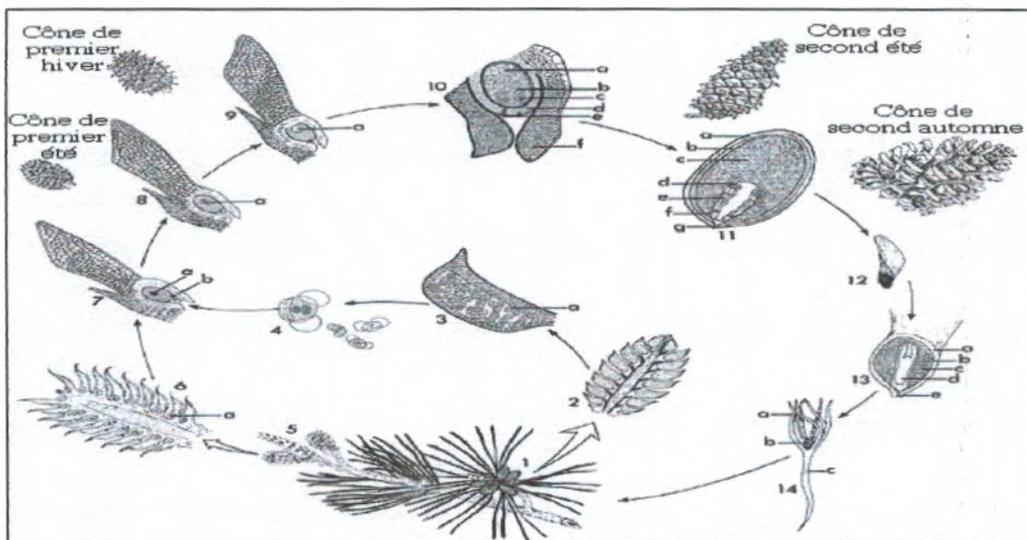
Chez les Coniférales, les graines sont enfermées dans des structures dures et ligneuses : les cônes. Pour tous ces arbres, les cônes n'ont pas tous les mêmes caractéristiques. En outre, leur situation sur les branches varie selon les genres. Ainsi chez les épicéas, ils sont pendants, tandis qu'ils restent dressés sur les rameaux des sapins et des cèdres.

## 7- La reproduction chez les conifères :

Chez les gymnospermes, l'appareil reproducteur est limité aux organes sexuels et dépourvus de tout périgone typique.

Chez les conifères, la reproduction se fait par l'intermédiaire des cônes, qui sont les organes sexuels. Les cônes mâles produisent le pollen, tandis que les cônes femelles portent les ovules. Les cônes femelles sont constitués d'un axe duquel partent des écailles, dont chacune est soutenue à sa base par une petite feuille appelée bractée, et porte deux ovules. Les grains de pollen élaborés dans les sacs polliniques des cônes mâles et transportés par le vent se déposent sur l'enveloppe protectrice de l'ovule (tégument), et pénètrent à l'intérieur de celui-ci par un orifice appelé micropyle. Ils atteignent alors une structure appelée nucelle, sur laquelle ils germent, formant un tube pollinique. Ce tube pollinique apporte le noyau du gamète mâle jusqu'à l'oosphère (gamète femelle). La fusion entre ce noyau et celui de l'oosphère donne le zygote (œuf).

L'embryon qui en résulte, toujours attaché à l'écaille, forme une graine ailée - morphologie qui facilite la dispersion par le vent qui, si les conditions sont favorables, germera en une nouvelle plante.



**Figure n° 18 : Cycle de vie d'un conifère du genre *Pinus***

(Source <http://www.saseeds.de/images/Gymnospermes.htm/Pin.jpg>).

## 8- Le Bois chez les conifères :

Les vaisseaux conducteurs se sont perfectionnés avec l'apparition des formations secondaires. Elles ont un cambium classique bifacial qui va donner vers l'intérieur du xylème et vers l'extérieur du phloème.

Les vaisseaux sont percés de pores ou punctuations qui permettent la circulation de la sève brute.

Le bois est homoxylé, soit composé d'un seul type d'éléments. Les cellules qui le composent sont appelées trachéides. Elles ont des parois épaissies et lignifiées, et sont empilées les unes sur les autres. Elles présentent tout de même des zones non lignifiées, pour permettre les échanges entre les cellules.

Ces zones sont appelées ponctuations, et sont dites aréolées chez les résineux. Ces zones n'ont pas de paroi secondaire, ce qui permet les échanges.

Il existe également des canaux résinifères qui sécrètent la résine.

Les conifères au sens large regroupent des végétaux de moyen et grand développement qui peuvent constituer la charpente principale des parcs et jardins en toutes saisons ou pour faire des haies, rideaux et brise-vent. Il existe aussi des variétés naines qui ont leur place au sein des rocailles ou des bacs. Les variétés rampantes remplacent souvent le gazon pour la garniture des talus, ou l'entretien de celui-ci serait problématique.

Les conifères dont le pin, le thuya et le genévrier font parties, occupent une aire géographique importante en Algérie. Il nous paraît intéressant d'étudier ces espèces largement répandues dans notre région d'étude notamment *Pinus halepensis*, *Tetraclinis articulata*, *Juniperus oxycedrus* et *Juniperus phoeniceae* ; ainsi que les espèces conifères introduites à valeur économique et écologique importants (Reboisements dans le cadre de la fixation des dunes littorales) en particulier : *Pinus pinaster* et *Pinus pinea*.

Pour cela, nous nous intéressons plus particulièrement, parmi les conifères, à la famille des pinacées et celle des taxacées.

#### ➤ **La famille des Pinacées :**

Les Pinacées (*Pinaceae*), ou Abiétacées, est une famille des plantes gymnospermes de la classe des Conifères qui compte 220-250 espèces réparties en 11 genre, toutes originaires de l'hémisphère nord: *Pinus*, *Picea*, *Abies*, *Tsuga*, *Pseudotsuga*, *Larix*, *Pseudolarix*, *Cedrus*, *Keteleeria*, *Cathaya*, *Nothotsuga*, *Hesperopeuce*

Plus grande famille moderne, paraissant la plus récente par les fossiles, pourtant groupe-frère des autres familles en phylogénie moléculaire ; hémisphère Nord ; Trias supérieur ; *Pinus* connu depuis le Crétacé inférieur, avec des espèces à 2, 3 ou 5 aiguilles présentes au Crétacé supérieur ; autres genres connus du Tertiaire seulement ; évolution du groupe complexe et non résolue.

Ce sont des arbres résineux, ordinairement élevés, à ramification le plus souvent verticillée. Généralement persistantes, ces arbres, après avoir été abattus, ne reproduisent pas de rejets.

Ce sont des arbres des régions tempérés persistantes en aiguilles ou en écailles ou caduques comme les Mélèzes. Feuilles aciculaires ou linéaires, spiralées, parfois groupées sur tiges courtes.

Les plantes de cette famille ont des fleurs de deux sortes, sans calice ni corolle, et groupées séparément en petits cônes par le même pied. Cônes ovulifères solitaires ou ± groupés, résineux, ± gros, dressés ou pendants, avec bractées sous-tendant nombreuses écailles ovulifères libres, spiralées, coriaces et devenant ± ligneuses après la pollinisation, l'écaille portant 2 ovules à face supérieurs. Graines ailées ou non. Leurs cônes ligneux sont constitués d'écailles disposées en spirale, chacun en portant deux graines.

➤ **La famille des Cupressacées :**

La famille des cupressacées est divisée en :

- 5 sous-familles : Taxodioidées, Callitridées, Cupressoidées, Juniperoidées, Thujoidées.
- 20 genres : Neocallitropsis, Callitris, Actinostrobus, Widdringtonia, Tetraclinis, Platycladus, Microbiota, Thuja, Pilgerodendron, Austrocedrus, Libocedrus, Papuacedrus, Calocedrus, Fokienia, Fitzroya, Diselma, Thujopsis, Chamaecyparis, Cupressus, Juniperus; Taxodioideae (10 genres) : Cunninghamia, Arthrotaxis, Taxodium, (monotypiques :) Cryptomeria, Glyptostrobus, Metasequoia, Sciadopitys, Sequoia, Sequoiadendron, Taiwania

Ce sont des arbres ou arbustes résineux à :

- Feuilles persistantes ou décidues, en spirale, opposées formant un angle de 90° avec celles qui sont insérées sur les faces supérieurs et inférieurs du rameau, ou bien disposées groupe de trois ; décussées ou verticillées (3-4), linéaires, aciculaires ou en écaille (juvénile en aiguilles), plus ou moins apprimées parfois.

Ce sont des espèces monoïques ou dioïques.

- Cônes ovulifères terminaux, sur les parties les plus vieilles, solitaires ou groupés, elliptiques ou globuleux, avec quelques écailles en coin ou peltées, opposées ou spiralées, avec ou sans bractées distinctes ou bractées et écailles fusionnées, ou avec quelques écailles opposées, décussées sans bractées distinctes (fusionnées), imbriquées, seules les inférieures fertiles dans certains genres, avec. Ovules dressés; écailles souples ou coriaces d'abord puis ligneuses, s'ouvrant pour libérer les graines, ou devenant charnues et coalescentes (*Juniperus*) et parfois résineuses.
- Cônes pollinifères ressemblant des chatons, en groupes ou solitaires, terminaux ou axillaires, avec plusieurs microsporophylles minces, en spirale, verticillées ou en paires, avec 6 sacs polliniques.
- Graines non ailées ou avec aile étroite.

## ❖ Le Pin d'Alep :

### 1-Systématique de *Pinus halepensis* :

*Pinus halepensis* Mill, à la suite du DUHAMEL ; qui lui donne le nom de *Pinus hierosolimitana* ; MILLER le redécrit en 1768 sous le nom de *Pinus halepensis* Mill (KADIK, 1983).

Après plusieurs autres descriptions par différents auteurs, les botanistes ont retenues l'appellation donnée par Miller. Selon le même auteur, le groupe "halepensis", qui renferme le pin d'Alep et le pin brutia comprend les pins à deux aiguilles et ont un cône caduque. Il fait partie à :

Embranchement :	Spermatophytes
S.Embranchement :	Gymnospermes
Classe :	Conifères
Ordre :	Coniférales
Famille :	Abiétinées
Genre :	<i>Pinus</i>
Espèce :	<i>Pinus halepensis</i>
Synonyme arabe :	Snaouber
Nom commun :	pin d'Alep
Synonyme berbère :	Tayda

### 2-Caractères botaniques et dendrologiques:

C'est un arbre toujours vert, vivace, de 5 à 20m de haut, au tronc généralement tortueux, à écorce lisse et gris argent au début (d'où son nom du pin blanc), puis épaisse et crevassée tournant au rouge brun avec l'âge.

Les arbres jeunes ont une forme assez régulière, les plus âgés, dégarnis à la base, ont un houppier plus dispersés, une cime irrégulière et peu dense.

S'il grandit en terrain découvert, la forme solitaire est caractérisée par la persistance des branches basses et une grande expansion en tous sens. Les vieux individus, plus que centenaires, prennent cependant une forme en parachute qui évoque plus ou moins le port majestueux du pin parasol; les branches basses ont fini par disparaître sous l'ombre portée du houppier (voir fig.n°22).

Dans la forme forestière typique, les branches basses sont mortes, le tronc est flexueux et le houppier, clairsemé, est éclaté sur plusieurs niveaux. Dans la forme forestière en semi dense, les individus manquent d'espace, de lumière et de nourriture. Ils s'étioilent dans une

sorte de fuite vers le haut, leur tronc long et fin fait office de bras levier, leurs racines maigrichonnes les ancrent mal ; tout se conjugue pour les rendre vulnérables aux bourrasques.

Enfin, la forme littorale est déversée, parfois entièrement couchée. On invoque alors, non la poussée mécanique du vent, mais la brûlure chimique des bourgeons exposés aux embruns, ce qui se traduit par un développement orienté à l'opposé de la ligne de rivage

L'écorce et le bois contiennent des canaux contenant une substance visqueuse et collante : la résine.

Les feuilles ou aiguilles de 6 à 10cm de long pour 1mm de large, sont fines, molles, lisses et aigues, groupées par deux en pinceaux à l'extrémité des rameaux. Elles persistent 2 à 3 ans.

La floraison a lieu en avril- mai. Plante à fleurs mâles et femelle séparées (monoïques) situées sur le même individu ; elles sont groupées en épis.

Les cônes violets de fleurs femelles apparaissent à l'extrémité des pousses de l'année; les chatons jaunes de fleurs à étamines sont situées à la base des pousses de l'année.

Secoués par le vent, les chatons d'étamines libèrent les graines de pollen très légers, munis de ballonnets pleins d'air qui sont entraînés sur de longues distances par le vent (espèce anémogame). Le pollen pénètre entre les écailles d'un cône femelle, mûr à la fin de sa deuxième année, et féconde les deux ovules nus non protégés par un ovaire qui se trouve à la face interne de chaque écaille constituant le cône.

Les fruits sont des cônes qui porte un pédoncule assez court et courbé, sont Oblongs, atténués en pointe et permet avoir 11cm de longueur. Les écailles montrent un écusson presque plat, muni d'une carène transversale et d'un petit mamelon au centre. Ces cônes persistent plusieurs années sur les rameaux (GASTON, 1990).

Les graines abondantes, longues d'environ 5 à 7mm possède une grande aile persistant qui permet une dissémination rapide, éloignée et la colonisation de nombreux milieux. Les graines ailées sont dispersées par le vent qui assure ainsi la dissémination, après avoir permis la pollinisation. (**Espèce anémochore**). Le vent intervient encore dans l'histoire du pin d'Alep en attisant les incendies.

C'est une espèce qui fructifie précocement vers 10 à 12 ans, parfois même plutôt ; mais les graines ne sont pas apte à germer qu'à partir de 18 à 20 ans et conservent leur vitalité pendant 3 ans et plus (GASTON, 1990).

Comme tous les résineux, il est très sensible au feu mais sa dissémination est favorisée par le feu, les cônes éclatent et sont projetés à plusieurs mètres de l'arbre lors des incendies (**espèce pyrohile**).

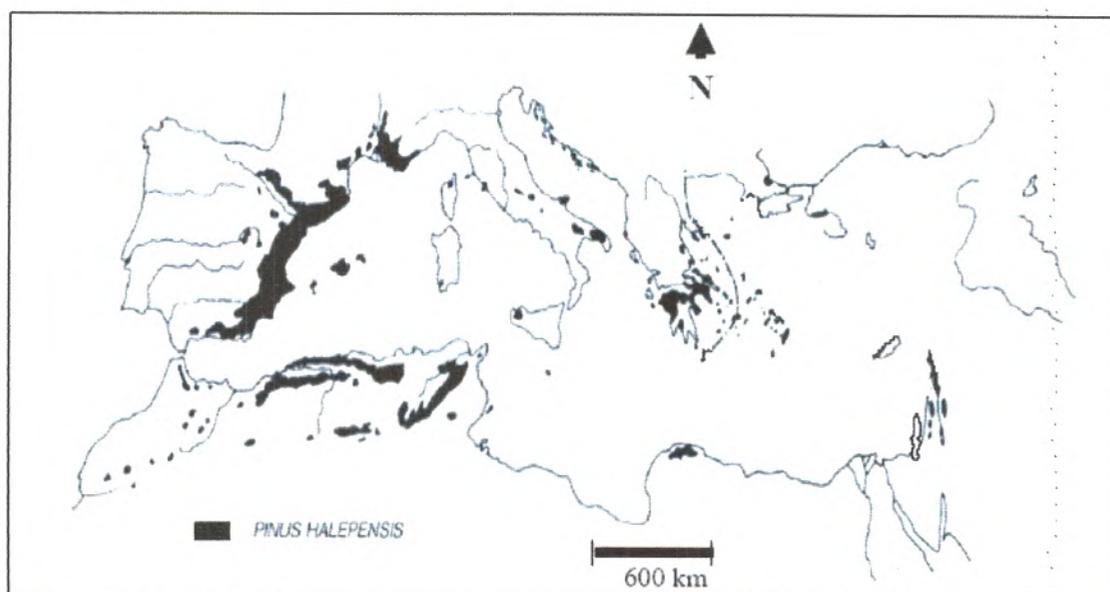
La nature de système racinaire dépend du sol et de sa fertilité : pivotant dans les sols profonds, superficiels sur les sols squelettiques.

La longévité maximale du pin d'Alep est de 150 ans avec généralement une moyenne de 100 à 120 ans.

### 3-Aire de répartition:

L'aire de répartition du pin d'Alep est limitée au bassin méditerranéen (Fig. n°19) et occupe plus de 3.5 millions d'hectares (QUEZEL, 1980 et 1986). Cette espèce est surtout cantonnée dans les pays du Maghreb et en Espagne où elle trouve son optimum de croissance et de développement (PARDE, 1957 ; QUEZEL et al, 1992).

Le pin d'Alep (*Pinus halepensis*) est l'espèce la plus répandue sur le pourtour méditerranéen, où son aire de répartition a été précisée par de nombreux auteurs et en particulier NAHAL (1962) et QUEZEL (1980). C'est une essence qui s'étend de l'Espagne jusqu'au bords de la mer noire.



**Figure n° 19: Aire de répartition du Pin d'Alep (QUEZEL, 1986)**

En Europe, le pin d'Alep est surtout présent sur le littoral Espagnol où il couvre une superficie de 1.046.978 hectares en peuplements purs et 497.709 hectares en peuplements mixtes ou mélangés avec d'autres espèces, soit 15% de la surface boisée de ce pays (MONTERO et al, 2001). Elle est bien développée sur les chaînes littorales de Catalogne, des régions de Valence et Murcia. Par contre, il est moins fréquent en Andalousie. Il est présent dans toutes les îles Baléares.

En France, Il est présent essentiellement en Provence, prolongeant dans le Nord de la vallée du Rhône. Il ne serait spontané que dans deux zones de l'étage semi- aride près de

particulier du Rif où il est relativement fréquent sur le versant méditerranéen du moyen Atlas et du haut Atlas où il est assez répandu dans les vallées internes du versant septentrional jusqu'au Sud-Ouest de Marrakech.

Il forme aussi quelques peuplements dans le Maroc oriental et en particulier sur les monts de Debdou.

En Tunisie, les forêts naturelles de pin d'Alep couvrent 170.000 hectares, occupant ainsi tous les étages bioclimatiques depuis la mer jusqu'à l'étage méditerranée semi-aride (SOULERES, 1969, CHAKROUN, 1986). Cependant AMMARI et al, (2001) avance le chiffre 370.000 hectare, soit environ 56% de la couverture forestière du pays.

En Algérie, le pin d'Alep est présent dans toutes les variantes bioclimatiques avec une prédominance dans l'étage semi aride. Sa plasticité et sa rusticité lui ont conféré un tempérament d'essences possédant un grand pouvoir d'expansion formant ainsi de vastes massifs forestiers.

Le pin d'Alep avec ses 35% de couverture reste bien l'espèce qui occupe la première place de la surface boisée de l'Algérie. BOUDY (1950) rapporte que le pin d'Alep occupe une surface de 852.000 hectares. MEZALI (2003) dans un rapport sur le Forum des Nations Unis sur les Forêts (FNUF) avec un chiffre de 800.000 hectares, alors que SEIGUE (1985) donne une surface de 885.000 hectares.

Il est présent partout, d'Est en Ouest allant du niveau de la mer aux grands massifs montagneux du Tel littoral et de l'Atlas Saharien (Fig. n°21). Son optimum de croissance et de développement se situe au niveau des versants Nord de l'Atlas Saharien où il constitue des forêts importantes.

Il occupe de vastes peuplements dans le Constantinois (Aurès, région de Tébessa), sur l'Atlas Saharien (monts des Oued Nail) ; en Oranie (Sidi Bel Abbès, Saida, Tiaret, Ouarsenis, Tlemcen).

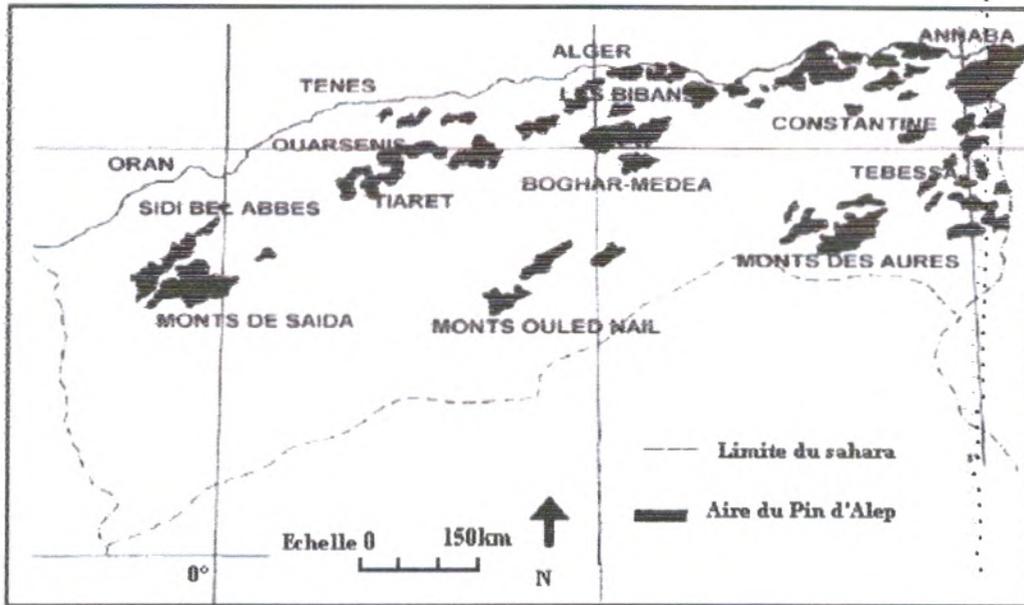
A l'Est, les grands massifs de Tébessa avec leurs 90.000 hectares, celui des Aurès à plus de 100.000 hectares constitués principalement par des pinèdes des Béni-Imlouil (72.000 ha), des Ouled Yagoub et celles des Béni-Oudjana.

Au centre du pays, on peut signaler les forêts de Médéa-Boghar, de Theniet El Had qui totalisent respectivement 52.000 et 47.000 hectares et es vieilles futaies des Mots des Ouled Nail dans la région de Djelfa.

Al'Ouest du pays, en Oranie, on peut trouver de vastes massifs : les forêts de Saida comprennent celle de Fenouane, Djaâfra, Doui-Tabet, Tafrent ; les forêts de Tiaret sont des mélanges à base de pin d'Alep et de chêne vert, notamment les massifs de Tagdempt et des

Sdamas et enfin les forêts des monts de Tlemcen où le pin d'Alep occupe surtout le tel méridional et les monts De Slissen ; nous précisons ultérieurement dans le détail, la répartition de l'espèce, mais nous devons dès à présent souligner l'importance de son aire qui couvre 86.000ha, environ 42% de la superficie forestière de la wilaya (CFT, 2006).

L'air optimal actuelle du pin d'Alep en Algérie est déterminé à la fois par les facteurs climatiques et les facteurs humains. Ces derniers paraissent néanmoins prépondérants et semble à l'origine d'une translation de l'air du pin d'Alep du Sud vers le Nord.



**Figure n°21. Aire de répartition du Pin d'Alep en Algérie (BENTOUATI, 2006)**

#### 4 – Ecologie du Pin d'Alep :

Le Pin d'Alep a une très large amplitude écologique puisqu'on le rencontre dans tous les étages bioclimatiques depuis l'humide jusqu'à l'aride supérieur. Il est toutefois certain que son aire actuelle déborde très largement.

Grâce à son tempérament très frugal, robuste et très plastique, le pin d'Alep réussit là où beaucoup d'espèces ont échoué.

Le pin d'Alep nous donne l'opportunité d'évoquer la plasticité des formes d'un végétal, dans des contextes différents.

*Pinus halepensis* est une essence de lumière (espèce héliophile) qui supporte de forts éclaircissements et de longues périodes de sécheresse (espèce xérophile).

Très combustible du fait de sa résine, le pin est détruit sans appel. Il ne rejette pas de souche, ne reverdit pas de la cime. Mais l'espèce est indirectement favorisée, en raison d'une croissance rapide et très étalée, à partir des milliers de graines projetées quand l'onde de chaleur fait éclater les cônes. En outre, sa rusticité lui confère un avantage certain car il

accepte les terrains squelettiques d'où l'humus a été entraîné par ravinement après le passage du feu.

#### **-Altitude :**

Le Pin d'Alep est une essence qui se rencontre à presque toutes les altitudes, depuis le littoral jusqu'à l'Atlas Saharien où il végète à une altitude de 2200m.

En Algérie, selon KADIK (1983), il prospère les tranches altitudinales suivantes :

- 1300-1400m : dans l'Atlas Tellien,
- 1600m : dans les Aurès,
- 2100-2200m : dans l'Atlas Saharien.

En France, il est présent dans l'étage mésoméditerranéen jusqu'à 800m.

Lorsqu'on s'élève en altitude le pin d'Alep est remplacé, dans les chenaies pubescentes et par le pin sylvestre.

#### **- Conditions climatiques :**

Le pin d'Alep se rencontre dans les différents étages : aride supérieur, semi aride, sub humide et humide. Toutefois, c'est dans l'étage semi aride qu'il trouve son plein épanouissement (NAHAL, 1986).

QUEZEL (2000), en définissant des étages en relation avec l'altitude montre que le groupe *Halepensis* se développe aux étages thermo-méditerranéen ou méditerranéen inférieur, allant du bord de la mer jusqu'à 300-600 mètres en Méditerranée septentrionale pour arriver entre 400 -1200 mètres en méditerranée méridionale correspondant à l'étage méso méditerranéen. Néanmoins, *Pinus halepensis* comme *Pinus brutia* peuvent aller au-delà de ces altitudes et coloniser l'étage supra méditerranéen supérieur à 2000m d'altitude.

Du fait de son pouvoir d'expansion extraordinaire et de ses faibles exigences, le pin d'Alep prospère dans une tranche pluviométrique allant de 200mm jusqu'à 1500mm par an. On rencontre de très belles futaies de pin d'Alep en zone semi aride entre 300-400 jusqu'à 700 mm de précipitations annuelles.

Sur le plan thermique, Le paramètre température moyenne annuelle varie dans la zone de répartition du pin d'Alep entre 13° et 18.3°C avec un optimum comprise entre 13.55° et 15.55°C. L'aire naturelle du pin d'Alep admet une variante humide et semi aride, froide à chaude avec des valeur moyennes de températures minimales du mois le plus froid de -3°C à +10°C (QUEZEL, 1986). Il peut supporter cependant des froids exceptionnels de courtes durées de -15°C à -18°C (BEDEL, 1986).

C'est une espèce xérophile et thermophile mais supporte rarement des maxima de températures de 40°C et des minima inférieurs à (-12°C). Il supporte une forte continentalité et des amplitudes thermiques élevées.

Le Quotient pluviothermique d'EMBERGER a des valeurs comprises entre 30 et 137 par l'ensemble de l'aire de l'espèce, mais les formations bien venantes se situent dans la fourchette 35-60.

D'une façon générale, c'est donc les bioclimats semi aride et subhumide inférieur à variante froide et fraîche qui paraissent les mieux convenir à *Pinus halepensis* en Algérie (BOUDY, 1948 ; citant les travaux d'EMBERGER sur le climat méditerranéen, 1934).

Le pin d'Alep en Algérie s'intègre au climat du thermoméditerranéen (au sens de GAUSSEN). En bioclimat semi aride, il constitue des groupements stables de type climacique dans les conditions écologiques actuelles (QUEZEL, 2000).

Le pin d'Alep occupe une place notable au thermoméditerranéen sub-humide sur le littoral Algérien surtout, où il constitue des formations transitoires évoluant normalement vers les chênaies ou les structures à Oleo-lentisque.

Il se trouve ici dans la même situation paraclimacique que dans divers pays du Nord de la Méditerranée (BARBERO et al, 1998 ; QUEZEL, 1999).

Dans l'étage mésoméditerranéen, *Pinus halepensis* joue en particulier un certain rôle en bioclimat semi aride notamment sur l'Atlas Saharien, l'Aurès et en Tunisie (QUEZEL, 2000).

#### **-Caractères édaphiques :**

Le pin d'Alep est une espèce indifférente à la nature du sol. On peut le rencontrer surtout et en abondance sur des substrats marneux et marno-calcaires avec des sols profonds. Il peut aussi évoluer à un degré moindre sur des sols calcaires compacts, présentant des fissures mais ne tolère ni les sols sablonneux dont la perméabilité ne permettent pas de retenir de l'eau, ni les bas fonds limoneux.

Toutefois, il faut noter que c'est une espèce qui craint l'hydromorphie et ne peut prospérer dans des dépressions où l'eau s'accumule l'exposant ainsi à l'asphyxie racinaire. Le pin se porte mal sur des schistes et les micaschistes (SEIGUE, 1985).

KADIK (1983) a signalé que cette espèce redoute une texture fine. Il a montré aussi que la profondeur du sol et la nature du substrat jouent un très grand rôle dans le développement du pin d'Alep.

On le rencontre sur les sols argilo-calcaires secs chauds et ensoleillés (**espèce**

**Thermophile**) présentant des fissures où il peut enfoncer ses racines ; dans les éboulis ou même encore dans les fentes de rochers en bordure de la mer.

MEDDOUR (1983) souligne que le pin d'Alep croit bien sur les encroûtements, faiblement sur les dalles. Il craint les sols lourds, hydromorphes ; sa croissance est ralentit au niveau des dépressions à inondation même temporaire par asphyxie des racines.

C'est une essence indifférente à la nature de la roche mère et au PH. Elle supporte aussi des calcaires dolomitiques.

Le pin d'Alep donne une litière acide à décomposition lente fournissant un sol pauvre en matière organique.

COCHET (1959), in YOUNSI (1980), résume les exigences du pin d'Alep comme suit :

- Lumière : très exigeant (espèce héliophile),
- Chaleur : très exigeant (espèce xérophile et thermophile),
- Eléments minéraux : non exigeant,
- Humidité de l'air : non exigeant,
- Humidité du sol : non exigeant,
- Teneur du sol en argile : non exigeant,
- Capacité du sol : non exigeant,
- Profondeur du sol : non exigeant,
- Vent : résistant,
- Grands froids : très sensible,
- Gelées printanières : très sensible,
- Acidité du sol : assez sensible,
- Comportement vis-à-vis du calcaire du sol : préférence.

#### **5-La productivité du pin d'Alep :**

En général, les forêts de pin d'Alep possèdent des capacités de production très faibles qui varie de 0.5 à 3 - 4 m<sup>3</sup>/ha/an dans des bonnes stations (BOUDY, 1950 ; SOULÈRES, 1975 ; CHAKROUN, 1986).

En France, PARDE (1956) cite une production de 4 m<sup>3</sup>/ha/an sur des stations de fertilité exceptionnelle à un âge de 75 ans.

En Algérie, dans le tell occidental, la productivité moyenne de Pin d'Alep est comprise entre 2 à 3m<sup>3</sup>/ha/an (KADIK, 1983).

Dans les massifs de Ouled Yagoub et de Béni-Oudjana, l'accroissement en volume de la pinède est en moyenne de 2.04m<sup>3</sup>/ha/an à un âge moyen proche de 70 ans (BENTOUATI, 2006).

excessive cause un ralentissement de l'accroissement par suite de la concurrence des jeunes plants entre eux et provoque un dépérissement du peuplement. Il faut dans ce cas intervenir le plutôt possible par des opérations de dépressage afin de diminuer le nombre de semis et régularise la densité.

#### **7-Utilisation du pin d'Alep :**

Le pin d'Alep a une importance considérable en tant que ressource de bois et de Résine.

Le bois est blanc avec le cœur d'un roux clair, de médiocre qualité, il est utilisé pour des charpentes, des pilotis, de la menuiseries grossières, à la fabrication de caisses et de tonneaux d'emballage ; c'est un bon bois de chauffage .il est utilisable dans la fabrication de la pâte à papier après élimination de la résine.

Bien que riche en résine comme tous les conifères, le pin d'Alep donne environ 3 Kg de résine par arbre et par an (PARAJOANNON, 1954). La gemme pure contient 20 à 24% d'essence de térébenthine et 75 à80 %de collophane. On en tire une térébenthine dite "de Grèce". Les Romains l'utilisaient pour construire les trirèmes.

Les bourgeons ont des propriétés balsamiques.

Le pin d'Alep a été largement utilisé en raison de son caractère rustique, dans les opérations de reboisement en zone semi aride et notamment au niveau de barrage vert Algérien avec un succès appréciable (QUEZEL, 2000).

## ➤ Le Pin maritime

### 1-Systématique de *Pinus maritima* :

Le pin typique des Landes (reboisement au XIX<sup>e</sup> siècle). Le pin maritime ou pin des Landes est l'arbre caractéristique du massif forestier des Landes, dans le Sud-Ouest de la France. Implanté dans cette région depuis l'antiquité, ce résineux fut cultivé de manière intensive à partir du milieu du XIX<sup>ème</sup> siècle afin d'enrayer le phénomène d'ensablement de la côte landaise et d'assainir les zones marécageuses. Il fait partie à :

Embranchement :	Spermaphytes
S.Embranchement :	Gymnospermes
Classe :	Conifères
Ordre :	Coniférales
Famille :	Abiétinées
Genre :	<i>Pinus</i>
Espèce :	<i>Pinus maritima</i> Lamk.

### Synonyme

Nom Latin :	<i>Pinus Pinaster</i> Soland
Nom français :	pin de Bordeaux, pin des Landes, pinastre, pin mésogéen.
Nom berbère :	Taida.

### 2- Répartition géographique :

Le pin maritime est caractérisé par une aire de répartition morcelée sur tout le pourtour occidental du bassin méditerranéen (Fig. n°24). Les principales provenances reconnues sont :

- En France : le Sud-Ouest, le Sud-Est et la Corse (couvrant plus e 10% de surface boisée).
- En Espagne : la Galice, les Asturies, la Castille, les sierras d'Aragon et d'Andalousie.
- Au Portugal : du Nord jusqu'au Sud de Lisbonne.
- Au Maroc : dans le Rif occidental et oriental, dans le moyen et haut Atlas.
- En Algérie : côte de Kabylie
- En Tunisie : région de Tabarka.
- En Italie : la Ligurie, la Toscane et la Sardaigne.

Le pin maritime se rencontre près des côtes atlantique et méditerranéenne, en Espagne, en Italie, au Portugal et au Maroc. De plus, cette essence fait aussi l'objet d'une culture à grande échelle en Afrique du Sud.

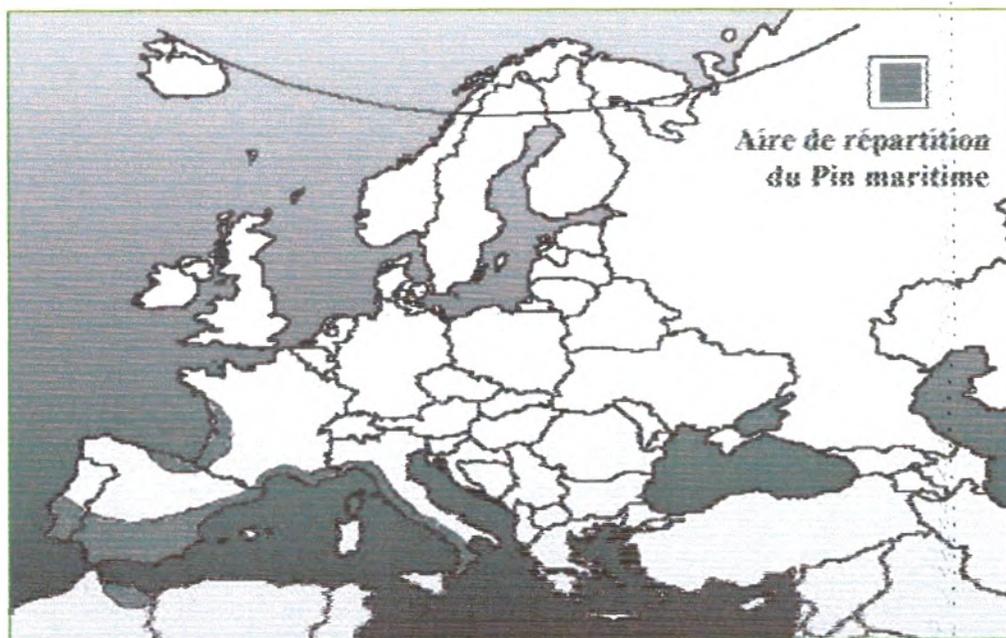
En France, l'essentiel du peuplement est situé dans le massif forestier landais, Sud-Ouest,

(race landaise), la Corse et la côte d'Azur (race mésogéenne). Il existe également une race Espagnole et une race Portugaise. Mais il se rencontre aussi sur le pourtour méditerranéen, en Bretagne, en Sologne et dans la vallée de la Loire.

En Algérie, le Pin maritime est surtout localisé dans la région littorale Est (De Bejaia à la frontière Tunisienne) (B.N.E.D.E.R, 1979).

QUEZEL et al (1962-1963) a signalé que le pin maritime est assez rare dans la Kabylie (K2) et dans le Numidie (K3).

MADAOUÏ (2003) a signalé la présence de cette espèce dans la région de chêne liège Kabyle. Cette espèce occupe 2,36% de la surface forestière Algérienne.



**Figure n°24 : Carte représente l'aire de répartition du pin maritime (D'après BARDET et MARPEAU, 1983).**

### **3- Ecologie du pin maritime :**

#### **-Altitude :**

En Algérie, il forme les boisements depuis le littoral jusqu'à 300m dans la Kabylie (QUEZEL et al, 1962-1963).

En France le pin maritime peut s'élever dans le montagne jusqu'à 1100m

#### **-Conditions climatiques :**

Espèce de pleine lumière, le pin maritime croît dans les régions à climats océaniques (zones littorales). Il craint les hivers très rigoureux, avec des expositions prolongées, pécia solex, à des températures inférieures à -15°C.

excessive cause un ralentissement de l'accroissement par suite de la concurrence des jeunes plants entre eux et provoque un dépérissement du peuplement. Il faut dans ce cas intervenir le plus tôt possible par des opérations de dépressage afin de diminuer le nombre de semis et régulariser la densité.

#### **6-Utilisation du pin d'Alep :**

Le pin d'Alep a une importance considérable en tant que ressource de bois et de Résine.

Le bois est blanc avec le cœur d'un roux clair, de médiocre qualité, il est utilisé pour des charpentes, des pilotis, de la menuiseries grossières, à la fabrication de caisses et de tonneaux d'emballage ; c'est un bon bois de chauffage .il est utilisable dans la fabrication de la pâte à papier après élimination de la résine.

Bien que riche en résine comme tous les conifères, le pin d'Alep donne environ 3 Kg de résine par arbre et par an (PARAJOANNON, 1954). La gemme pure contient 20 à 24% d'essence de térébenthine et 75 à 80 %de colophane. On en tire une térébenthine dite "de Grèce". Les Romains l'utilisaient pour construire les trirèmes.

Les bourgeons ont des propriétés balsamiques.

Le pin d'Alep a été largement utilisé en raison de son caractère rustique, dans les opérations de reboisement en zone semi aride et notamment au niveau de barrage vert Algérien avec un succès appréciable (QUEZEL, 2000).

ou moins proéminentes ; souvent courbés à la base et presque toujours symétriques. Il a des écussons et ombilics plutôt saillants. Après maturation, les cônes peuvent rester sur les branches plusieurs années. La graine est Petite, munie d'une aile. La pollinisation est de type anémogame. La multiplication se fait par semis en printemps.

Son couvert, clair et léger, contribue au développement d'une strate arbustive et herbacée épaisse particulièrement combustible. Au fil des décennies, le nombre d'incendies n'a cessé de croître. Il est très sensible à l'incendie dans le midi.

Il est très sensible à la chenille processionnaire du pin : *Thaumetopoea pityocampa*.

### 5-Utilisation de Pin maritime

Son bois est de couleur rougeâtre, de grain grossier, à une odeur de résine très prononcée ; il présente parfois des poches de résine.

Aujourd'hui, il recouvre près de 1 000. 000 ha et constitue l'une des essences forestières les plus importantes de France. Sur le plan économique, cette essence à hauts rendements fournit une matière première particulièrement adaptée pour la papeterie, la fabrication des panneaux, la fabrication des emballages lourds (palettes et caisses), la construction et la confection de parquets et lambris.

Il est utilisé non seulement pour le reboisement et la fixation des terres de dunes, mais surtout pour l'exploitation de son bois, pour la charpenterie, la papeterie et la menuiserie et aussi sa résine.

En revanche, la présence de résine limite son emploi en ébénisterie. De plus, le gemmage - pratique qui consiste en la récolte de la résine - permet, après distillation et transformation, la mise au point d'essence de térébenthine et de la colophane. Cette activité est de moins en moins courante.

Le résinage se fait du 15 Février au 15 Décembre et dès que l'arbre a atteint 1,20m de tour à la base.

L'écorce est utilisée pour le paillage dans les massifs des jardins.

Les feuilles servent à fabriquer la « laine de la forêt » dont on fait de l'ouate ou, après l'avoir filée, des tissus.

Un Pin maritime peut fournir :

- 2 à 3 litres de résines par cire et par an
- 1 m<sup>3</sup> peut donner au choix :
  - 0.5 m<sup>3</sup> de bois scié,
  - 6 traverses
  - 400Kg de panneaux de fibre

- 200Kg de patte à papier,
- 52 m<sup>2</sup> e lambris en 10mm,
- 26.5 m<sup>2</sup> de parquet en 2mm,

Pius quelque 200 litres d'écorce destinée à l'horticulture.

## ➤ **Le Pin pignon :**

### **i- Systématique de *Pinus pinea* :**

Le pin parasol, ou pin pignon (*Pinus pinea* L.) est un arbre caractéristique des régions méditerranéennes, reconnaissable à son port évoquant un parasol déployé. Il fait partie à :

Embranchement :	Spermatophytes
S.Embranchement :	Gymnospermes
Classe :	Conifères
Ordre :	Coniferales
Famille :	Abiétinées
Genre :	<i>Pinus</i>
Espèce :	<i>Pinus pinea</i> L.

### **Synonyme**

Nom Latin :	<i>Pinus Pinier</i>
Nom français :	pin parasol, pin d'Italie

### **2- Répartition**

L'aire naturelle du pin pignon couvre la zone Nord méditerranéenne de l'Espagne à la Turquie. Cette essence a fait l'objet de boisements très anciens pour la production de ses graines comestibles.

GASTON (1990) a mentionné que cette espèce est souvent plantée dans la région méditerranéenne surtout littorale.

En France, on le trouve principalement dans les plaines littorales et les collines méditerranéennes, en général à moins de 50 km des côtes et à moins de 600 m d'altitude. Les deux principales zones où les peuplements de pin pignon forment de véritables massifs forestiers sont la petite Camargue et la dépression permienne du Var.

Il a été introduit depuis fort longtemps en Algérie. Il existe de très belles pineraies à pignes, notamment à Oran (reboisement de la Macta) et à Alger ; dans la forêt de Bouchaoui

### **-Conditions édaphiques :**

On le trouve sur tout type de roches, aussi bien sur calcaire que sur substrat siliceux. Cependant, Il préfère les terrains secs, mais s'accommode très bien de sols profonds et frais à texture sableuse proches des côtes. Il est indifférent vis-à-vis du pH.

### **5- Utilisation :**

Arbre résineux poussant abondamment sur le pourtour méditerranéen, dans les bois ou les maquis, où il est souvent associé au chêne vert. On l'utilise parfois pour assainir les zones marécageuses ou fixer les dunes.

Le bois du pin parasol est léger et souple. On peut l'utiliser en menuiserie et en charpente, notamment dans la construction maritime.

Cette espèce est appréciée pour son ombre. Mais on le trouve peu en plantation.

Les pignons sont comestibles, utilisés en pâtisserie, en garniture de salades, ou encore dans des plats en sauce de type tajine mélangeant sucré et salé. Le pignon entre, dans de nombreuses recettes méditerranéennes. Il avait autrefois la réputation d'être aphrodisiaque. L'Espagne est le premier producteur mondial des pignons.

### **➤ Le Thuya de Maghreb**

#### **1-Systématique de *Tetraclinis articulata* :**

Le thuya de Berbérie (*Tetraclinis articulata Vahl*) a été décrit par VAHL (1791) sous le nom de *Thuya articulata* ; par la suite il a été reporté au genre *Tetraclinis* par BENTH (1883) et MAIRE (1926). Il fait partie à :

Embranchement :	Spermaphytes
S.Embranchement :	Gymnospermes
Classe :	Conifères
Ordre :	coniférales
Sous ordre :	Taxales
Famille :	Cupressacées
Genre :	<i>Tetraclinis</i>
Espèce :	<i>Tetraclinis articulata Vahl.</i>

#### **Synonyme**

Nom Latin :	<i>Callitris quarivalvis Vent.</i>
Nom français :	thuya de berbérie, thuya de Maghreb

Nom arabe : Afsia.

Nom vernaculaire : Arar, Berbouche, Tegargar, amezi, azouka.

## 2- Caractères botaniques et dendrométriques :

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

"Le thuya est un résineux à feuillage léger et persistant; dans sa jeunesse ; son port est pyramidal. Les feuilles sont réduites en écailles opposées et imbriquées par deux. Les fleurs en chatons, situées à l'extrémité des rameaux. Le fruit est un cône d'allure cubique s'ouvrant par quatre valves sous l'effet de la chaleur libérant ainsi six graines ailés".

Les tétrakènes fructifères ont 5 à 6 mm de diamètre, rouge brun à maturité. Son écorce est mince, lisse, sombre et riche en tanin.

*Tetraclinis articulata* est un arbre dont la taille ne dépasse pas généralement 12 à 15 m de haut (6 à 8 m de haut en moyenne) et 0.30m de diamètre en moyenne.

HADJADJ (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 20m de haut pour 1 mètre de diamètre ; mais cela reste relativement rare.

L'accroissement moyen annuel en circonférence est de 1.3 cm jusqu'à 25 ans puis 10 cm jusqu'à 50 ans.

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 (BOUDY, 1952). 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, 1995). 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, 1995).

La longévité des semences est de 6 à 8 mois (EMBERGER, 1938) et (GRECO, 1967). La dissémination de ses graines est assez limitée et le plus gros de ses semences se retrouve au pied même de l'arbre contrairement au pin d'Alep beaucoup expansionniste (ACHERAR, 1981).

La longévité du thuya peut dépasser 400 ans.

Le thuya a une odeur très caractéristique, il ne possède pas des canaux résinifères dans le bois comme le pin, mais il en résiste dans l'écorce (BOUDY, 1950).

### 3-Origine et Aire de répartition de thuya de Maghreb

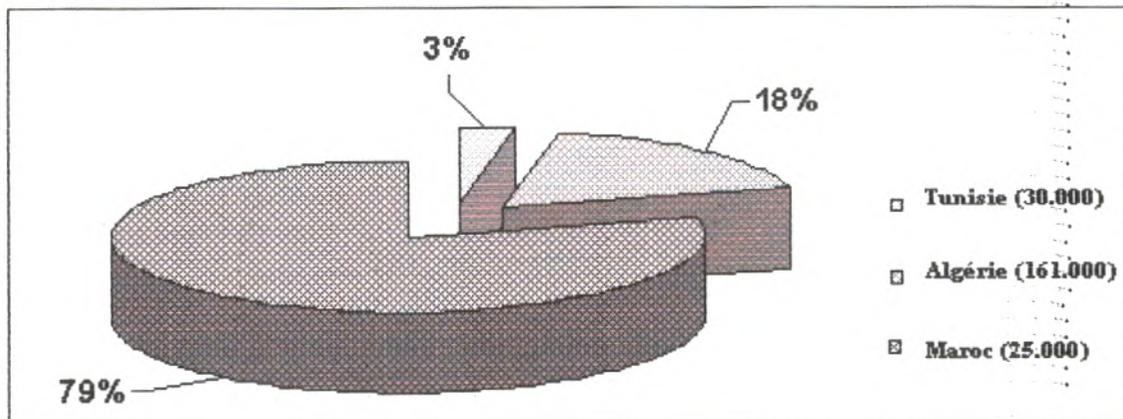
#### - Origine de l'essence :

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

#### - Aire de répartition de thuya de Maghreb :

*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). Cette espèce se contonnant essentiellement dans la portion méridional du bassin Méditerranéen (Afrique du Nord), à l'exception de deux îlots : l'un au Sud-Est de l'Espagne (Almeria) (DEL VILLAR, 1947) et l'autre à l'île de Malte.

[HADJADJ (1988) constate également que le *Tetraclinis articulata* est typique des pays Magrébines où sa densité décroît d'Ouest en Est (fig.n°28); cependant, BACHOUA et VOREUX (1986) estiment la superficie de thuya en Afrique du Nord environ un million d'hectares.



**Figure n°27 : Répartition de la superficie totale du thuya de Maghreb en Afrique du Nord (d'après BENABID, 1976).**

#### • 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. Il apparaît sur tout le littoral Rifain Méditerranéen depuis Cēnta jusqu'au la basse Moulouya.

Plus au Sud, il ceinture tous les massifs jusqu'à l'Anti-Atlas occidental (EMBERGER, 1938) et se trouve ainsi très répandu dans toutes les parties chaudes et sèches de ce pays (MAIRE, 1926).

D'après BENABID (1976) et FENNANE (1987) ; L'aire de répartition du thuya est subdivisée en six grandes zones : Zone Rifaine, zone du Maroc oriental, zone du moyen Atlas Oriental, zone des vallées du plateau central et la Mesta occidentale, zone du moyen Atlas occidental et haut Atlas (Piémonts Nord Atlasique, Revers sud du haut Atlas, région d'Essaouira, Haut Atlas Occidental) et zone de l'Anti-Atlas.

Il occupe, d'après BENABID (1976), une superficie de 725, 000 ha. En comparant l'aire actuelle de sa répartition au Maroc ; environ 607,900 ha (DREF, 2002) ; avec oelle de la carte phytogéographique on note le recul extraordinaire et l'élimination dramatique qu'a connu cette espèce dans son aire climatique depuis les années 1950 dans tout le Maroc.

- **En Tunisie :**

Le Thuya de Maghreb 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).

LE HOUEROU (1969), EL HAMROUNI et al (1978), EL HAMROUNI (1992) et CHAABANE (1993) ont pu décrit une association à travers six sous-association dan les poches environs de Tunis et la presqu'île du Cap Bon.

- **En Algérie :**

Il apparaît ici dans le prolongement de son aire Marocaine. En effet, il est surtout dans l'Algérie Nord Occidental.

QUEZEL et al (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 le grand 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 petites 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 le département de Constantine pour reparaître 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.

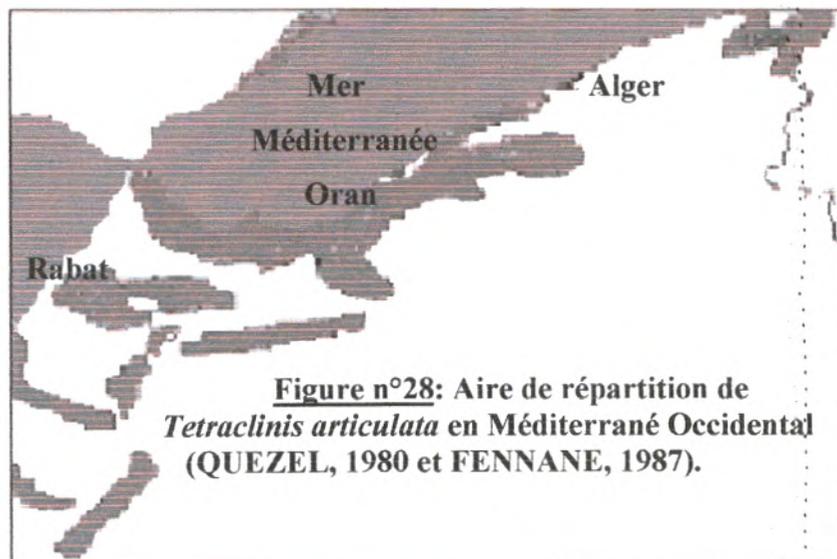
C'est en effet à l'Est d'Algérie que se rencontre les plus beaux peuplements de chêne liège (ZERAIA, 1981 ; KHELIFI, 1987) alors qu'à l'Ouest, le thuya semble constituer la trame de fond de la végétation ; là, le chêne vert n'est plus que sporadique (HADJADJ, 1995).

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 la forêt de Ténès, El-guelta, Oud Ras, puis dans toutes les forêts de Mostaganem.

Dans le secteur de Mezeta Oranaise, il constitue l'élément principal des massifs sous forme de taillis bien venants et denses à : Mascara, Frenda, Saida et Tlemcen.

Le thuya aurait occupé 101.000 ha d'après BOUDY (1950). PEYERIMHOF (1941) en donne 130.000 ha aire 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.

Dans la région de Tlemcen, le thuya réapparaît entre la mer et le grand massif de chêne vert de Sebdoù où il ne forme plus que des boisements isolés et presque toujours très dégradés MILOUDI, (1996).



#### 4- Ecologie du thuya :

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

L'indifférence édaphique, la rusticité et les faibles exigences en eau permettent au thuya de se maintenir solidement dans les stations les plus variées et les plus sèches. En plus, il est difficilement éliminé par l'incendie et rejette vigoureusement de souches.

C'est une essence réputée par ses caractères écologiques, thermophile et rustiques.

#### **-Altitude :**

Le thuya de Maghreb ne se trouve jamais aux hautes altitudes, car en Algérie, en montagnes très sèches, son altitude maximale est de 1400m (Djebel Regouirat), il y souffre d'ailleurs du froid et fructifie rarement. Par contre au Maroc, la limite la plus élevée est de 1800m. En effet le thuya peut descendre jusqu'au niveau de la mer (dune de Saidia et d'Orieach à Mostaganem) mais ce n'est pas une station préférentielle pour lui. Alors, le thuya est une espèce de plateaux, de basses et de moyennes montagnes.

#### **- Les conditions édaphiques :**

EMBERGER (1939) citait les premières descriptions sommaires des sols occupés par *Tetraclinis articulata*. Cet arbre est "indifférent à la nature chimique du substratum", édaphique, il se localise sur calcaire, étant éliminé des roches siliceuses par le chêne liège, lorsqu'il s'agit de roches résistantes, par l'olivier et le lentisque sur sols argileux".

Plus tard, ces observations seront élargies par BOUDY (1952). Il précise que le thuya se localise sur les sols les plus secs et les plus pauvres, il semble cependant manifesté une préférence pour les sols calcaires et les sols fersialitiques meubles plus ou moins profonds. Il redoute les sables mobiles mais pousse bien sur les dunes fixes, dans les milieux qu'il lui favorables, il arrive à éliminer toutes les autres espèces arborescentes et arbustives et ceci grâce à son extrême vigueur.

En Tunisie, le thuya pousse sur le calcaire, la silice et même les terrains gypseux à condition qu'il soit bien drainé (SCHOENENBERGER (1962) in EL HAMROUNI, 1978).

Sur les sols calcaires, il est accompagné par *Rosmarinus officinalis*, *Globularia alypum*, *Cistus libanotis*. Sur les grès de l'oligocène, il vient avec *Lavandula dentata*, *Genista apalathoide* et *Cistus salvifolius* (EL HAMROUNI, 1978).

En Algérie, la répartition du thuya a été observée sur le Crétacé (région de l'Ouarsenis et Ténès), sur le Jurassique (région de Frenda, Saida et Tlemcen), sur le Quaternaire et le Pliocène (région de Mostaganem).

Du fait que les feuilles de thuya sont petites et persistent longtemps sur les rameaux, il explique l'absence d'épaisses accumulations d'humus brut, qu'on observe généralement dans les Callitraits (AKRIMI, 1977).

#### **-Les conditions climatiques :**

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 thermo-xérophile est liée aux bioclimats de type semi aride chaude, tempéré ou frais et subhumide tempéré ou frais.

Au Maroc, son aire bioclimatique semble plus étendue; puisqu'on le trouve depuis les niveaux de l'aride dans les variantes douce, tempéré, et fraîche jusqu'au subhumide doux et tempéré d'après FENNANE (1987). Il se trouve dans l'aire supérieur sous un état mal venant largement dominé par des espèces plus xérophiles : *Argania spinosa*, *Acacia gummifera* et *stipa tenacissima*.

Si les influences océaniques favorisent le développement de cette essence, le froid élimine surtout avec l'augmentation de l'humidité de l'air. En effet, la situation géographique du Maroc est assez originale. Ses deux façades maritimes et ses altitudes nettement plus élevés, confèrent à ce pays un éventail de situations bioclimatiques très diversifiées et favorables au thuya.

En Tunisie, le thuya s'observe dans la variante à hiver doux du semi aride inférieur jusqu'au subhumide (LE HOUEROU, 1995 ; EL HAMROUNI et al, 1978).

En Algérie, le thuya occupe le niveau semi aride de façon préférentielle. Dans notre région, l'aire bioclimatique de thuya est semblable à celle du Maroc. Cependant, le bioclimat aride n'est pas aussi étendu dans le tell occidental et ne concerne que quelques enclaves telles que les plaines de Maghnia et de Ouled Mimoun.

Le thuya craint surtout le froid humide. Dans bien des vallées, il préfère les expositions Nord-Sud; cependant il peut croître dans des stations froides allant jusqu'à la limite inférieure du cèdre de l'Ouarsenis.

Le thuya de Berbérie a été observé dans différents secteurs où la pluviométrie se situe entre 300 et 700mm/ an. Du fait que les valeurs de 600-700mm n'intéressent pas de grandes étendues (Algérois).HADJADJ (1995) a signalé que son optimum devrait se situer entre 300 et 500mm /an (valeur du littoral Oranais).

### **5-Régénération de Thuya :**

Malgré que la fructification de l'arbre est suffisamment abondante, la régénération par voie sexuée est irrégulière ; cette irrégularité tient vraisemblablement à la nature de substratum (BOUDY, 1952)

L'influence du pâturage est fort néfaste aux jeunes plants, ce qui rend la régénération naturelle par semis aléatoire et très faible.

Tandis que, la régénération par voie végétative est importante, c'est l'un des rares résineux capables de rejeter des souches.

Le tempérament du thuya est robuste, plus que celui de du pin d'Alep en raison de sa faculté d'émettre vigoureusement des rejets des souches jusqu'à un âge très avancé, 250ans (BOUDY, 1952).

Actuellement, c'est l'unique mode de régénération appliqué aux tétraclinaies au Maroc (DREF, 2002). C'est ce qui donne la physionomie de taillis à ces peuplements et sans doute contribuer de manière significative à son maintien dans les massifs boisés Nord-Africains.

Dans les maquis de thuya la très bonne régénération est due à l'abri qu'offrent les arbres et les arbustes au semis et qui permet d'atténuer le stress hydrique (HADJADJ, 1995). Entre les buissons (lavande, cistes, et romarin), la régénération du thuya semble mieux se réaliser que dans les vides et les petites clairières où le sol est nu. En effet ce type de couvert vient atténuer sensiblement le dessèchement des surfaces et permet ainsi aux semences et aux jeunes plants de trouver une certaine humidité.

#### **6- Utilisation du thuya :**

Le thuya surnommé au XVII<sup>ème</sup> siècle "arbre de vie" en raison de la valeur médicinales attribué de sa résine balsamique. L'extrait de cette résine augmente la tension artérielle et baisse la fièvre. Le feuillage a un parfum balsamique (ENCARTA, 2006).

BOUDY (1950) indique qu'au Maroc, les indigènes de la région de Haha (Sud-Ouest du Maroc) ont pratiqué le gemmage de thuya, pour en tirer la sandaraque, employée en pharmacie et dans les vernis de luxe (entre 1.000qx et 2.000qx par an).

En effet, la sandaraque est un produit physiologique de thuya de Maghreb, il est obtenu par incision dans le tronc et les branches, il se solidifie rapidement en contact avec l'air ; ce produit est utilisé dans la laque, vernis, tandis que de petites quantités sont utilisées dans la parfumerie.

La résine est obtenue par un gemmage profond, (c'est une pratique très néfaste ; elle peut arrête la croissance des jeunes brins.

Le taux de résine dépend des conditions édapho-climatiques de son développement (MAATOUG, 2003).

Le goudron végétal de thuya, préparé par distillation des racines et du collet, utilisé en pharmacie vétérinaire (BENABID, 1976).

Le thuya est un bois résineux parfait, rouge, très lourd, dégageant une odeur vive (LAPIE ET MAIGE, 1914)

Le thuya de Maghreb fournit un excellent bois d'ébénisterie, dure supportant très bien l'écrasement, ainsi que son bois d'œuvre est un très beau matériau susceptible de nombreux

usage dans la menuiserie fine et l'ébénisterie moderne. Il est utilisé aussi comme bois de feu (charbon de bois, bois de chauffage).

Son utilisation dans les reboisements n'est pas très importante du fait de sa faible vitesse de croissance au cours des premières années. Il pourrait cependant convenir dans les travaux de D.R.S, car il peut s'accrocher à même la roche sur les pentes les plus fortes, grâce à son système racinaire sére et pivotant.

Actuellement le thuya n'est pas exploité pour son bois en Algérie, sa faible potentialité sylvicole la réduit à une essence secondaire bien qu'elle ait source de revenus à l'époque comme l'indique BOUDY (1950) ; environ 400 madriers en moyenne par an étaient débités entre 1926 et 1934 dans les callitriales de la *Méséta* occidentale et *Tanara* au Maroc.

Au Maroc, le thuya joue un rôle considérable dans la protection des sols. En effet, cette espèce constitue des peuplements dans les conditions très difficiles comme les dunes d'Essaouira d'autres régions montagneuses où les peuplements du thuya assurent la protection contre l'érosion éolienne et pluviale" (DREF, 2002).

La Tétracлинаie a un rôle important dans la production du miel, car la richesse de Tétracлинаie en Lamiacées (*Thymus Sp.*, *Artemisia sp.*, *Lavandula Sp.*,... etc) permet un rendement élevé en nectar, ce qui donne au miel qui en résulte une excellente qualité.

## ➤ Le genévrier rouge

### 1-Systématique de *Juniperus Phoenicea* :

Le genévrier rouge a été décrit par Linné en 1753 sous le nom de *Juniperus phoenicea* L. Il se distingue du genévrier cade, qui a le même habitat, par ses feuilles en écailles et non en aiguilles. Il fait partie au:

Embranchement :	Spermaphytes
S. Embranchement :	Gymnospermes
Classe :	Conifères
Ordre :	coniférales
Sous ordre :	Taxales
Famille :	Cupressacées
Genre :	<i>Juniperus</i>
Espèce :	<i>juniperus phoenicea</i> L.

### **Synonyme :**

Latin : Sabina phoenicea Antoine.

Nom français : Genévrier rouge

Nom arabe : Arar.

### **2-Répartition :**

Le genévrier rouge (*Juniperus phoenicea* L.) est un arbrisseau ou un petit arbre fréquent dans les régions méditerranéennes.

En France, il est commun dans toute la région méditerranéenne d'où il s'étend jusque dans le Dauphiné et les Causses des Cévennes (GASTON, 1990).

Il constituait, il y a encore moins d'un siècle, de vastes peuplements clairsemés de type pré steppiques en zone pré Saharienne, notamment en Algérie et en Tunisie, peuplement aujourd'hui presque disparu ; toute fois, il persiste encore de beaux individu poussant dépasser 10m de hauteur, végétant au niveau des steppes à alfa ou de type pré-saharienne (QUEZEL, 2000).

Cette espèce est commune dans le secteur des hauts plateaux et de l'Atlas saharien ; elle est très rare ailleurs en Algérie (QUEZEL et al, 1962-1963). Donc on peut considéré le genévrier rouge comme arbre susceptible d'être désigné menacé ou vulnérable en Oranie. Il est présent du côté de Marsat Ben M'hidi, Ghazaouet, Honaine et Beni Saf.

### **3- Caractères botaniques et dendrologiques :**

C'est un arbrisseau ou un arbuste buissonnant sempervirent, rameux dès la base et touffu, à rameaux cylindriques étalés dressés, formant une cime allongée. Il peut atteindre 8 mètres de haut, l'écorce est d'un brun rougeâtre ou grisâtre, assez épaisse.

Ses rameaux sont couverts de feuilles en formes d'écailles vertes imbriquées sur six rangs, appliquées contre la tige. Elles portent une pointe aplatie et les plus vieilles ont une tache blanchâtre au milieu.

La floraison a lieu en Mai. C'est une espèce dioïque. Les fleurs mâles sont groupées en chatons d'écailles portant des sacs polliniques sur leur face inférieure ; les fleurs femelles sont groupées dans des cônes contenant les ovules.

Les fruits en boules devenant rouge (1.5cm), ont l'apparence d'une baie qui atteint 12mm de diamètre, mettant deux ans pour mûrir. Un Kilogramme de cône donne 5000 graines (BOUDY, 1950).

La germination est difficiles : les graines doivent être mise en stratification, il peut se multiplier en tube ou en godet en repiqué à 2 ans (BOUDY, 1950).

#### **4 -Écologie du Genévrier rouge :**

##### **-Altitude :**

Il est présent sur les dunes littorales et en montagne jusqu'à 2400m (KLAUS, 1991) ; et s'élève dans les montagnes jusqu'à 1200m d'altitude (GASTON, 1990)

##### **-Caractères édaphiques :**

Indifférent vis-à-vis du milieu édaphique, le genévrier rouge colonise les sols dérivant de grès siliceux (Aflou) ou de substrat calcaire (Tseguenna) (KADIK, 1987).

Il pousse dans les lieux rocailleux, surtout sur le calcaire, sur les roches et les falaises littorales mais aussi sur les dunes.

##### **-Caractères climatiques :**

C'est une espèce héliophile, qui ne peut se développer complètement qu'en pleine lumière ; supporte des sécheresses sévères (xérophile) et résiste aux embruns salés (héliophile). C'est une espèce très résistante aux aérosols riche en Na Cl (Embruns marins).

En bordure de mer, exposée aux vents violents, elle présente des déformations caractéristiques ou anémomorphose.

MEDJAHDI (2001) a mentionné que, dans les monts des Traras, cette espèce domine dans les pieds des falaises et sur les versants en pente, exposés au Nord ou à l'Ouest, où la végétation est morphosée par le vent et arrosée par les embruns marins.

En Algérie, comme la plupart des autres essences, Le genévrier rouge a une distribution liée aux facteurs climatiques. Il est associé au pin d'Alep en bioclimat aride supérieur et semi aride moyen et inférieur frais et froid où ces pineraies subissent souvent les influences sahariennes (KADIK, 1987).

BOUDY (1950) a mentionné que c'est une espèce des régions sèches de l'Atlas saharien et des dunes côtières.

QUEZEL (2000) a ajouté aussi que cette espèce est présente en bioclimat semi aride et aride, dans le même genre de situation que le pin d'Alep, mais il est encore plus tolérant à la sécheresse.

C'est une espèce des montagnes sèches où elle relaie le pin d'Alep plus exigeant et moins résistant au froid.

#### **5-Utilisation :**

Le bois, d'une odeur désagréable, d'un grain fin et susceptible d'un beau poli, est recherché par l'ébénisterie (GASTON, 1990).

Cette espèce est utilisée comme stimulant contre les douleurs abdominales et contre les maux de tête.

Le genévrier rouge est une espèce de prédilection des reboisements des versants exposés aux embruns marins où il forme des groupements très denses et très résistants au pacage et à l'érosion mais très inflammables (MEDJAHDI, 2001).

Le genévrier rouge est très intéressant à utiliser pour lutter contre l'érosion sur les versants très proches de la mer.

### ➤ Le genévrier oxycèdre :

#### 1-Systématique de *Juniperus oxycedrus* :

Le genévrier cade, cade, ou encore oxycèdre a été décrit par LINNE en 1753 sous le nom de *Juniperus oxycedrus*. On distingue couramment trois sous-espèces :

- subsp. *oxycedrus*, à port érigé, à feuilles très étroites, à fruits petits ;
- subsp. *macrocarpa*, plus buissonnant et à gros fruits, commune sur tout le littoral

(QUEZEL et al, 1962-1963)

-subsp. *rufescens*, Fruit plus petit et de couleur brun rougeâtre. Elle est très commune dans toute l'Algérie (QUEZEL et al, 1962-1963).

Il existe des formes de passage entre les deux dernières sous espèces.

À noter cependant que, dans une monographie récente consacrée au genre *Juniperus* (ADAMS, 2004), propose de faire de *macrocarpa* une espèce à part entière (*J. macrocarpa*) et de diviser la sous-espèce *oxycedrus* en deux : *J. oxycedrus* (Ouest du bassin méditerranéen) et *J. deltoïdes* (Est du bassin). Il fait partie au:

Embranchement : Spermaphytes  
S.Embranchement : Gymnospermes  
Classe : Conifères  
Ordre : coniférales  
Sous ordre : Taxales  
Famille : Cupressacées  
Genre : *Juniperus*  
Espèce : *juniperus oxycedrus* L.

#### Synonyme :

Nom français : oxycèdre, Petit cèdre, cade  
Nom arabe : Taga.

## **2-Répartition :**

L'oxycèdre est un petit arbre ou un arbrisseau fréquent en région côtière méditerranéenne (du Maroc à l'Iran), où il est l'une des plantes caractéristiques des garrigues et des maquis.

Le genévrier cade est le plus courant des genévriers méditerranéens, on le rencontre dans l'ensemble du bassin méditerranéen.

KLAUS (1991) a mentionné que cette espèce est répandue par tout dans l'Afrique du Nord surtout dans les montagnes. Il croît dans les bois, sur les coteaux arides et les rochers.

QUEZEL et al (1962-1963) a mentionné que le *Juniperus oxycedrus subsp macrocarpa* est commune sur tout le littoral, tandis que le *Juniperus Oxycedrus subsp rufescens* est très commune dans toutes l'Algérie.

Le Cade est un arbuste vivant dans les régions du Sud de l'Europe (Espagne, France). C'est une espèce méditerranéenne qui croît jusque dans les pays du Moyen-Orient. En France, il est commun dans toute la région méditerranéenne d'où il s'étend, en devenant assez rare, jusque dans l'Aveyron, la Lozère, l'Ardèche et la Drôme (GASTON, 1990).

En Algérie, QUEZEL et al (1962-1963) a mentionné que le *Juniperus oxycedrus* est commun dans le secteur des hauts plateaux (Algérois, Oranais et Constantinois) et aussi dans le secteur de l'Atlas Saharien.

## **3- Écologie du Genévrier oxycèdre**

### **-Altitude :**

Le cade s'étend de 0 mètre d'altitude, sur les dunes littorales et peut s'élever dans les montagnes jusqu'à 1200 m (GASTON, 1990).

### **-Caractères édaphiques :**

Il est indifférent au sol. Il apprécie les lieux arides, rocailleux, sur calcaire ou sur sols acides, où il est fréquemment associé au chêne vert et au chêne kermès. Il préfère les sols drainés, même calcaires ou sec.

La germination de ses graines réclame un sol humifère.

### **-Caractères climatiques :**

Le cade est une espèce héliophile, qui ne peut se développer complètement qu'en pleine lumière ; supporte des sécheresses sévères (xérophile) et résiste aux embruns salés héliophile. Elle est très résistante aux aérosols riches en Na Cl (Embruns marins).

C'est une espèce du climat subhumide et semi aride frais à froid. Espèce continentale, il est souvent associé au pin d'Alep et au chêne vert.

En Algérie, il est fréquent dans le semi aride et aride ; associé ou domine.

#### **4- Caractère botaniques et dendrologiques :**

Le genévrier oxycède est un arbuste ou un arbrisseau d'un vert glauque pouvant atteindre 14 mètres, mais dont les dimensions sont en général beaucoup plus modestes (1 à 9 mètres, parfois moins).

Port en colonne à l'âge adulte. Écorce grise ou rougeâtre, plutôt rugueuse.

Feuillage persistant se présentant sous forme d'aiguilles. Ces aiguilles, à pointe fine et piquante, sont disposées en verticilles de 3 sur 6 rangs. Leur face supérieure porte deux bandes blanches, ce qui permet de faire la distinction avec le genévrier commun (aiguilles à une seule bande blanche).

Le genévrier cade est un arbrisseau dioïque (fleurs mâles et femelles ne poussant pas sur la même plante). Les fleurs mâles et femelles forment des petits cônes. Les cônes, comestibles frais, sont bruns à orange. Les cônes femelles prennent peu à peu l'apparence de baies, les écailles se soudant les unes aux autres. Ces cônes arrivent à maturité au bout de deux ans environ. Les fruits sont brun rouge à maturité, de 6 à 9mm. La Pollinisation est anémogame. La floraison a lieu en printemps.

La multiplication par semis est longue, elle se fait aussi par bouture à talon en été.

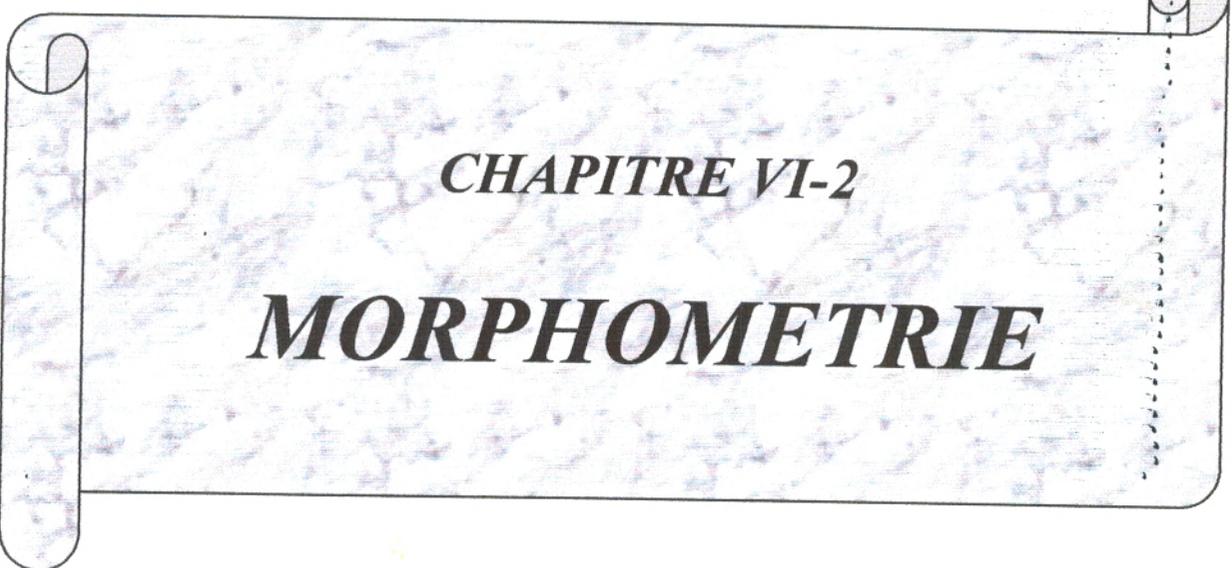
#### **5- Utilisation :**

Bois de couleur fauve, homogène et à graine fin, est susceptible d'un beau poli et sert à faire de menus objets d'ébénisterie, du placage, des crayons.

Quasiment imputrescible, le bois peut être utilisé dans la statuaire, utilisé aussi pour les linteaux de portes.

On extrait de ce bois par distillation l'huile de cade, utilisée en médecine et dans l'art vétérinaire (GASTON, 1990). Elle sert aussi à soigner les sabots des chevaux.

Depuis toujours, utilisée comme antiseptique et parasiticide pour traiter, sous forme de pommade, certaines affections de la peau (dont la gale), aujourd'hui cette huile essentielle est également recommandée pour soigner les animaux domestiques, tout comme en dermatologie, en cas d'affections du cuir chevelu et comme vermifuge.



*CHAPITRE VI-2*

***MORPHOMETRIE***

### ➤ Diamètre

Il faut alors, autant que possible, mesurer le diamètre minimum et le diamètre maximum, le plus souvent perpendiculaires l'un à l'autre, puis adopter comme mesure la moyenne arithmétique des deux valeurs obtenues.

Une manière efficace de procéder consiste à mesurer un premier diamètre quelconque, puis un second diamètre perpendiculaire au premier, ce qui conduit à une valeur moyenne tout à fait valable.

On peut également calculer le diamètre à partir de la circonférence avec l'équation suivante :  $[d = c / \pi]$ .

Le diamètre et la circonférence sont généralement mesurés à « hauteur d'homme », c'est-à-dire à 1,3m.

Les mesures des circonférences fournissent des résultats plus fiables que ceux issus des mesures de diamètre.

### ➤ La hauteur

Après la grosseur d'un arbre, la hauteur est la caractéristique la plus importante à mesurer ou à estimer en vue de déterminer le volume ou divers paramètres de forme. Elle joue aussi un rôle essentiel dans la caractérisation de la productivité des stations forestières.

La mesure de la hauteur s'opère à l'aide d'un **Blume-Leiss**. Le Blume-Leiss se signale à l'attention du praticien par les principaux avantages ci-après :

-Sa relative précision (erreur de l'ordre de 3 % dans le cas d'une utilisation correcte de l'appareil),

-la simplicité de manipulation,

-la possibilité d'effectuer rapidement des corrections de pente.

On a également mené une étude morphologique, qui a consisté à comparer les différents organes des espèces étudiées. Ces comparaisons ont porté sur les aiguilles, les cônes et les graines pour le pin d'Alep, les cônes pour le thuya, le genévrier rouge et le genévrier oxycèdre. Le matériel végétatif a été prélevé sur des sujets répartis au hasard et à différent niveau des arbres.

Ainsi, le prélèvement des cônes et des aiguilles a été fait sur 10 arbres répartis au hasard dans la station. Sur chaque arbre est récolté un lot de graines et d'aiguilles de la partie moyenne du houppier et à différentes expositions.

### **3-Résultats et interprétations:**

Les tableaux (25-36) présentent les résultats de nos mesures dendrométriques et morphométriques effectuées sur le terrain.

Compte tenu des paramètres dendrométriques relevés dans les différentes stations et pour les 04 espèces, nous pouvons avancer les conclusions suivantes :

Les peuplements de pin d'Alep dans la zone littorale sont bien venants, surtout sur des sols calcaires. Les hauteurs dominantes varient entre 11.60 et 15.80m, le diamètre varie de 25.4 à 32.7cm.

Ces dimensions s'échelonne entre 7.90 et 14m de hauteur et le diamètre est situé entre 11.1 et 29.1cm pour la station de O/ Slissen.

Les échantillons des stations de Sebduou présentent les valeurs les plus faibles 5 à 10.20m de hauteur et 5.9 à 21.4cm de diamètre.

- La hauteur moyenne du thuya ne dépasse guère 6m, à l'exception de quelques individus où nous avons noté une hauteur de 10m.

- La hauteur dominante de thuya, pour l'ensemble de la zone d'étude, varie entre 1.90 et 10.50m. Le diamètre est compris entre 5.7 et 35cm.

Les échantillons du littoral présentent toujours les valeurs les plus fortes.

- Pour le genévrier oxycèdre, la hauteur dominante est comprise entre 01 et 06.70m ; le diamètre est compris entre 4.4 et 22.2cm.

- Enfin, La hauteur dominante de *Juniperus phonicaea* s'étale de entre 2.50 à 5.50m. Le diamètre s'échelonne entre 7.9 et 19.7cm.

Il est a noté que les valeurs citées par KADIK (1983) concernant Le pin d'Alep en Oranie sont comparables à celles trouvées dans les stations d'études. Ses résultats sont comme suit :

	<u>Semi aride</u>	<u>Sub-humide</u>
<b>Hauteur dominant</b>	16.30m	25.0m
<b>Diamètre moyen</b>	50.3cm	70.0cm

Il a signalé aussi que dans le tell occidental, toute ambiance bioclimatique confondue, la hauteur moyenne de pin d'Alep varie entre 14 et 16m, ainsi que la production moyenne par

hectares et par an est comprise entre 2 et 4m<sup>3</sup>. Ces valeurs sont nettement supérieures à celles du pin d'Alep en Tunisie et à celle de thuya en Oranie et au Maroc.

D'après SOULERES (1969), en Tunisie, la productivité du pin d'Alep est selon les bioclimats présentent les résultats suivantes :

<u>Bioclimat</u>	<u>Valeurs moyennes</u>
Subhumide	0.86m <sup>3</sup> /ha / an
Semi aride	0.32 m <sup>3</sup> / ha / an

Aussi ces valeurs moyennes varient en fonction des substrats.

HADJADJ (1995) a mentionné que l'arbre de thuya s'élève de 30cm /an en moyenne dans une première phase (jeunesse). Au-delà, cet accroissement ralentit (17cm). De ce fait, l'accroissement en hauteur n'est pas régulier suivant les résultats de HADJADJ (1995):

<u>Age</u>	<u>Hauteur</u>	<u>Accroissement</u>
18 ans	5m (val. Moy.)	30cm /an
36 ans	6m (Val. Moy.)	17cm /an
36 ans	11m (Val. Moy.)	31cm /an

Cela rejoint les observations de BOUDY (1952) qui donnait 20cm /an jusqu'à l'âge de 25 ans et 10cm /an jusqu'à 60 ans. A partir de cet âge, l'accroissement continue à diminuer.

De la même manière que pour les hauteurs, l'accroissement en diamètre est relativement rapide dans les premières décennies puis diminue jusqu'à 60 ans et encore moins après. Cela est confirmé par BOUDY en 1952 qui donne 4mm /an jusqu'à 25 ans et 1.5mm / an jusqu'à 50 ans.

Ces valeurs sont du même ordre de grandeur que celles données par HADJADJ (1995) concernant Le thuya en Algérie avec un valeur de 2.6mm /an en moyenne/an.

Au Maroc, BENABID (1977) a signalé que le thuya donne une productivité de 1.38m<sup>3</sup> /ha /an.

En effet, plusieurs auteurs confirment que la fertilité des stations pour une essence forestière donnée peut être mise en évidence par l'étude des hauteurs.

La croissance en diamètre n'est pas liée à la station mais surtout aux techniques sylvicoles utilisées. Pour la favoriser, il faut donc éclaircir les peuplements tout en veillant à ne pas dépasser une certaine limite.

La faiblesse de production peut être amputé à plusieurs causes qui peuvent aller depuis l'origine des graines jusqu'au règles de cultures. Mais, elle peut être due probablement aux conditions de croissance difficiles.

L'analyse dendrométrique a permis de mettre en évidence dans les zones d'extension du pin d'Alep dans la région d'étude, trois types de peuplements qui se distinguent par des caractères spécifiques.

Pour chacune de ces trois peuplements, il a été étudié la forme des cônes, les dimensions des graines, des ailettes et des aiguilles.

Des différences significatives entre les trois zones ont été mise en évidence sur l'ensemble des paramètres étudiés :

-Chez le pin d'Alep, l'analyse des résultats sur les caractères dimensionnels des cônes prélevés dans les différentes zones montre que la longueur des cônes varie entre 60 et 110mm, et que les échantillons de la station O/ Slissen présentent les valeurs les plus faibles par rapport aux autres stations avec une moyenne de 66.7mm. Pour les stations de Sebdou la moyenne est 71mm et pour celles du littoral, elle est de 80mm.

-La comparaison des longueurs et des largeurs des graines montre que c'est encore les échantillons du littoral qui présentent les plus fortes valeurs avec 5.50mm de longueur et 3.80mm de largeur ; suivie par la station de Sebdou avec 3.8mm de longueur et 3.5mm de largeur ; puis la station de O/Slissen avec 3.7mm de longueur et 3.4mm de largeur.

En effet, les dimensions des graines semble suivre un gradient climatique ; la diminution suit la même allure que la hauteur des précipitations : littoral (332.79mm à 369.09mm), Sebdou (environ 295.03mm) et O/ Slissen (environ 254.2mm).

-L'étude des dimensions des ailettes des graines de pin d'Alep (tableau n°34, 35 et 36) a permis de constater que la plus grande valeur est obtenue toujours dans les stations du littoral (26mm de longueur et 10mm de largeur). La station de Sebdou se classe en deuxième position (25.2mm de longueur et 8.2mm de largeur) ; suivie par la station de O/Slissen (24.3mm de longueur et 8mm de largeur).

-Pour l'ensemble de la zone d'étude, la longueur des aiguilles du pin d'Alep (voir tableaux : n°34, 35 et 36) varie entre 48 et 111mm, avec une largeur de 0.8 à 1.1mm. Les stations du littoral marquent les plus fortes valeurs.

Quant aux dimensions des cônes de *Tetraclinis articulata* mesurés pour l'ensemble de la zone d'étude (voir tableau n°30) ; la longueur varie entre 12 et 16mm, la largeur entre 10 et 14mm.

D'autres part, Les cônes de *Juniperus oxycedrus* ont un diamètre allant de 4.80 à

7.60mm.

Enfin, le diamètre des cônes de *Juniperus phoenicea* est compris entre 10.60 et 14.80mm. Le développement d'un organe dans une plante ne dépend pas des conditions ambiantes et de ses potentialités propres ; mais largement du fonctionnement des organes entre eux (HELLER, 1990).

En effet, la relation qui existe entre les paramètres mesurés peut être expliquée par l'influence des facteurs stationnels microclimatiques, édaphiques ou environnementales, sur la morphologie des espèces végétales.

GADDES (1978) a montré également que la richesse floristique stationnelle dépend pour une large part du type physiologique dominant ; et montrent la pression exercée par l'homme.

#### **4-Conclusion**

L'approche dendrométrique réalisée sur les espèces résineux dans la zone d'étude montre que :

-l'accroissement du pin d'Alep est plus rapide et meilleure dans le littoral ; ce qui permet de diminuer l'âge d'exploitabilité des arbres par rapport aux autres stations.

-la productivité de thuya, oxycèdre et genévrier rouge est relativement faible ; ce qui donne le peu d'intérêt des forestiers à ces espèces. Même si cet accroissement n'est pas intéressant, ces espèces jouent des rôles écologiques très importantes (Eléments de protection contre la désertification et l'érosion).

Le thuya constitue une espèce de choix quant à son utilisation dans les travaux de D.R.S, grâce à son système racinaire serré et pivotant. Elle peut maintenir les sols en place sur de nombreux versants très abrupts ; mais il s'est avéré que cette espèce n'est pas de tout utilisée par les forestiers.

Le genévrier rouge est très intéressant à utiliser pour lutter contre l'érosion en des versants très proche de la mer.

La croissance de pin d'Alep est plus rapide que le thuya. C'est sans doute pour ces raisons que les forestiers ont depuis longtemps privilégié cette espèce.

Par ailleurs, les auteurs qui se sont intéressés à cette espèce dans la région, s'accordent tous à dire qu'il n'y a pas d'autres essences susceptibles de le en remplacer en totalité. Les autres espèces ont une croissance beaucoup moins rapide (thuya, oxycèdre, Genévrier rouge, pistachier de l'Atlas, chêne vert et autres.)

Cependant, si les caractéristiques dendrométriques du pin d'Alep sont intéressantes du point de vue quantitatif ; elles le sont moins du point de vue qualitatif. En effet, les populations rurales préfèrent utiliser le thuya pour les piliers et les poutres de leurs maisons de montagnes car son bois est plus dur.

Enfin, l'analyse morphométrique nous a permis de mettre en évidence les dimensions des différents organes (cônes) pour le thuya, oxycèdre et genévrier rouge; les aiguilles, les cônes et les graines pour le pin d'Alep, mais aussi de comparer ces résultats entre les différentes stations d'études.

Les résultats obtenus nous donne un aperçu sur l'évolution des peuplements résineux, notamment sur leur production des graines. Ces quelques chiffres obtenues ne peuvent en aucun cas nous permettre d'avancer des conclusions relatives sur la production de ces résineux ; mais nous donne des informations intéressantes afin de mieux comprendre leur dynamique.

*CHAPITRE VI-4*

***HISTOMETRIE***

## **1- Résultats**

✳ Les observations au microscope optique au Labo d'écologie végétal nous a permis de sélectionner les meilleures coupes, et à l'aide d'un micromètre, nous avons mesuré l'épaisseur de chacun des tissus appartenant respectivement à l'écorce et au cylindre central au grossissement (10 x10).

✳ Les mesures des dix meilleures coupes sont mentionnées dans les tableaux (n°37, 38, 39). A travers ces résultats une multitude de corrélations ont été réalisées et étudiées dont  $r > 0.50$  (Tableau n°40).

La présence des faibles corrélations dans la majorité des cas, nous a amené à ne prendre en considération que les corrélations les plus importantes ( $> 0.50$ ).

### a) Corrélation entre l'épiderme et le parenchyme cortical.

Entre l'épiderme et le parenchyme cortical, la relation écophysologique est indéniable.

Par ailleurs des modifications d'ordre anatomique tel que la lignification de tissus et physiologique tel que le flux de la sève interviennent dans ces mêmes organes (CAMEFORT, 1977).

### b) Corrélation entre parenchyme cortical et le parenchyme médullaire (Central ou moelle).

Chaque type de tissus est susceptible d'influencer un autre au cours de sa croissance. La corrélation entre 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 et al., 1980).

Cette relation peut être expliquée encore, du point de vue physiologique, par le stockage des réserves (substances organiques, éléments nutritifs...) dans le parenchyme cortical et le parenchyme médullaire avec l'aide des cellules de passage.

### c) Corrélation entre le parenchyme cortical et les faisceaux libéro-ligneux

La corrélation entre ces différents tissus est 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.

#### d) Corrélation entre xylème et phloème.

Le tableau n°40 montre qu'il existe de bonnes corrélations entre le xylème et phloème (0.84) cela montre qu'il s'agit d'une relation significative entre les deux tissus. Cette corrélation peut être expliquée par la fonction complémentaire de ces deux éléments conducteurs. Malgré leur diversité, ils ont une origine commune, car ils se différencient à partir d'un même tissu embryonnaire pro-conducteur (pro cambium).

#### e) Corrélation entre Cambium et parenchyme médullaire

La relation qui existe entre ces deux tissus est forte avec un coefficient de corrélation de 0.64. Ceci peut être expliqué probablement par les réserves du parenchyme accumulées dans les cellules qui sont par la suite transportés à tous les niveaux. Le cambium, qui est une assise génératrice active peut éventuellement tirer les énergies des réserves nutritives des cellule du parenchyme médullaire, d'où la bonne corrélation.

## **2-Conclusion**

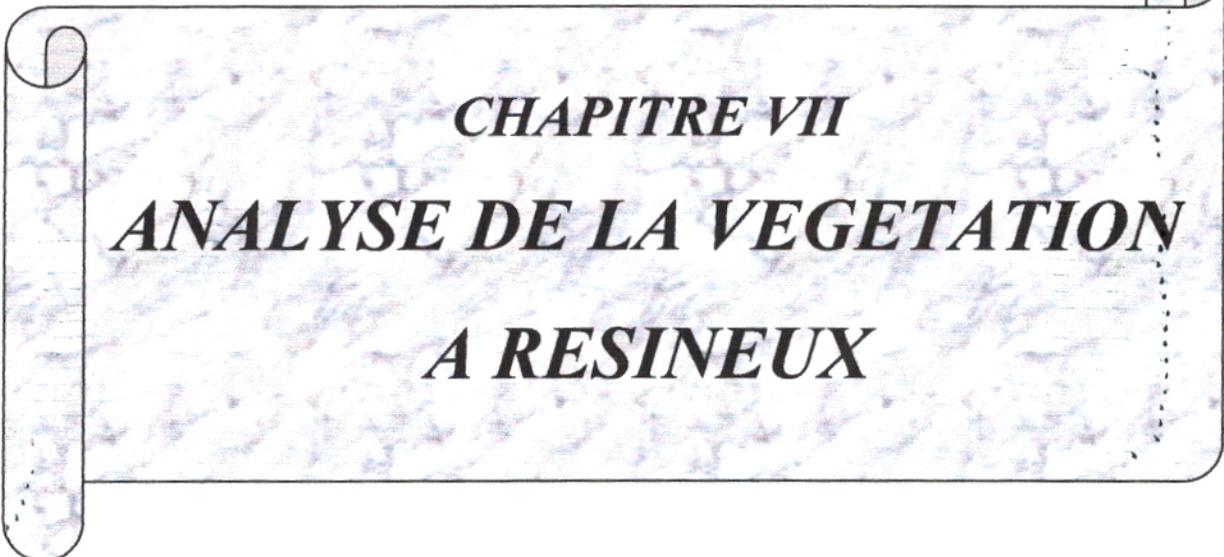
L'étude histologique que nous avons menée, nous a permis de mettre en évidence les différentes tissus constituant la feuille, la tige et la racine de *Pinus halepensis*. La position de ces tissus se différent clairement des autres espèces des angiospermes.

Nous avons remarqué également la différence dans l'épaisseur des différents tissus dans une même coupe, mais aussi pour le même tissu dans des différentes coupes.

Les résultats de l'étude histométrique nous ont montré clairement que la relation entre certains tissus fondamentaux reste très forte avec un  $r$  variant entre 0.52 et 0.84. Ces résultats sans nul doute expliquent clairement l'aptitude de cette espèce à s'adapter à des milieux écologiques stressants.

Ces bonnes corrélations mettent aussi en relief les stratégies adaptatives du pin d'Alep et surtout son modèle expansionniste (BOUAZZA et al, 2001).

On indiquera simplement que ces observations concernant l'histologie et l'histométrie de *Pinus halepensis* dans la même station sont corroborées aussi par l'analyse de variation des tissus de cette espèce dans différentes stations 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.



***CHAPITRE VII***  
***ANALYSE DE LA VEGETATION***  
***A RESINEUX***

Un état de connaissance sur les travaux réalisés dans le domaine des résineux est indispensable.

De nombreux travaux ont été réalisés sur circum méditerranéen ; nous citons : BRAUN-BLANQUET (1953) ; EL HAMROUNI et LOISEL (1978) QUEZEL (1981) ; AIME *et al* (1986) ; FENNANE (1987) ; BARBERO *et al* (1988) ; BARBERO *et al* (1992) ; ELHAMROUNI (1992) et CHAABANE (1993), QUEZEL (2000).

La végétation Tunisienne, Marocaine et Algérienne ont fait l'objet depuis longtemps d'investigations; toutefois le pays le mieux connu sur le plan phytosociologique et phytodynamique reste le Maroc.

Bien qu'elle débuta assez tôt par TRADESCANT en 1620, "on peut considéré qu'avec les ouvrages de BATTANDIER et TRABUT (1888-1889) d'une part, FAURE et MAIRE d'autre part, la presque totalité de la flore Oranaise est inventoriées en 1941" (ALCARAZ, 1982)

En ce qui concerne, la végétation occidentale Algérienne, les premiers travaux sur la végétation sont dus à COSSON (1853) ; TRABUT (1887) et FLAHAULT (1906).

Des indications sommaires sur la répartition des principales essences forestières Algériennes (pour la plupart présentes également en Oranie) ainsi que sur les formations végétales auxquelles elles participent, sont fournies par la carte phytogéographique de l'Algérie et de la Tunisie et la notice qui accompagnent de MAIRE (1926) ainsi que les cartes forestières de LAPIE *et al* (1914) et de PEYRIMHOFF (1941).

Pour THINTHOUIN, c'est le botaniste MAIRE (1926) ; qui a reconnu dans la région Nord Africaine Occidentale, un secteur oranais « original » moins Africain que Méditerranéen.

BOUDY (1955) signale aussi, que vu les associations végétales du Pinetum halepensis, Quercetum ilicis, Callitricetum et Juniperetum phoenicea, la région appartient au domaine Mauritanien méditerranéen, secteur oranais.

Tout en tenant compte des variations climatiques et édaphiques, les travaux d'ALCARAZ (1969, 1982, 1989), ont permis des larges précisions et des indications non négligeables dans l'étude des groupes socio-écologiques dans le tell Oranais et les monts de Tlemcen.

Concernant les aspects floristiques de la région, un historique très complet a été établi par ALCARAZ (1982).

BESTAOUI (2001) présent une étude sur la syntaxonomie et l'écologie des matorrals de la région de Tlemcen.

• Parmi les travaux les plus récents réalisés sur la végétation et l'influence anthropozoiqie dans l'oranie et la région de Tlemcen, citons ceux de : GAOUAR (1980), ALCARAZ (1982), HADJADJ (1988), DAHMANI (1989), BOUABDELLAH (1991), BENABADJI (1991, 1995), BOUAZZA (1991, 1995), AINAD Tabet (1996), HASNAOUI (1998), KAID SLIMANE (1999), MEDJAHDI (2001), BESTAOUI (2001), BOUAZZA et al.(1998, 2000, 2001, 2004), BENABADJI et al. (1996, 2000, 2001, 2004),

Les études floristiques des formations à résineux ont fait l'objet de nombreux travaux dans le bassin méditerranéen.

### **Le Thuya**

Les premières descriptions ont été réalisées par EMBERGER et MAIRE (1939), mettant en évidence une esquisse sommaire des sols occupés par le thuya et son indifférence à la nature chimique du substratum édaphique

### **Au Maroc :**

C'est TREGUBOV (1963) qui publie les premiers travaux concernant la syntaxonomie des groupements où l'on retrouve le Thuya de berbérie au Maroc nord oriental dans les Beni Snassen. Nous citerons également :

- BENABID (1976) pour les tetraclinaies de la région macaronésiennes,
- BARBERO, QUEZEL et RIVAS MARTINEZ (1981) qui depuis le Haut Atlas jusqu'à la région de Tanger ont décrit une trentaine d'association et unités supérieurs des Quercetea ilicis et des Quercetea pubecentis dont quelques tetraclinaies.
- FENNANE (1987) qui présente dans sa thèse une étude exhaustive sur la syntaxonomie des tetraclinaies marocaines (Quercetea ilicis et Romarinetea officinalis).
- QUEZEL, BARBERO, BENABID, LOISEL, RIVAS MARTINEZ (1988, 1992) concernant les groupements forestiers, pré forestiers et matorrals du Maroc oriental.
- Plus récemment, DEKKAK (2002) a mis en évidence cinq associations à Tetraclinis articulata dans le bloc méridional Marocaine par une analyse factorielle des correspondances.
  
- En 2002, DREF ont montré l'importance écologique et économique de Thuya de Berbérie au Maroc.

### **En Tunisie**

- EL HAMROUNI et LOISEL (1978) décrivent une tétraclinaies dans la région de Tunis.
- EL HAMROUNI (1992) présente la syntaxonomie des principales formations qui se rattachent aux *Quercetea ilicis* et *Rosmarinetea officinalis*.
- CHAABANE (1993) établit une large typologie sur sept classes syntaxonomiques de la végétation du littoral de la Tunisie septentrional dont les *Quercetea ilicis* et où il décrit un groupement à Thuya.

### **En Algérie :**

- BAUMGARTNER (1964) et NEGRE (1965) ; pour le littoral algérois.

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.

ALCARAZ (1982) et FENNANE (1988) ont décrit deux groupements à Thuya sur la végétation de l'Ouest Algérienne

- En oranie, c'est également DAHMANI (1984) qui en étudiant les groupements à chêne vert des monts de Tlemcen, a accessoirement décrit un groupement à thuya.
- AIME (1991) présente à travers un transect aride- Sub-humide de l'Oranie occidentale 24 groupements qu'il rattache six classes phytosociologiques différentes dont les *Quercetea ilicis* à laquelle il rapporte entre autres une tétraclinaie,
- HADJADJ (1988, 1991, 1995) a axé ces études sur les peuplements à thuya de l'Algérie septentrional
- Plus récemment, MEDJAHDJI (2001) a identifié sept groupements végétaux dans le littoral des monts des Traras, regroupés en deux ensembles, l'un correspond aux peuplements mixtes de Thuya et genévrier et l'autre aux tétraclinaies pures.

Du point de vue de l'écologie de *Tetraclinis articulata*, il faut se référer d'abord aux travaux d'EMBERGER (1930), RIKLI (1945) pour les aspect chorologiques.

- GAUSSEN (1952), SAUVAGE (1961), SCHOENENBERGER (1967), ALCARAZ (1969), BENABID (1976), QUEZEL (1976, 1979, 1980) pour l'écologie de l'espèce à travers le Maghreb.
- ACHHAL et al. (1980) pour sa valeur bioclimatique au Maroc.
- KADARI (1986) pour les aspects phytogéographiques du Thuya de Berbérie dans L'Algérie,

---

**DREF** : La Division de Recherche et d'Expérimentations Forestières.

- FENNANE (1987) présente les séries de végétation de *Tetraclinis articulata* au Maroc, QUEZEL et al. (1990), QUEZEL et BARBERO (1990) traitent des aspects phytodynamiques,

Concernant les aspects sylvicoles et plus particulièrement la productivité, c'est à BOUDY (1950) que l'on doit se référer, METRO (1951) et GAUSSEN (1952),

BENABID (1976) donne un bon aperçu sur la production de *Tetraclinia* dans le sud-Ouest Marocaine sur l'Amsittène ; BARBERO et al. (1985) propose des tarifs de cubage pour la vallée du N'Fiss (Maroc).

ZAID (1988) établit un tarif de cubage pour la région de Mostaganem.

Plus récemment, MAATOUG (2003) a étudié l'effet des facteurs stationnels sur les propriétés physiques, mécanique et papeteries du bois de thuya de Maghreb en Algérie occidentale.

Excepté les estimations de BOUDY (1952), les études concernant la productivité du thuya sont peu nombreuses. Nous citerons BENABID (1976) et ACHHAL et al. (1985) au Maroc, ZAIDI (1988) et HADJADJ (1995). Tous ces travaux concernant les peuplements naturels.

Concernant l'autoécologie de *Tetraclinis articulata*, le travail a déjà été abordé par EMBERGER (1939), par BOUDY (1950) et revu récemment par FENNANE (1987) et HADJADJ (1995) qui a donné quelques aspects généraux et des précisions sur le comportement de l'espèce au niveau du tell Algérien.

La question de la variabilité géographique n'a pas fait l'objet d'études approfondies en Algérie.

### **Pin d'Alep**

Toutefois, au cours de cette dernière décade, une attention particulière et un intérêt scientifique et forestier ont été exprimés pour cette espèce. C'est ainsi que le pin d'Alep a fait l'objet d'étude sur le problème de taxinomie et d'hybridation avec le pin brutia (NAHAL, 1986), QUEZEL (1986), QUEZEL et BARBERO (1992).

De nombreux articles lui sont consacrés dans le domaine de la phytosociologie et de l'écologie (QUEZEL, 1976 ; LE HOUEROU, 1980 ; KLEPAK, 1986 et KADIK, 1987).

On note aussi quelques travaux relatifs, à la physiologie et l'écophysiologie rapportés par SCHILLER (2000) et SAFAR et al. (1992).

La variabilité génétique et géographique du pin d'Alep a surtout fait l'objet d'études en Grèce par ARAVANOPOLUS (2000) et par ROUZAS (2000) dans le domaine de la sylviculture et d'aménagement ; le pin d'Alep a bénéficié de travaux effectués dans les pays

du pourtour méditerranéen, notamment en France sur la productivité et la croissance (PARDE, 1956 ; BEDEL, 1986 ; HIKMAT, 1986 ; COUCHER et DUPLAT, 1992 ; BROHIER, 1999). En Espagne (MONTERO, 2001), au Maroc (BELGHAZI, 2000), en Italie (ORAZIO, 1986) et en Tunisie (SOULERES, 1969 et 1975; CHAKROUNI, 1986 et SGHAEIR, 2001).

ABBAS et al (1984) ont étudié le dynamisme actuel de la régénération du pin d'Alep dans les pinèdes incendiées en Provence calcaire.

EL HAMROUNI (1978) a traité la phytoécologie et les problèmes d'utilisation et d'aménagement des forêts de pin d'Alep dans la région de Kasserine (Tunisie centrale).

Dans tous ces pays, le pin d'Alep en raison de ses faibles exigences a encouragés les forestiers de l'utiliser à grande échelle comme essence de grand reboisement, malgré sa faible productivité. Il est ainsi introduit pour reconstituer les zones dégradées et occupe les terrains nus. La notion de production devient alors pour cette espèce un aspect secondaire.

En Algérie, il n'en n'est pas de même, car en plus de son rôle écologique, le pin d'Alep possède un potentiel productif appréciable qui ne peut être négligé vu l'importance des surfaces occupées par cette espèce.

FRANTZ et FORSTER (1979) ont établi des tables de production de pin d'Alep dans les Aurès.

MAATOUG (1998) a étudié l'évolution de quelques propriétés de base du bois du pin d'Alep en fonction de l'âge du peuplement.

Plus récemment BENTOUATI (2006) a mené une étude approfondie sur la croissance, la productivité et l'aménagement des forêts du pin d'Alep du massif de Ouled Yagoub (Khenchela –Aurès).

Du fait de la fréquence élevés des incendies dans les pinèdes de pin d'Alep, cette espèce a été l'objet de nombreuses études : THIERRRY (1997), ABBAS et al (1985), TRABAUD et al (1985), MARUNEZ et al (1996), FERRA et al (1991) VENNETIER (2001).

VENNETIER et al (2001) ont étudiés la dynamique de la régénération des forêts à Pin d'Alep en basse Provence calcaire et cela dans le cadre d'un projet commun à l'IMEP.

En France, CYRILLE RATHGEBER (2002) a montré l'impact des changements climatiques et de l'augmentation du taux de CO<sub>2</sub> atmosphérique sur la productivité des forets de pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.) en Provence calcaire.

Dans la région de Tlemcen, ces aspects de recherche ont fait aussi l'objet de travaux de fin de cycle (les diplômés d'ingénierats et magistères) au sein de notre équipe de recherche, ainsi qu'au département de foresterie.

Ces études quoique indispensables sur le plan quantitatif restent à notre avis insuffisantes pour une meilleure connaissance de ces espèces surtout dans la partie occidentale de l'Algérie, où des lacunes importantes restent à compléter.

D'ailleurs, Les études sur les ravageurs des arbres forestiers ont concerné essentiellement les essences de la famille des Pinacées. Alors que, l'étude de l'entomofaune des cupressacées est très limitée.

Une bibliographie relativement consistante est disponible concernant le pin d'Alep et le Thuya. Ce qui n'est pas le cas pour les deux genévriers existant dans la région.

En Oranie, c'est également DAHMANI (1984) qui en étudiant les groupements à chêne vert des monts de Tlemcen, a accessoirement décrit les groupements de dégradation de cette chênaie où se figure le genévrier oxycèdre.

On note aussi les travaux de HADJADJ (1995) sur les Tetraclinais dans la région et plus particulièrement Les groupements à *Tetracinis articulata* des monts de Tlemcen où se rattache le *Juniperus oxycedrus subsp rufescens*.

Pour compléter les travaux existant dans la partie occidentale de l'Algérie, nous avons jugé utile et nécessaire d'avancer ces travaux sur les résineux en général et sur leur comportement par rapport aux incendies en particulier.

Les coefficients d'abondance-dominance ne peuvent pas directement exploités ; le "+" n'étant pas une valeur, il a été remplacé par le nombre "0.5".

Coefficient d'abondance dominance	Absence	+	1	2	3	4	5
Coefficients utilisés	0	0.5	1	2	3	4	5

**Tableau n°41: Codification du coefficient d'abondance –dominance.**

L'utilisation du logiciel nécessite également le codage des espèces et des relevés, ce qui facilite le lecteur des différents plans factoriels.

Les espèces sont codées par un code numérique suivant la classification par ordre alphabétique des espèces recensées dans notre étude.

Exemple : *Adonis annua* → 1  
*Ziziphus lotus* → 338

Les relevés avaient été numérotés au départ suivant l'ordre chronologiques de leur réalisation. Ils ont été codés par un code numérique constitué de quatre chiffres en commençant par : 0001 qui désigne le premier relevé réalisé dans la station de Marsat Ben Mhidi, jusqu'au dernier relevé 0200 réalisé à Hafir.

L'intérêt de la méthode est de pouvoir résumer l'information et d'en restituer la majeure partie sur un graphique plan. Le traitement aboutit à un nuage de points dans un espace multidimensionnel, c'est-à-dire dans les plans formés par les axes pris deux à deux.

Le nuage des points des relevés s'étire le long d'une direction privilégiée qui correspond à l'axe factoriel de l'analyse. Deux relevés sont d'autant plus proche dans un plan factoriel que leur composition floristique est similaire.

Chaque axe factoriel est caractérisé par une valeur propre traduisant l'inertie du nuage de points le long de l'axe. Le taux d'inertie de l'axe représente le pourcentage d'information apporté par l'axe dans l'inertie totale du nuage. La valeur propre et le taux d'inertie sont d'autant plus élevés que le nuage des points est bien structuré le long d'un axe factoriel. L'importance des valeurs propres et des pourcentages d'inertie permet de choisir le nombre d'axes factoriel à retenir pour l'interprétation des résultats.

D'une manière général, les taux d'inertie supérieurs à 10% peuvent se révéler significatifs.

En pratique, la représentation graphique ne s'effectue que sur les premiers axes factoriels les plus explicatifs de la structure du nuage de points.

Nous nous sommes limitées aux nuages des points lignes, correspondants aux espèces (Cartes des espèces).

Par ailleurs, afin de faciliter l'interprétation des axes factoriels, une classification ascendante hiérarchique (CAH) a été réalisée pour classer les espèces en groupes. Elle permet de

mettre en évidence des groupes d'individus selon leurs affinités, sur l'ensemble de l'espace factoriel.

L'application de ces méthodes permet d'identifier les principaux groupements végétaux à résineux existant dans la région de Tlemcen. Chaque groupement discriminé sera caractérisé sur le pan floristique grâce à la superposition relevé-espèce quand à la caractérisation écologique, nous avons adopté la démarche qui consiste à enseigner chaque relevé par ces données stationnelles.

#### ❖ Résultats de l'analyse des correspondances (AFC) :

A partir des nuages des points obtenus relatifs aux espèces et des axes factoriels significatifs, on peut mettre en évidence des gradients écologiques.

En effet, la recherche de la signification écologique des axes factoriels s'appuiera sur la confrontation des espèces à fortes contributions relatives et à son répartition d'une part du côté positif et d'autre part du côté négatif de chacun des axes. Nous tenterons ainsi de préciser quels seront les facteurs écologiques majeurs de la diversification du tapis végétal dans la zone d'étude et en particulier le cortège floristique des résineux.

Nous pouvons a priori retenir que les structures floristiques organisées dans la région d'étude à grande échelle ne présentent pas une très forte hétérogénéité.

#### ❖ Signification écologique des axes :

Axes	Axe 1	Axe 2	Axe 3	Axe 4	Total
Valeurs propres	0.2035	0.0872	0.0619	0.0511	0,3137
Pourcentage d'inertie	38%	17%	10.5%	8.7%	74.2%

L'interprétation se fera au niveau de chacun des axes. Ainsi, pour chaque axe, nous opposons les points ayant les plus fortes contributions.

#### Plan 1/2:

Le plan des axes 1 et 2 représente 55% de l'information. A lui seul l'axe 1 rend compte de 38% de cette information.

L'examen de la figure n°47 révèle une opposition suivant l'axe1 (Plan 1/2) entre deux groupes d'espèces.

#### Côté négatif :

-*Juniperus phoenicea*

-*Rosmarinus tournefortii*

-*Ceratonia siliqua*

-*Ruta chalepensis*

-*Cistus heterophyllus*

-*Erica multiflora*

-*Fumana thymifolia*

-*Teucrium fruticans*

- Thymus ciliatus*
- Quercus coccifera*
- Globularia alypum*
- Tetraclinis articulata*
- *Cistus ladaniferus*
- Withania frutescens*
- Lavandula multifida*
- *Heliaenthemum helianthemoides*
- Daphne gnidium*
- Pinus halepensis*
- Pistacia lentiscus*
- Phillyrea angustifolia*
- Rhus pentaphylla*
- Ziziphus lotus*
- Fagonia cretica*

Coté positif :

- Arisarum vulgare*
- Arbutus unedo*
- Erica arborea*
- Crategus oxyacantha*
- Quercus ilex*
- Urginea maritima*
- Jasminum fruticans*
- Asparagus acutifolius*
- Inula montana*
- Cistus monspeliensis*
- Ruscus aculeatus*
- Pallenis spinosa*
- Juniperus phoenicea subsp rufescens*

Du coté négatif, à l'extrémité de l'axe, s'individualiser un groupe d'espèces telles que : *Juniperus phoenicea*, *Erica multiflora*, *Cistus heterophyllus*, *Rosmarinus tournefortii*, ce premier groupe englobe les formations les plus proches de la mer.

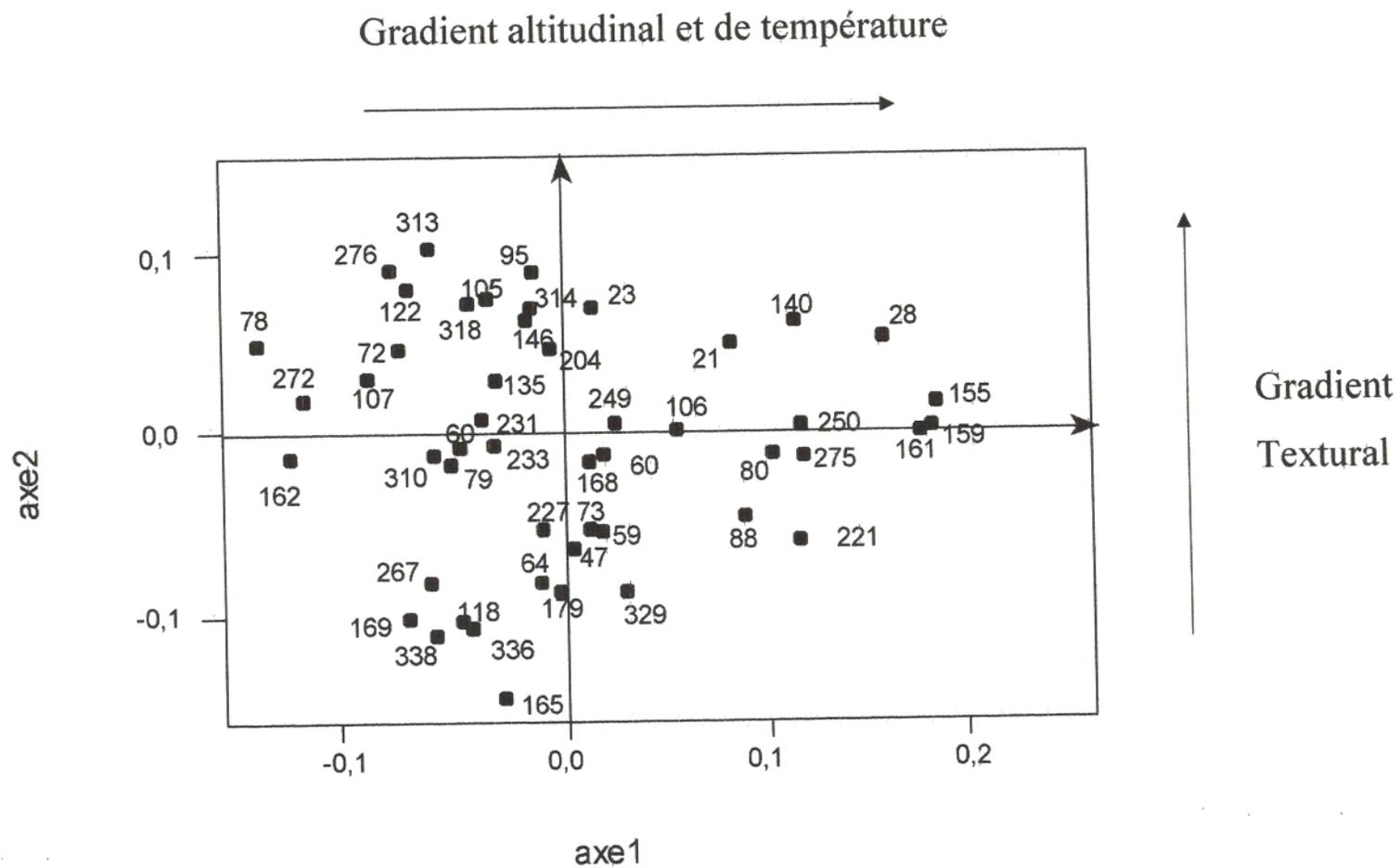
Au fur et à mesure que l'on progresse dans l'axe, on trouve un deuxième groupe constitué de *Tetraclinis articulata*, *Cistus ladaniferus*, *Ceratonia siliqua*, *Pistacia lentiscus*, *Lavandula dentata*, *Olea europea*, *Rhus pentaphylla*, *Pinus halepensis* ; qui sont des espèces caractéristiques des matorrals thermophile du littoral et des groupes de transition.

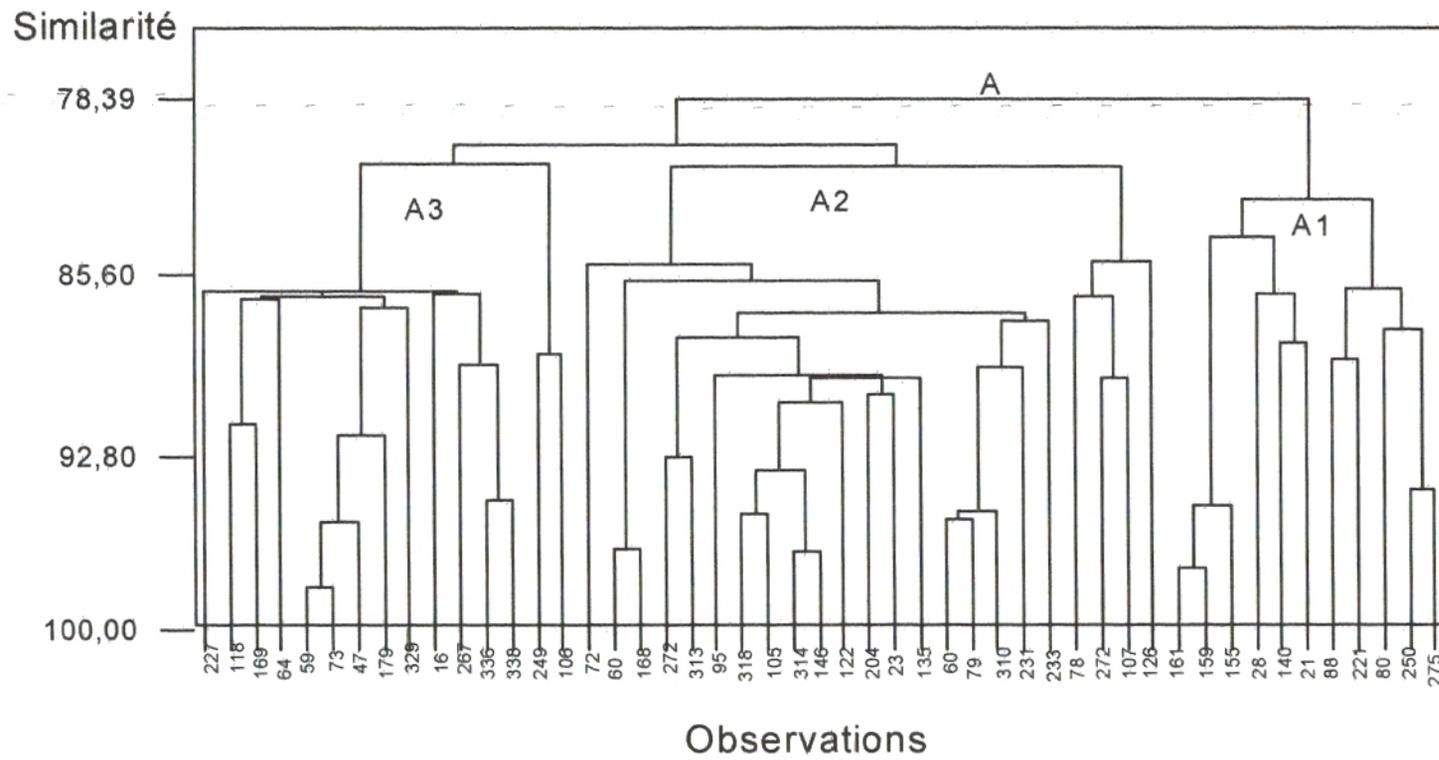
La présence du pin d'Alep dans le côté négatif de cet axe montre que les boisements de Pin d'Alep réussissent très bien dans la zone de genévrier rouge et dans les zones de transition les plus proches à la mer.

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

*Lavandula multifida* et *Fagonia cretica* ont le même aire bioclimatique de *Rhus pentaphylla* et forment un groupe nettement thermoxérophile.

**Figure n° 47: Projection des espèces à forte contribution pour l'axe1 (Plan factoriel 1/2)**





**Figure n° 48: Dendrogramme des espèces à forte contribution pour l'axe 1.**

En effet, *Rhus pentaphylla* n'apparaît qu'en dessous de 250m d'altitude environ, sur les revers sud des sahels littoraux (ALCARAZ, 1982). De ce fait, elle indique un milieu relativement chaud et sec de l'étage semi aride moyen à inférieur dans les variantes tempérées à chaude.

*Withania frutescens* assez fréquente dans cette ambiance ; c'est une espèce plus ou moins rudérale.

*Ziziphus lotus* et *pallenis spinosa* d'origine anthropique indiquent la proximité des cultures.

Une fois sur le coté positif de l'axe1, on se dirige vers la chênaie mésophile dans différents stades de dégradation avec la présence de *Juniperus oxycedrus* accompagné de *Inula montana* et *Jasminum fruticans* vers l'extrémité positif de l'axe indiquent la dégradation de la chênaie. Dans ce cas, on peut dire que ce coté de l'axe exprime vraisemblablement une certaine humidité.

*Inula motana* et *Juniperus oxycedrus* sont préférentielles des groupements à chêne vert en Oranie (ALCARAZ, 1982).

Cet axe met en relief un gradient croissant d'éloignement de la mer, il exprime donc le degré de continentalité. Mais l'examen détaillé de cet axe, montre aussi que la température semble influencer la répartition des espèces étudiées.

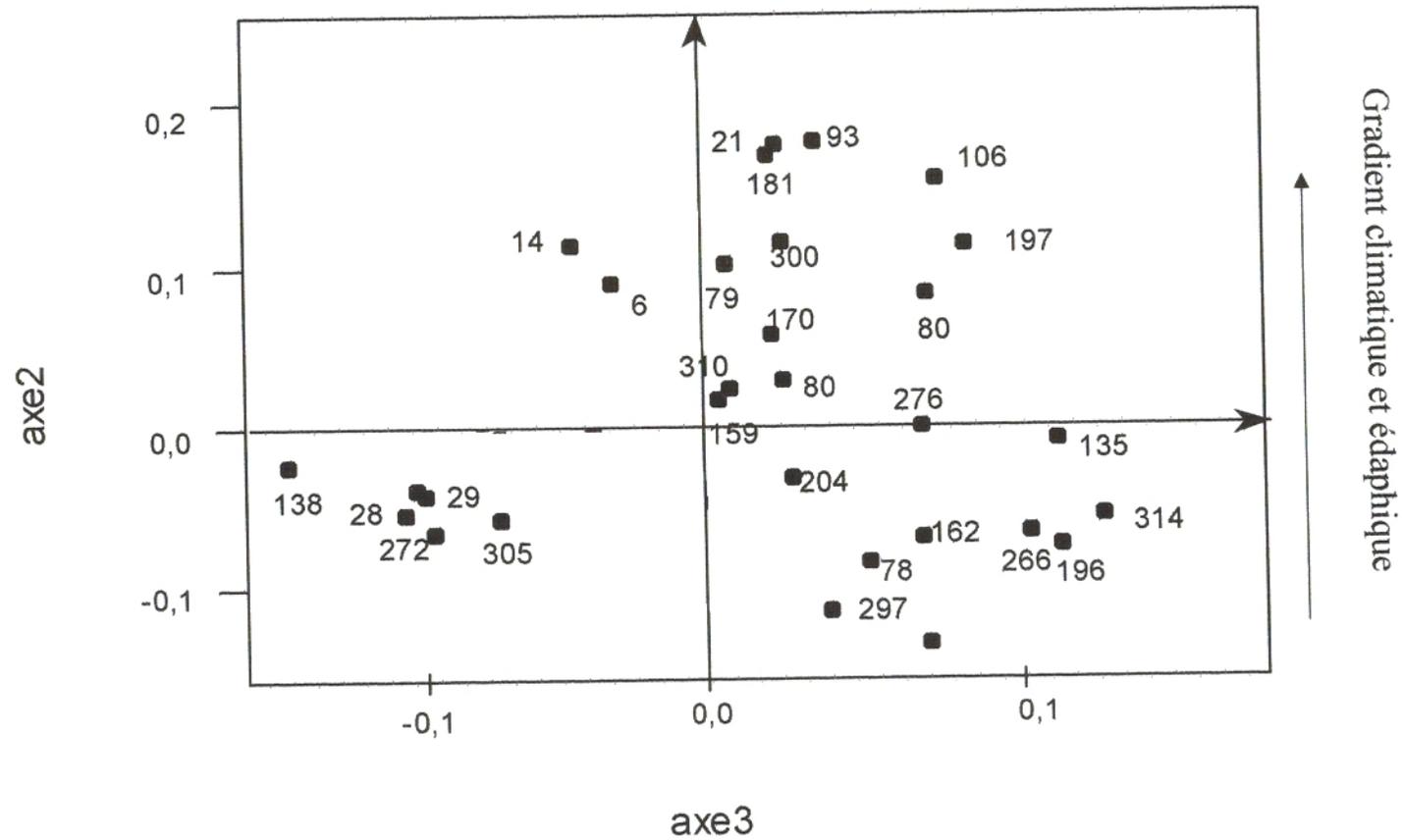
En terme phytosociologique, cet axe semble opposer *Quercetea ilicis* et *Rosmarinetea officinalis* en faite de la texture du sol.

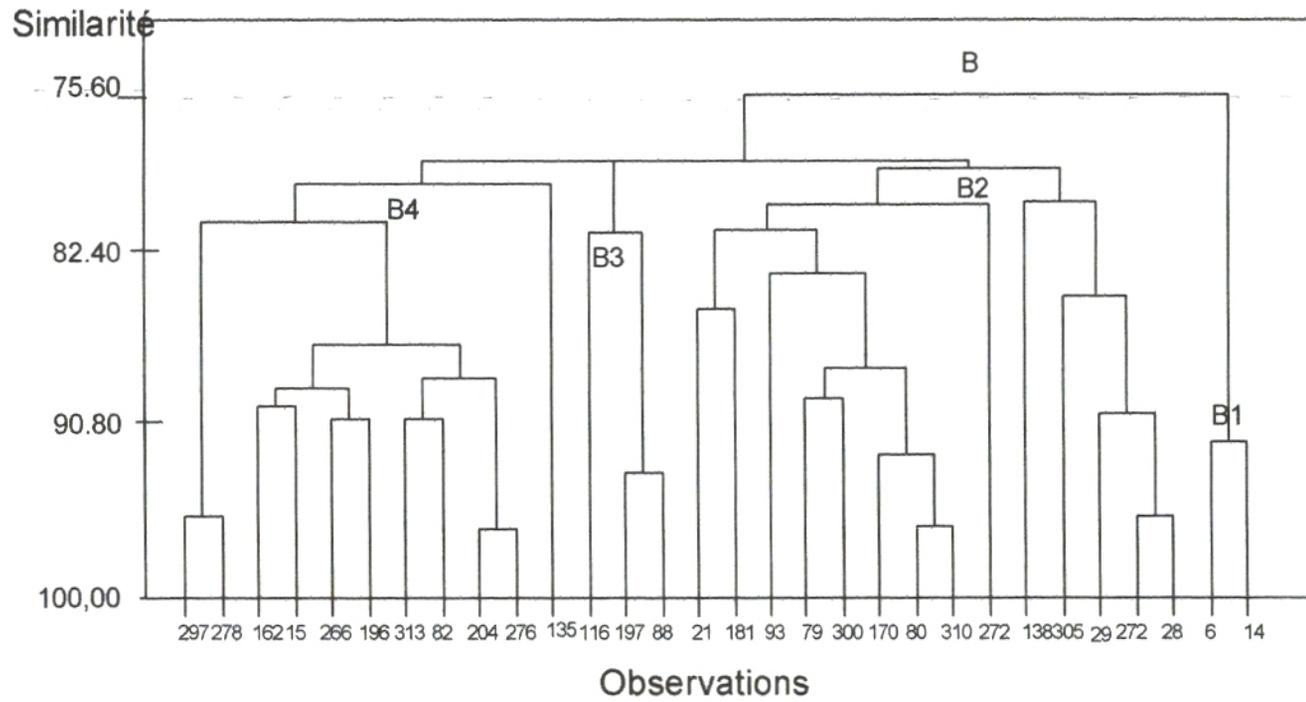
### **Plan 2/3 :**

#### Coté négatif :

- Juniperus phoenicea*
- Rosmarinus tournefortii*
- Asparagus stipularis*
- Ruta chalepensis*
- Cistus heterophyllus*
- Stipa tenacissima*
- Halimium halimifolium*
- Micropus bombycinus*
- Globularia alupum*
- Rhamnus lycioides*
- Olea europea*

**Figure n° 49: Projection des espèces à forte contribution pour l'axe 2 (Plan factoriel 2/3)**





**Figure n° 50: Dendrogramme des espèces à forte contribution pour l'axe 2.**

Coté positif :

- Tetraclinis articulata*
- Erica arborea*
- Ampelodesma mauritanicum*
- Cistus monspeliensis*
- Arbutus unedo*
- Lonicera implexa*
- Myrtus communis*
- Cistus ladaniferus*
- Smilax aspera*
- Jasminum fruticans*

Du coté négatif, *Ruta chalepensis* fait partie des groupements calcaricoles en oranie (AIME et al, 1983). De l'autre coté, *Lavandula stoechas*, *Erica arborea* et *Arbutus unedo* indiquent un substrat décarbonaté dans une ambiance nettement plus humide que celle où apparaissent *Stipa tenacissima* et *Asparagus stipularis*.

La présence de *Rosmarinus tournefortii*, *Stipa tenacissima* et *Globularia alypum* indiquent la thermophilie du groupement qui est bien souligné par *Stipa tenacissima* et témoignent de la relative dégradation du milieu, le gradient humidité et texture du sol est à prendre en compte.

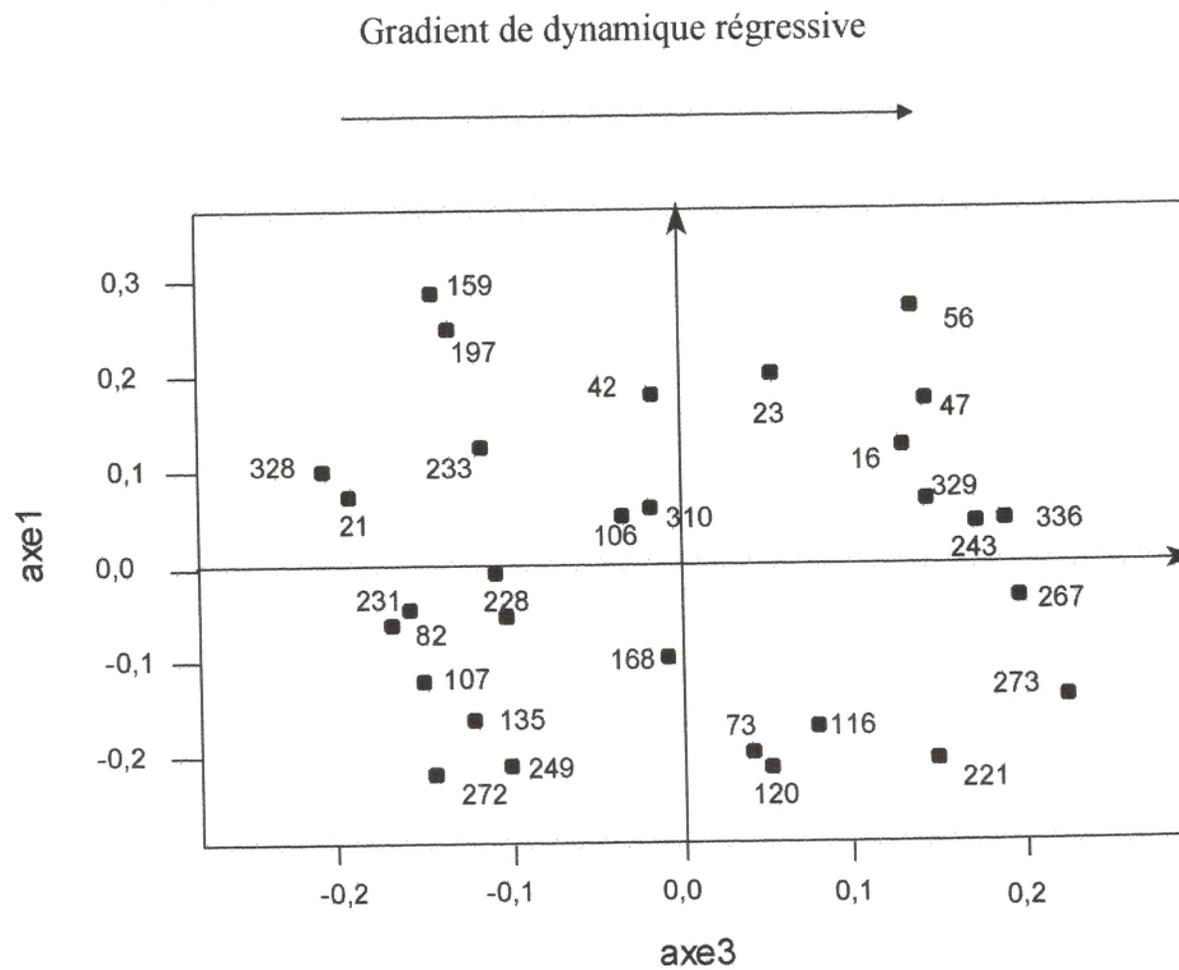
D'autre part *Smilax aspera* et *Myrtus communis* opposeraient des formations plus ou moins fermées à d'autres plus moins ouvertes où apparaissent *Cistus heterophyllus*, *Rosmarinus tournefortii* et *Asparagus stipularis*.

Bien que *Stipa tenacissima* et *Ampelodesma mauritanicum* puissent se trouver ensemble, le plus souvent ces deux poacées qui ont le même physionomie, opposent deux versants. Versant à *Ampelodesma mauritanicum* plus humide que celui de *Stipa tenacissima*.

C'est cette opposition qui semble discriminer les deux groupes d'espèces le long de cet axe.

L'axe 3 distingue un faciès d'espèces calcaricole issues de la dégradation de la chênaie verte des monts de Tlemcen, d'un ensemble d'espèces à dominante calcifuge de la série de Chêne liège du littoral ; ce serait ainsi un axe édaphique. Le deuxième facteur serait d'ordre climatique : microclimat plus sec dans les stations à *Stipa tenacissima*, humide dans celles où apparaît *Ampelodesma mauritanicum*.

**Figure n°51 : Projection des espèces à forte contribution pour l'axe 3 (Plan factoriel 3/1)**



formations plus basses et plus ouvertes de pelouse telles que *Plantago psyllium*, *Plantago lagopus*, *Brachypodium distachyum* et *Scabiosa stellata*.

Bien que le côté positif parait plus sec que le côté négatif, nous pensons que cet axe discrimine les deux groupes d'espèces sur la base de deux physiologies différentes. Ce serait alors un axe dynamique régressif, où le gradient textural et Matière organique est à mettre en compte de cette dynamique.

### **Conclusion**

Tout au long de 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 anthropique exercée sur le milieu.

Ainsi, on ne peut pas aller d'avantage dans l'interprétation de l'axe 4 qui présente un taux d'inertie faible, ne dépasse pas 9 %.

Parmi les variables écologiques considérées, le degré de continentalité fait partie la plus significative.

Ce traitement global, nous a permis d'avoir une vue d'ensemble sur certains aspects des formations à résineux dans la zone d'étude et de vérifier qu'il existe bien un cortège floristique original qui participe à la série de *Tetraclinis articulata*, de *Pinus halepensis*, de *Juniperus oxycedrus* et de *Juniperus phoenicea* par rapport à celles des autres espèces de la région.

Nous avons pu reconnaître donc un cortège propre à la série thermophile du thuya qui se distingue nettement des autres séries et avec lesquelles toutefois les mélanges sont en plusieurs régions possibles. Cela est le cas notamment des formations à *Rhus pentahylla* et *Tetraclinis articulata* qui viendrait assurer la transition entre la série la plus xérophile et thermophile du thuya à celle de pistachier de l'Atlas.

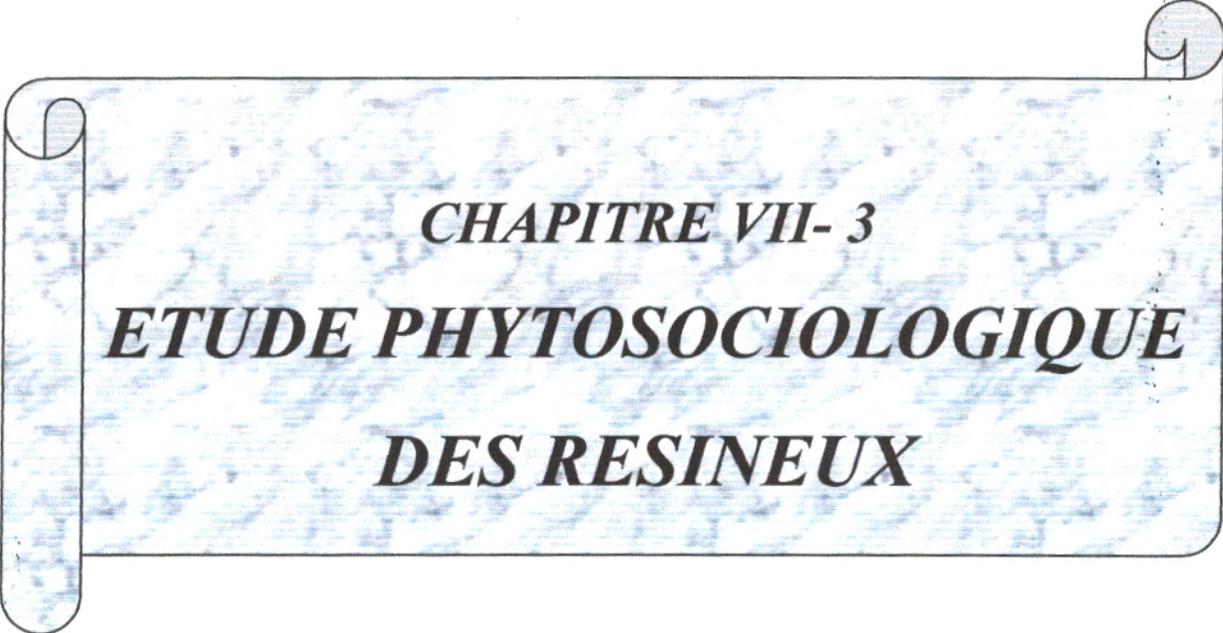
Aussi, ce serait le cas de groupement à *Erica multiflora* et *Tetraclinis articulata* qui vient le plus souvent au contact de la Juniperaie à *Juniperus phoenicea*.

Les pineraies Oranaises présentent des groupements dans lesquelles les espèces suivantes sont plus ou moins imbriquées : *Tetraclinis articulata* et *Quercus ilex*.

Au sein des pineraies du littoral, il convient de noter la présence de nombreuses indicatrices thermiques, telles que : *Quercus coccifera*, *Olea europea*, *Ceratonia siliqua*, *Myrtus communis*, *Erica multiflora*.

On remarque en outre et plus particulièrement *Ceratonia siliqua* et *Myrtus communis* occupent les stations les plus basses.

Inversement, notamment au niveau des monts de Tlemcen, à partir de 900m d'altitude en exposition Nord, la présence de *Juniperus oxycedrus* indique l'existence d'une ambiance climatiques plus froide.



***CHAPITRE VII- 3***  
***ETUDE PHYTOSOCIOLOGIQUE***  
***DES RESINEUX***

A partir des résultats obtenus par le traitement AFC ; nous tenterons, dans ce qui suit, de présenter une synthèse global relative à la hiérarchisation phytosociologique de l'ensemble des groupements à résineux. Ces groupements existent soit dans l'aire de thuya, de pin d'Alep ou de genévrier ; plus précisément sur le littoral et les monts de Tlemcen.

Mais également, c'est aux travaux réalisés dans la région sur ces groupements floristiques qui s'individualisent autour de ces espèces.

Dans cette partie qui ne prétend pas être un travail phytosociologique au sens du terme, nous donnerons un aperçu bibliographique sur les plantes résineuses pour mettre une hiérarchisation syntaxonomique de ces groupements.

A la lumière des travaux de ACHHAL et al (1980), BARBERO et QUEZEL (1986), RIVAS- MARTINEZ (1971), KADIK (1987), BENABID (1988), AIME (1991), DAHMANI (1997), HADJADJ (1995), EL HAMROUNI (1979) les groupements forestiers et pré forestiers individualisés pour les résineux appartiennent à la classe des *Quercetea ilicis*.

A l'intérieur de cette classe, les formations à résineux développent une grande variété de groupements potentiels. La quasi-totalité des formations végétales qui appartiennent à cette classe s'englobent dans l'ordre des *Pistacio Rhamnetalia alaterni*.

Cet ordre regroupe les formations de dégradation des *Quercetea ilicis*. Ce sont des groupements pré forestiers, présteppiques ou de dégradation. Plusieurs associations ont été identifiées au sein des différentes alliances appartenant à cet ordre rencontrées au Maroc, en Tunisie et en Algérie. Parmi lesquelles, nous citons juste les associations liées aux séries de thuya, de pin d'Alep et de genévrier.

- ◆ *Tetraclino articulatae- Phyllerretum latifoliae* (HADJADJ, 1995),
- ◆ *Periploco laevigata-Tetraclinetum articulatae* (BENABID, 1982),
- ◆ *Tetraclino- Pinetum halepensis* (FENNANE, 1988),
- ◆ *Tetraclino- Jasminum fruticans* (FENNANE, 1988),
- ◆ *Ceratonio siliquae-Tetraclinetum articulatae* (FENNANE, 1982),
- ◆ *Rosmarino tournefortii-Tetraclinetum articulatae* (FENNANE, 1982),
- ◆ *Bupleuro gibraltarici- Pinetum halepensis* (TREGUBOV, 1963),
- ◆ *Coronillo valentinae-Pinetum halepensis* (BARBERO et al., 1992),
- ◆ *Coronillo viminalis- Tetraclinetum articulatae* (BARBERO et al. 1992),
- ◆ *Rosmarino officinalis- Tetraclinetum articulatae* (FENNANE, 1982),

- ◆ *Junipero oxycedri-Tetraclinetum articulatae* (FENNANE, 1982),
- ◆ *Phillyreo mediae-Tetraclinetum articuatae* (FENNANE, 1982),
- ◆ *Lonicero implexae-Tetraclinetum articulatae* (FENNANE, 1982),
- ◆ *Tetraclinetum articulatae- juniperetum turbinatae* (BARBERO et al, 1992),
- ◆ *Tetraclino-Euphorbietum resiniferae* (FENNANE, 1988),
- ◆ *Lavandulo dentatae- Tetraclinetum articulatae* (FENNANE, 1982),
- ◆ *Polygalo balansae-Tetracinetum articulatae* BARBERO et al, 1992),
- ◆ *Quercu rotundifolia- Tetraclinetum articulatae* (FENNANE, 1988),
- ◆ *Cytiso fantanesii- Pinetum halepensis* (ACHHAL, 1988),
- ◆ *Agrolobo linneani- Pinetum halepensis* (ACHHAL, 1988),
- ◆ *Genisto sparsiflorae-Tetraclinetum articulatae* (FENNANE, 1988)
- ◆ *Junipero phoenicea- Tetraclinetum articulatae* (FENNANE, 1988),
- ◆ *Tetraclino-Cyclaminetumpersici* (EL HAMROUNI, 1979),
- ◆ *Junipero oxycedri-Pistacietum lentisci* (ACHHAL, 1986),
- ◆ *Leuzeo coniferae- Pinetum halepensis* (QUEZEL et al, 1987)
- ◆ *Ampelodesmo mauritanicae-Tetraclinetum articulatae* ( HADJADJ, 1991)
- ◆ *Genisto quadriflora –Tetraclinetum articulatae* (HADJADJ, 1995),
- ◆ *Rhuo pentaphylla- Tetraclinetum articulatae* (HADJADJ, 1991),
- ◆ *Rhamno oleoides- Tetraclinetum articulatae* (HADJADJ, 1995),

Deux associations ont été observées au niveau de ce groupement de formation pré forestière en Algérie occidentale :

- ◆ *Calicotomo intermediae-Tetraclinetum articulatae* (BARBERO et al, 1981) : groupement plus ou moins ouvert à thuya en Algérie occidentale et au Maroc.
- ◆ *Quercetum cocciferae rotundifolia* (HADJADJ, 1991) : elle est représentée au niveau de l'Atlas Tellien Oranais. Trois sous-associations s'intègrent à cette association : **Pinetosum, Juniperetosum oxycedri** et **Lavanduletosum staechadi**.

La dégradation de ces formations prés forestiers provoqués par l'impact anthropique induit une dynamique régressive qui parfois semble irréversible. En effet, partout l'ouverture du milieu entraîne la pénétration des espèces de matorral des Ononido Rosmarinetea et de pelouses, ce qui ne facilite pas leurs interprétations.

### Association du Thuya

L'appartenance des groupements forestiers et pré forestières, individualisés pour le thuya de Berbérie à la classe des Quercetea ilicis ne pose aucun problème après les travaux de ACHHAL et al (1980), BARBERO, QUEZEL, RIVAS-MARTINEZ (1981), BENABID (1982) et FENNANE (1987).

A l'intérieur de cette classe, les formations à thuya caractérisent essentiellement les aspects prés forestiers des paysages Ibero-Maghrebins (RIVAS-MARTINEZ, 1974). A ce niveau, elles développent une grande variété de groupements potentiels (QUEZEL et BARBARO, 1986).

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

Les espèces caractéristiques de la *Tétracinaie* sont essentiellement : *lavandula multifida*, *Cistus villosus*, *Teucrium polium*, *Ebennus pinata*, *Osyris lanceolata*.

Le même auteur cite les espèces les plus communes dans le sous bois des callitraies :

#### Bloc oriental (Oranie et Maroc oriental et rifain).

<i>Pinus halepensis</i>	<i>Rosmarinus tournefortii</i>
<i>Olea europea</i>	<i>Rosmarinus officinalis</i>
<i>Ceratonia siliqua</i>	<i>Globularia alypum</i>
<i>Pistacia lentiscus</i>	<i>Cistus ladaniferus</i>
<i>Quercus coccifera</i>	<i>Ampelodesma mauritanicum</i>
<i>Rhamnus alaternus</i>	<i>Stipa tenacissima</i>
<i>Arbutus unedo</i>	<i>Erica multiflora</i>
<i>Withania frutescens</i>	<i>Lonicera implexa</i>
<i>Phillyrea Media</i>	<i>Lavandula dentata</i>
<i>Calycotome intermedia</i>	<i>Anthyllis cytisoides</i>

#### Bloc méridional et central

<i>Euphorbia resinifera</i>	<i>Fraxinus dimorpha</i>
<i>Genista ferox</i>	<i>Cistus monspeliensis</i>
<i>Lavandula stoechas</i>	<i>Rhus pentaphylla</i>

*Periploca laevigata*

*Pistacia atlantica*

*Cistus salvifolius*

*Stipa tenacissima*

L'association du thuya se rapproche beaucoup de celle du pin d'Alep sauf par l'absence des plantes indicatrices aussi caractéristiques que le *Rosmarinus officinalis* et *Globularia alypum*.

ALCARAZ (1982) et FENNANE (1988) ont décrit deux groupements à thuya sur la végétation de l'Ouest Algérienne :

- Groupement sur sols calcaires au semi-aride supérieur chaud, qui s'est distingué par leur richesse en *Satureja fontanesii*, *Arisarum vulgare* ; *Asparagus stipularis* et *Withania frutescens*.
- Groupement avec abondance de *Quercus coccifera*, *Calycotome intermedia*, *Ampelodesma mauritanicum*, *Chamaerops humilis*, *Ceratonia siliqua*, *Lavandula stoechas* et *Lavandula dentata*.

Au Maroc, des groupements locaux de la tétraclinaie de l'Amsittène ont été décrit par BENABID (1976) ; sont caractérisés par une végétation très spéciale montrant un mélange d'éléments endémiques tropicaux, Macaronésiennes et Méditerranéens.

- Au niveau du sous-étage Eu-méditerranéen dans la série du chêne et du thuya :
  - un groupement *Quercus ilex* et *Arbutus unedo*,
  - un groupement à *Tetraclinis articulata* et *Cistus villosus*,
  - un groupement acidiphile à *Halimium halimifolium* et *cistus salvifolius*,
  - un groupement à *Tetraclinis articulata* et *salvia interructa*,

Ces quatre groupements appartiendraient aux *Pistacio-Rhamnetalia alatarni*.

- Au niveau du sous-étage Thermo-méditerranéen supérieur dans la série normale du thuya :
  - un groupement à *Tetraclinis articulata*, *Olea europea* et *Pistacia lentiscus*,
  - un groupement à *Tetraclinis articulata* et à herbacées,
  - un groupement à *Tetraclinis articulata* et *Genista tricuspida*,
  - un groupement à *Tetraclinis articulata* et *Globularia alypum*,
  - une association rupicole à *Teucrium rupestre* et *Sonchus pinnatifidus*.
- Au niveau du sous-étage Thermo-méditerranéen inférieur dans la série mixte du thuya et de l'arganier :
  - un groupement à *Tetraclinis articulata* avec *Gymnosporia senegalensis* et *Periploca laevigata*,
  - un groupement à *Tetraclinis articulata*, *Argania spinosa* et à herbacées,
  - une association à *Tetraclinis articulata*, *Argania spinosa* et *Lavandula dentata*,

-un groupement saxicole à *Tetraclinis articulata*, *Argania spinosa* et *Warionia saharea*,

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

➤ Au niveau du sous-étage Infra-méditerranéen supérieur dans la série du thuya et de l'arganier :

-un groupement à *Tetraclinis articulata*, *Argania spinosa* avec *Genista tricuspidata* et *Lavandula dentata*. Celui-ci appartiendrait aux *Tetraclinido-Arganietalia*.

Plus récemment, DEKKAK (2002) a mis en évidence cinq associations dans le bloc méridional Marocain par une analyse factorielle des correspondances reliant 12 stations (à différentes altitudes, sur des substrats divers, à des positions et à des situations géographiques variables) avec des espèces caractéristiques traduisent, par leur présence, certaines conditions précises du milieu qui sont celles de l'association ; ces associations sont :

- *Le Polygalo balansea-Tetraclinetum* : il constitue une unité importante du *Tetraclinetum-Juniperenion*, cette association est relativement plus xérophile et plus thermophile que *Quercu-Tetraclinetum*,

-*Lavandulo dentateae-Tetraclinetum* : l'association est rattachée au *Tetraclinetum-Juniperenion* par la présence de *Polygalo balansea* et *Juniperus oxycedrus* ; son aire est située sur des altitudes de 1000 m à 1300 m. l'optimum bioclimatique de l'association se situe dans le semi-aride moyen et supérieur frais à tempéré sur des substrats très variés.

-*Genisto sparsiflorae-Tetraclinetum* : cette association est bien reconnaissable par l'abondance de *Genista tricuspidata*, *Cistus villosus*, *Ceratonia siliqua* et *Genista ferox*. L'optimum bioclimatique de l'association se situe dans le semi-aride moyen tempéré avec une précipitation moyenne annuelle variant de 300 à 350 mm et de substrats calcaires.

-*Junipero phoeniceae-Tetraclinetum* : L'*Argania spinosa* et le *Periploca laevigata* sont très fréquents dans cette association ; c'est une formation à thuya et genévrier rouge sur des terrains plats constitués de sable fixés, dans un climat semi-aride moyen chaud avec des précipitations annuelles de 280 mm.

- *Tetraclino articulatae-Arganietum spinosae* :

Au contact des zones arides subissant l'influence océanique (Sud-Ouest Marocain), les tétraclinaies de physionomie présteppe s'intègrent plutôt aux *Acacio-Arganietalia* et semblent constituer une sous-alliance spéciale *Tetraclino-Arganienion spinosae*. (HADJADJ 1995).

Cette association est composée essentiellement par *Acacia gummiferae* et *Tetraclino Juniperenion* avec d'autres espèces comme *Artemisia herba alba* et *Ephedra major*. Elle est

liée à l'étage bioclimatique semi-aride inférieur et aride supérieur frais avec même été très chaud et un substrat grésopélitiques rouge.

AIME (1991) a lié les Tétraclinaies du littoral Oranais à l'association Calicotomo-Tetraclinetum articulata (BARBERO et al, 1981) et plus précisément à la sous associations **Tetraclinetosum**, variante à *Lavandula dentata* de QUEZEL et al. (1988) qui s'intègre dans l'association. Quand à HADJADJ (1995), il distingue trois sous associations au sein de cette association :

-*Eriocetosum arborea* : qui se distingue par un cortège floristique à dominante calcifuge et en particulier *Erica arborea* et *Arbutus unedo* ; il semble avoir des relations avec les quelques rares subéraies du littoral.

-*Daphnetosum gnidii* : s'individualise par *Daphne gnidium* et *Arisarum vulgare* et la présence quasi constante de *Brachypodium ramosum* qui est une excellente caractéristiques de la Tétraclinaie d'après ALCARZ (1969).

- *Oleetosum sylvestris* : le cortège floristique est à peu près le même que celui des deux sous associations précédentes mis à part *Olea europea* var. *sylvestris* qui est plus fréquentes.

Une autre association *Erico arboreae-Myrtetum communis* (QUEZEL et al, 1988) se développe sur les substrats gréseux, sableux ou schisteux en majorité décarbonatées, situé principalement entre la région de Sidna Youchaa et Honaine. Cette association est décrite par HADJADJ (1995) comme un maquis arboré où la strate arborescente est occupée par le thuya où le chêne liège à un degré moindre. La pénétration du thuya est considérée comme signe de dégradation des chênaies du littoral (HADJADJ, 1995). L'originalité floristique de ce groupement réside dans la combinaison très particulière d'*Erica arborea* et *Tetraclinis articulata* et la coexistence pied à pied des espèces de bruyères de comportement écologique différentes, *Erica arborea* (calcifuge stricte) et *Erica multiflora* (Calcicole).

Ces associations montre qu'on est dans l'aire de la Tétracinaie où le thuya trouve son optimum écologique.

☛ Cette dégradation engendre le plus souvent des matorrals où dominent les chamaephytes et qui se rattachent à la classe des Ononido Rosamrinetea où s'individualiser deux associations d'après les travaux de QUEZEL et al (1988), AIME (1991) et HADJADJ (1995).

- ☛ ❖ Lavandulo dentata- Ericetum multiflora (HADJADJ, 1995) : est représenté par des matorrals arborés où *Erica arborea* et *Lavandula dentata* sont constamment présentes et elle présente deux faciès :

-faciès liés au substrat marnocalcaire : il est différencié par *Genista tricuspata*, au sein de laquelle, *Rosmarinus tournefortii*, *Bupleurum balansae* et *Cistus sericeus* sont les mieux représentées.

-faciès sur substrat sableux et siliceux : se différencié par un aspect préforestiers avec *Juniperus phoenicea*, *Arisarum vulgare*, *Ampelodesma mauritanicum* et *Quercus coccifera*.

❖ Ruto chalepensis- Cistetum heterophylli (HADJADJ, 1995) : ce groupement présente une physionomie de matorral arboré, piqueté de *Tetraclinis articulata* et *Pistacia lentiscus* accompagnées des espèces suivantes : *Cistus heterophyllus*, *Rosmarinus officinalis*, *Globularia alypum*, *Fumana thymifolia* et *Stipa tenacissima*.

HADJADJ (1995) a distingué quatre faciès dont un seul présente au niveau du littoral des Traras. Ce faciès est différencié par *Genista umbellata* et *Juniperus phoenicea* indiquant la proximité de la mer. Il s'agit de *Helianthemo caput-felis* - Cistetum heterophyllie (QUEZEL et al, 1988). Cette cistaie occupe essentiellement les substrats carbonatés à encroûtement peu compact et elle dérive du *Calicotomo intermedia-tetraclinetum articulatae* et semble représente le faciès de dégradation de toutes les *Tetraclinaie* du littoral Oranais.

Sur les versants sud littoraux oranais mais aussi dans l'Algérois, HADJADJ (1991) a décrit une association *Rhuo pentaphyllae-Tetraclinetum articulatae* qui réunit côte à côte le thuya et le pistachier de l'Atlas vers 700m d'altitude à Ouled Mimoun et les monts de Tlemcen. Mais également, nous avons signalé cette association à Maghnia (400m d'altitude).

Elle est considérée comme un groupement des plus xérophiles et la vicariante de l'association Marocaine (*Rhuo pentaphylla* - *Pistacietum atlanticae*).

### **Association du pin d'Alep :**

Sur le plan phytosociologique, les forêts de pin d'Alep relèvent de la classe des *Quercetea ilicis* (MAIRE, 1926 ; BRAUN BLANQUET, 1936 ; RIVAS MARTINEZ, 1975).

Cette classe est représentée sur le plan physiognomique par une végétation ligneuse xérique, traduit le plus fidèlement les conditions climatiques de la région méditerranéenne.

L'association du *Pinetum halepensis* Mill, est essentiellement méditerranéen de caractère xérophile et thermophile. Le sous bois est dense et de hauteur inférieur à 2m.

Sous les pins méditerranéens, la végétation est tout simplement celle de garrigue ou de maquis. LETREUCH (1981), KADIK (1983), EL HAMROUNI (1992), DAHMANI

(1996) ont souligné que les formations à pin d'Alep sont assez pauvres du point de vue floristique mais offrant quelques éléments endémiques notamment sur les substrats marneux, sont particulièrement *Hedysarum naudini* et *Genista spinulosa*.

KADIK (1987) a montré que le pin d'Alep Sur le littoral, en bioclimat Subhumide chaud sur un sol à texture fine, est fortement concurrencé par les autres mieux adaptées à ces conditions écologiques et dérivant souvent des formations à chêne Kermès et d'olivier lentisque et à chêne liège.

Le pin d'Alep constitue en Algérie, avec *Juniperus turbinata*, les peuplements pré-steppiques ceinturant les steppes et surtout les steppes à alfa avec lesquelles il présente des rapports de toutes évidences privilégiés, où il constitue souvent des stades de dégradations de type pré steppiques.

Les formations mixtes à pin d'Alep et chêne vert s'intégraient dans l'association *Genista microcephalae*- *Rosmarinetum officinalis* (DAHMANI, 1997) qui appartient à la classe des *Rosmarinetea officinalis*.

La nouvelle association décrite par DAHMANI (1997) *Helianthemo racemosi*-*Genistetum atlanticae* correspond aux formations dégradées à Pin d'Alep, chêne vert avec ou sans chêne kermès et thuya. La présence de Chêne kermès dans cette association atteste de sa thermophilie.

Le pin d'Alep est généralement associé sur les hautes plateaux et l'Atlas saharien à *Rosmarinus tournefortii*, *Globularia alypum*, *Cistus ladaniferus* et *stipa tenacissima* qui indique la dégradation de la forêt (QUEZEL, 1999).

Quelques soit le type de l'association, on constate la présence constante du *Rosmarinus tournefortii* et *Globularia alypum*. Ce sont les plantes caractéristiques de la pineraie ; même lorsque celle-ci disparaît demeurent témoins de la pinède (BOUDY, 1948).

Il faut signaler que dans la zone d'étude, le pin d'Alep est considéré comme un intrus dans les autres groupements.

L'analyse de la composition floristique de ces peuplements ne nous permet pas de tirer un cortège original composé d'espèces liées seulement à la série de pin d'Alep.

En effet, cette espèce envahit les formations stables à *Juniperus phoenicea* et *juniperus oxycedrus subsp macrocarpa* des bordures littorales (KADIK, 1987).

Cette espèce s'introduit aussi dans les groupements à thuya et chêne kermès des zones sublittorales.

Dans les stations à basse altitudes, Sur le littoral, on note la présence de nombreuses indicatrices thermiques, telles que : *Ceratonia siliqua*, *Olea europea*, *Myrtus communis*,

*Lavandula dentata*, *Erica multiflora*, *Quercus coccifera*. Il est généralement associé à *Phillyrea angustifolia* sbsp *eu-angustifolia*, *Lavandula multifida*, *Teucrium fruticans*, *Genista erioclada*, *Genista quadriflora*, *Halimium halimifolium*, *Globularia alypum*, *Calycotome spinosa*, et *Cistus villosus*.

Inversement, dans les monts de Tlemcen, au niveau des stations situées à partir de 900m d'altitude en exposition Nord, la présence de *Juniperus oxycedrus* Indique l'existence d'une ambiance climatique plus froide que dans les Traras.

Sur ce massif, les formations de pin d'Alep sont issues de la dégradation de la chênaie verte ; on note aussi la présence de *Tetraclinis articulata* dans des situations bien particulières (climat semi aride, sol profonds). Il est généralement accompagné par les espèces suivantes : *Cistus villosus*, *Cistus ladaniferus*, *Thymus ciliatus*, *Rosmarinus tournefortii*, *Ephera fragilis*, *Genista erioclada*, *Genista tricuspidata* et *Stipa tenacissima*.

Par ailleurs, le pin d'Alep envahit pratiquement toutes les formations par sa diversité d'adaptation, sa plasticité vis-à-vis du sol et du climat.

La réussite des reboisements à in d'Alep dans la zone s'explique par son installation le plus souvent sur es terrains dégradées.

### **Le *Juniperus phoenicea* :**

Sur le littoral Oranais, HADJADJ (1995) a présenté une sous association *Juniperetosum turbinata*, se différencie par un aspect préforestier avec *Juniperus phoenicea*, *Arisarum vulgare*, *Ampelodesma mauritanicum* et *Quercus coccifera*. Cette sous associations appartiennent à l'association : *Lavandulo dentatae-Ericetum multifora* avec un faciès sur substrat sableux.

Ce même auteur a distingué au sein de l'association *Ruto chalepensis- Cistetum heterophylli* quatre faciès dont un seul est présent au niveau du littoral des Traras. Ce faciès est différencié par *Genista umbellata* et *Juniperus phoenicea* indiquant la proximité de la mer. Il s'agit de *Helianthemo caput-felis -Cistetum heterophyllie* (QUEZEL et al, 1988).

L'absence totale de *Juniperus oxycedrus subsp macrocarpa* dans les relevés réalisées dans le littoral et la présence des arbustes de thuya et de genévrier rouge côte à côte jusqu'à quelques mètres au dessus du niveau de la mer montre qu'il ne s'agit plus là de la juniperaie dunaire décrite par ALCARAZ (1982) et AIME (1991) et qui représente le *Tetraclinetum mixte* à *Tetraclinis articulata*, *Juniperus oxycedrus subsp macrocarpa* et *Juniperus phoeniceae*, mais d'un autre type propre au littoral des Traras. Ce dernier n'a fait l'objet d'aucune étude phytosociologique ou phytoécologique.

Le genévrier est souvent associé au lentisque, et domine avec lui la strate buissonnante. Sur le littoral, il est fortement concurrencé par le pin d'Alep et le thuya (MEDJAHDI, 2001).

### Le *Juniperus oxycedrus* :

L'oxycède, à l'évidence, une essence du climat subhumide et semi aride, très plastique de tempérament robuste et possède une grande faculté.

Du point de vue groupements végétaux, le *Juniperus oxycedrus* constitue et contribue à différents groupements auxquels peuvent participer le *Quercus ilex*, et le *Pinus halepensis*, à des niveaux altitudinaux supérieurs. Vers la limite inférieurs de son territoire dans la zone d'étude, il entre en contact avec le *Tetraclinis articulata* et le *Quercus suber* sur les versants sud.

QUEZEL (2000) a souligné que le genévrier oxycède est une espèce continentale souvent associée au pin d'Alep et au chêne vert.

DAHMANI (1994) a signalée que le groupement qui s'individualise, dans les monts de Tlemcen, autour de *Juniperus oxycedrus*, semble constituer avec *Jasminum fruticans*, *Inula montana*, *Asparagus acutifolius*, *Cistus villosus* et *cistus monspeliensis* un faciès de dégradation de la chênaie verte.

Un groupement particulier est identifiée par le même auteur dans la région de Tiaret. Il s'agit des matorrals dégradées à chêne vert où le genévrier oxycède est associé à *Arbutus unedo*, *phillyrea latifolia*, dont l'ouverture favorise le développement des matorrals à *Halimium halimifolium*.

Une autre association *Centaureo tenuifoliae-Genistetum atlantiace* (DAHMANI, 1997) représente les matorrals bas à alfa –chêne vert- diss où figure le genévrier oxycède. Ce groupement est très clair occupé par des pelouses xérophytiques.

Certains matorrals à chêne vert, genévrier oxycède et genévrier rouge de l'Atlas saharien appartient à l'alliance *Junipero oxycedri-Rhamnion atlanticae* (QUEZEL et al 1986). Les espèces caractéristiques ; *Juniperus oxycedrus*, *Chamaerops humilis subsp argentea* et *Juniperus turbinata*.

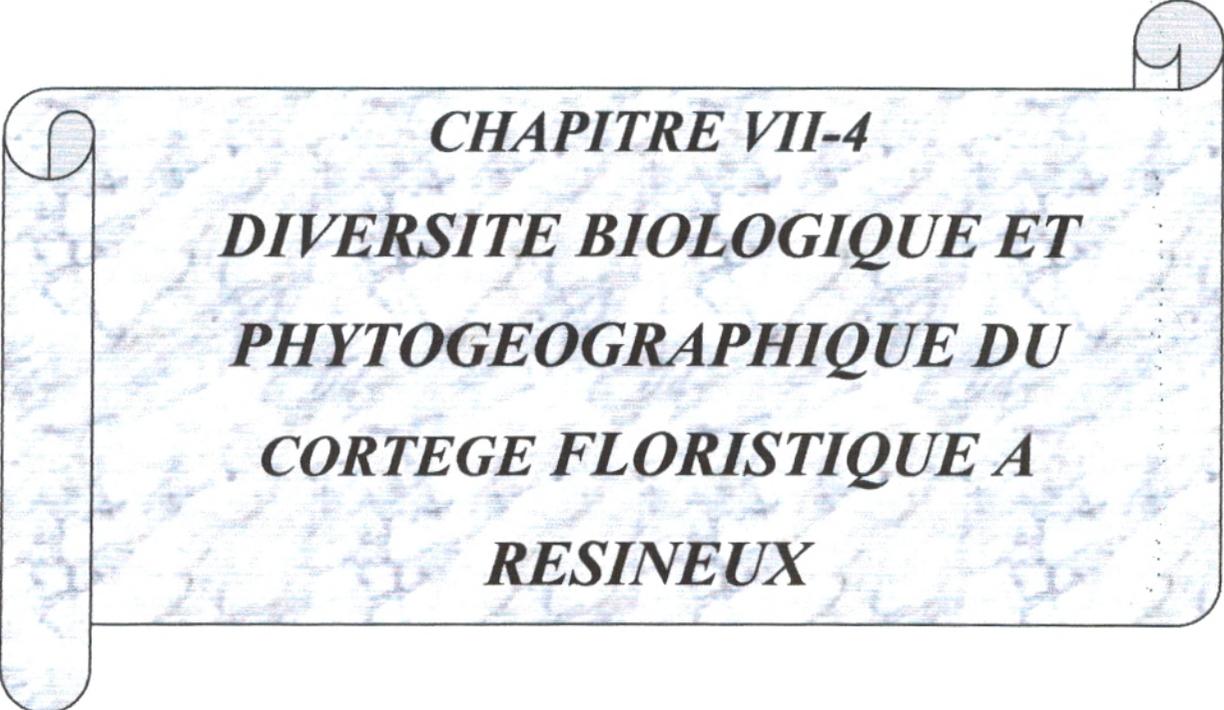
Cependant, sur le plan phytosociologique, il n'est pas aisé de distinguer des caractéristiques propres aux unités organisés par l'oxycède.

### **Conclusion :**

La zone étudiée est occupée par la série de quatre essences arborescentes : le genévrier rouge, le thuya, Le pin d'Alep et le chêne vert à laquelle appartient le genévrier oxycèdre.

Suite à cette diagnose phytosociologique des pays du Maghreb et même de la zone d'étude, il est évident que ces essences et leurs séries dynamiques se regroupent dans les deux principales classes phytosociologiques ; *Quercetea ilicis* pour les formations forestières et pré forestières ; dont La quasi-totalité des formations végétales qui appartiennent à cette classe s'englobent dans l'ordre des *Pistacio Rhamnetalia alaterni*, et les *Ononido Rosmarinetea* pour les formations les plus ouvertes de matorrals. Si la dégradation est plus intense, il y a substitution des espèces de matorrals appartenant aux *Thero-Brachypodietea* et *Stellarietea mediae*.

En effet, l'homogénéité de la flore aggravée par l'action destructrices de l'homme est à l'origine de la disparition d'une grande partie de ces formations et par conséquent l'élimination de beaucoup d'alliances et associations liés à ces espèces et remplacée par d'autres classes, ordres, alliances et associations plus thermoxérophiles.



**CHAPITRE VII-4**  
**DIVERSITE BIOLOGIQUE ET**  
**PHYTOGEOGRAPHIQUE DU**  
**CORTEGE FLORISTIQUE A**  
**RESINEUX**

## 1- Introduction

Dans un bilan établi par QUEZEL et al. (1999) la forêt méditerranéenne est composée d'environ le double des espèces (247) ligneux par rapport aux forêts Européennes (13 espèces).

Cette disparité est également perceptible au niveau des genres puisque 34 sont présents exclusivement en forêt méditerranéenne, contre 07 en Europe. En fait ce n'est qu'au niveau des rosacées, que les forêts européennes offrent un bilan spécifique plus élevé que les forêts méditerranéennes (QUEZEL et al, 1999).

Dans ce contexte, un travail récent a été établi par BARBERO et al. (1999) dans le but d'établir un listing des espèces afin d'expliquer et de témoigner de la richesse du pourtour méditerranéen.

La position géographique de l'Algérie et la diversité des sols et des climats a permis d'enrichir et de varier la flore. Des études établies en Algérie sur la végétation au niveau de la forêt Algérienne témoignent que le patrimoine végétal fait partie de la forêt méditerranéenne très riche et très diversifié.

Il est connu, depuis la première synthèse phytogéographique de MAIRE (1926), que les territoires botaniques de l'Algérie appartiennent à l'empire holarctique, à la région méditerranéenne et à la région saharienne.

Concentrée surtout dans le Nord du pays, cette flore non cultivée ou forêt est très inégalement répartie sur l'ensemble du territoire. De type essentiellement méditerranéen reste fragile et sensible. Elle est constituée par un certain nombre d'essences étroitement liées au climat et en général peu productives.

La flore Algérienne est réputée par sa diversité et ses espèces. Elle compte environ 3139 espèces (5402 avec les sous espèces et variétés). Celles qui sont remarquable par leur faible fréquence avoisinent 1300 espèces dont 314 assez rares, 330 très rares et 35 rarissimes (R.N.E 2000). Par ailleurs il existe, 600 espèces endémiques parmi lesquelles 197 sont Algériennes, 104 algéro-marocaine, 50 algéro-tunisiennes, 165 maghrébines et 64 typiquement sahariennes.

Sur les 70 espèces taxons arborés que comporte la flore spontanée algérienne (QUEZEL et SANTA, 1962-1963), 52 espèces se rencontrent dans les zones montagneuses dont 13 espèces sont résineuses (KHELIFI, 2002)

La végétation de la région de Tlemcen offre un paysage botanique excentrique et très diversifié. Elle présente un bon exemple d'étude de la diversité végétale ; et surtout une intéressante synthèse sur la dynamique naturelle des écosystèmes depuis le littoral jusqu'aux steppes.

Nous présentons dans cette étude une analyse des groupements à résineux du point de vue systématique, biologique et phytogéographique.

## **2. Composition systématique :**

Le cortège floristique à résineux dans la zone d'étude comporte **338** espèces soit **10.7%** de la flore Algérienne. Elle appartient aux sous embranchement des gymnospermes et angiospermes ; avec **66** familles et **227** genres. Ce qui représente près de **51%** des familles existantes dans la flore d'Algérie avec environ **21%** des genres.

Les espèces des angiospermes dominent largement par leur nombre et représente un pourcentage de **98.8%** contrairement aux gymnospermes qui restent extrêmement faible (**1.18%**) ; malgré leur importance du point de vue densité.

Ces derniers, sur lesquels porte notre travail, sont représentés par deux familles (Pinacées et Cupressacées), **3** genres et **4** espèces.

La répartition entre les familles dans la zone d'étude n'est pas homogène. Les familles les mieux représentées sur les plans génériques et spécifiques sont : les Astéracées (47), les fabacées (40), les Lamiacée (26), les Poacées (24), les Liliacées (19), les Cistacées (15), les Brassicacées (11) et Apiacées (10). De nombreuses autres familles sont monogénériques et parfois même monospécifique (Pinacées, Apocynacées, Césalpinées, Globulariacées).

## **3. CARACTERISATION BIOLOGIQUE :**

### **3.1. Classification biologique des plantes:**

La structure global d'une communauté végétale est déterminée par la combinaison de la structure des différentes plantes la composante.



Les formes de vie des végétaux représentent un outil privilégié pour la description de la physionomie et de la structure de la végétation. Elles sont considérées selon **RAUNKIAER (1904-1907)** comme une expression de la stratégie d'adaptation de la flore et de la végétation aux conditions du milieu.

Selon GONDARD (2001) les types biologiques apparaissent comme le trait de vie dominant.

Comme toute classification, elle permet d'établir le spectre biologique du groupement, donc de fournir un élément complémentaire à sa définition. La plus satisfaisante, bien qu'elle ne soit pas parfaite, est celle de **RAUNKIAER**. Il met l'accent sur les caractères et la situation des bourgeons qui abritent ces tissus.

Parmi les principaux types biologiques, définis toujours par **RANKIAER (1904)**, nous pouvons évoquer les catégories suivantes:

**Phanérophytes (phaneros = visible)** : plantes vivaces, principalement arbres et arbrisseaux, les bourgeons pérennes situés sur les tiges aériennes dressées et ligneuses, à une hauteur de plus de 25 cm au-dessus du sol.

On peut les subdiviser en Nanophanérophytes avec une hauteur inférieure à 2m ; en Microphanérophytes chez lesquels la hauteur peut atteindre 2 à 8 cm et les Mésophanérophytes qui peuvent arriver à 30cm et plus.

On distingue également des phanérophytes ligneux (arbres, arbustes, arbrisseaux), herbacés (régions tropicales humides), succulents (Cactées et Euphorbes des déserts) et grimpants (lierre, lianes des forêts tropicales).

**Chamaephytes (chamai = à terre)** : herbes vivaces et sous-arbrisseaux dont les bourgeons hibernants sont à moins de 25 cm au-dessus du sol, sur des pousses aériennes courtes, rampantes ou érigées, mais vivaces. Ces bourgeons peuvent jouir d'un certain abri (neige, effet de groupe...).

**Hémicryptophytes (cryptos = caché)** : plante vivace à rosettes de feuilles étalées sur le sol. Les bourgeons pérennants sont ici au ras du sol (l'appareil aérien de ces végétaux est donc très fragile et fugace - pas de présence de lignine) ou dans la couche superficielle du sol.

La partie aérienne est herbacée et disparaît à la mauvaise saison. On distingue notamment les formes en rosette ou à long rhizome rampant.

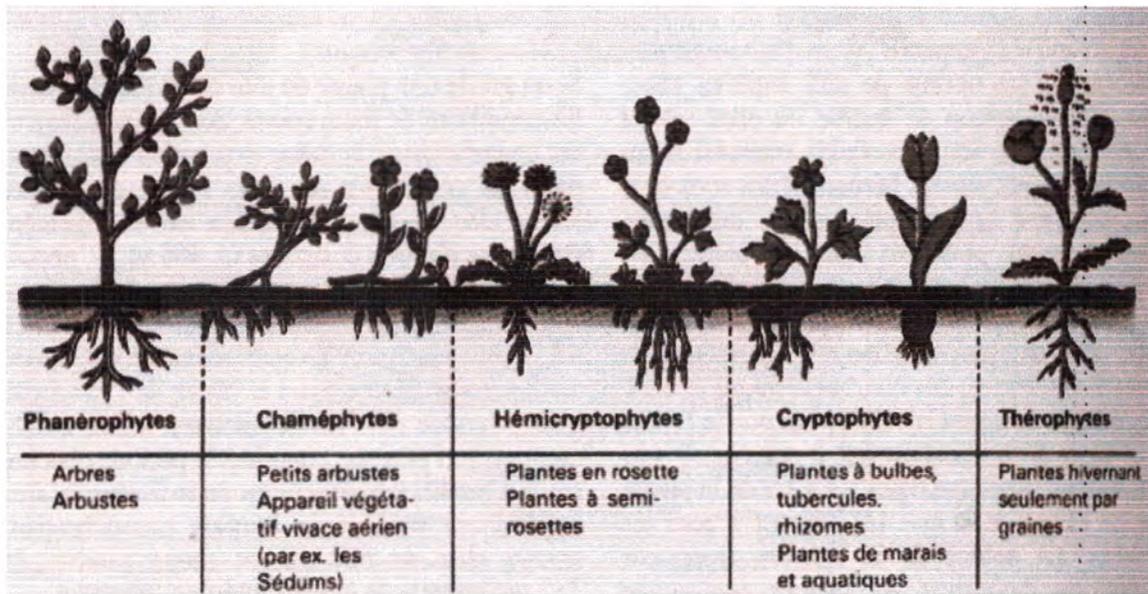
**Géophytes** : plante à organes vivaces. Ces végétaux ayant une partie aérienne particulièrement fragile et fugace, passent la mauvaise saison à l'aide de bulbes, tubercules ou rhizomes enfouis sous terre. Elles sont très communes dans les régions tempérées.

**Thérophytes (théros = été)** : plante annuelle à cycle végétatif complet, de la germination à la graine mûre. Ces végétaux représentent le cas limite de l'adaptation aux rigueurs climatiques. Ils passent en effet la mauvaise saison sous forme de graine.

Elles comprennent une courte période végétative et ne subsistent en effet plus à la mauvaise saison qu'à l'état de graines, de spores ou autres corps reproducteurs spéciaux.

Les types biologiques donnent une expression synthétique des autres traits de vie et ceci s'explique par le fait qu'ils intègrent à la fois des critères morphologiques et physiologiques.

Dans une zone donnée, un ou plusieurs types biologiques peuvent dominer une formation végétale. Ainsi, si des phanérophytes de grande taille dominent, on parlera de forêt, ce qui est très rare voire absent dans notre zone d'étude.



**Figure n° 54: Classification des types biologiques**

Le dénombrement des espèces par types biologiques est effectué sur la totalité des espèces inventoriées dans chaque station et la liste globale nous donne les compositions suivantes (voire tableau n° 43).

La répartition des types biologiques dans les stations d'étude suit les schémas suivants :

- Th>Ch>Ph>He>Ge: Ghazaouet, Honaine, Oued Meddah, Beni saf, Oued Lakhdar, Hafir, Oued Slissen.
- Th>Ch>Ge>Ph>He : Marssat Ben Mhidi et Sidi Moussa
- Th>Ph>Ch>He>Ge: Tlemcen et Sebdu.
- Th>Ch>He>Ge>Ph: Hammam Boughrara et Ouled Mimoun

- Th>Ch>He>Ph>Ge : la zone d'étude.

Pour les stations de Hammam Bougharara et Ouled Mimoun, les résultats obtenus montrent clairement son état dégradé. Elles sont dominées par les thérophytes, les chaméphytes et les hémicryptophytes.

Par contre les stations de Sebdou et Tlemcen, qui représentent des reboisement à pin d'Alep, les phanérophytes sont plus important que les chamaephytes et les hémicryptophytes

L'analyse des spectres biologiques pour les stations étudiées indique une dominance nette des thérophytes.

Par ailleurs, nous remarquons aussi une bonne représentation des chamaephytes dans les groupements à résineux à cause de leur bonne adaptation aux conditions d'aridité. Les hémicryptophytes et les phanérophytes occupent **10.68 %** et **9.49 %** dans la zone d'étude.

Plusieurs auteurs dont RAUNKER (1904), DAGET (1980), FLORET et al. (1990), ont traité les relations qui mettent en évidence les dépendances entre la distribution des types biologiques et les facteurs de l'environnement, notamment le climat (précipitations et températures) et d'autres facteurs comme l'altitude et la nature du substrat.

Pour BENABADJI et BOUAZZA (2002), « les chamaephytes sont mieux adaptées à la sécheresse plus que les phanérophytes, car ces derniers sont plus xérophiles ».

BENABAJI et al. (2004) ajoutent que le pâturage favorise d'une manière globale les chamaephytes souvent refusé par le troupeau.

LE HOUEROU (1980) souligne l'augmentation des Chamaephytes ligneuses dans les formations graminéennes par suite de surpâturage par les ovins et les bovins.

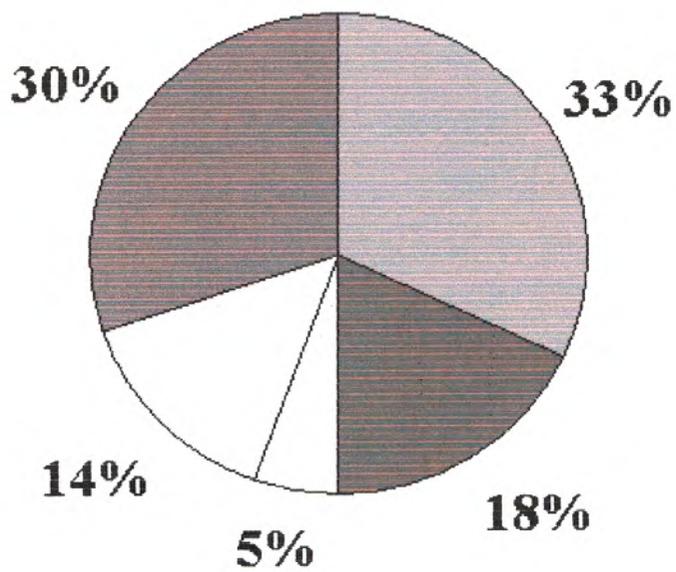
Les hémicryptophytes sont absents dans les sols pauvres en matière organique (BARBERO et al.1989). Selon certains auteurs, la dominance des hémicryptophytes constitue ensuite un obstacle pour l'installation des phanérophytes.

Les phanérophytes constituant les forêts et les broussailles représentent généralement la strate arborescente et la strate arbustive, les espèces caractéristiques sont :

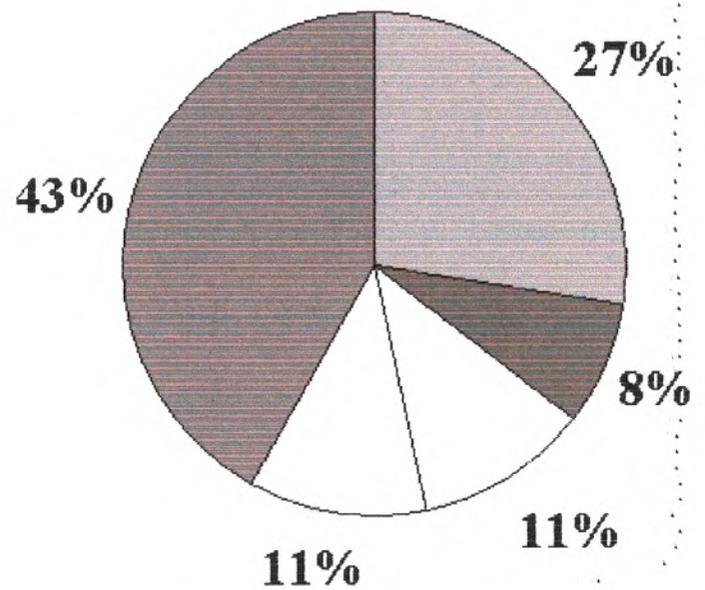
- Pinus halepensis*,
- Tetraclinis articulata*
- Juniperus oxycedrus*
- *Juniperus phoenicea*

DANIN et al. (1990) trouvent également des proportions plus importantes en géophytes en domaine méditerranéen qu'en domaine steppique (pour notre étude, Marsat Ben Mhidi : 14 ; sebdou : 1).

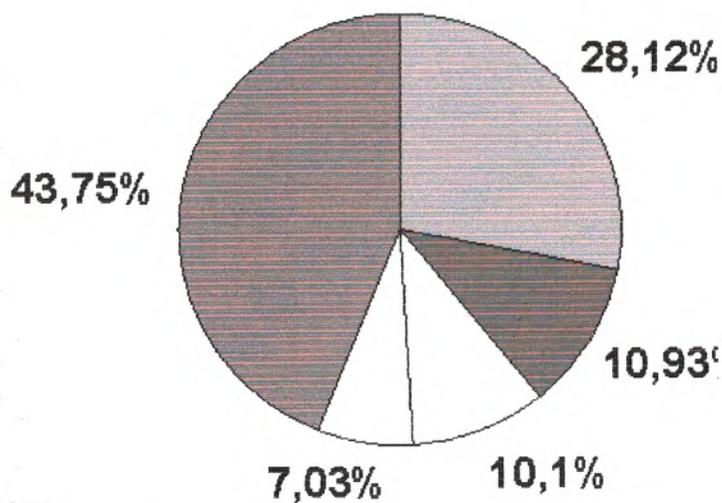
### Station de Sidi Moussa



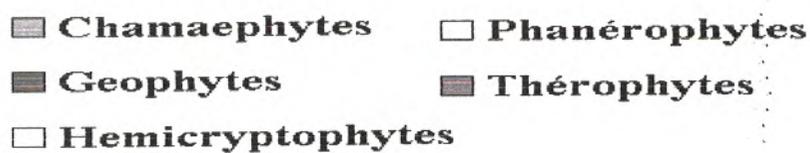
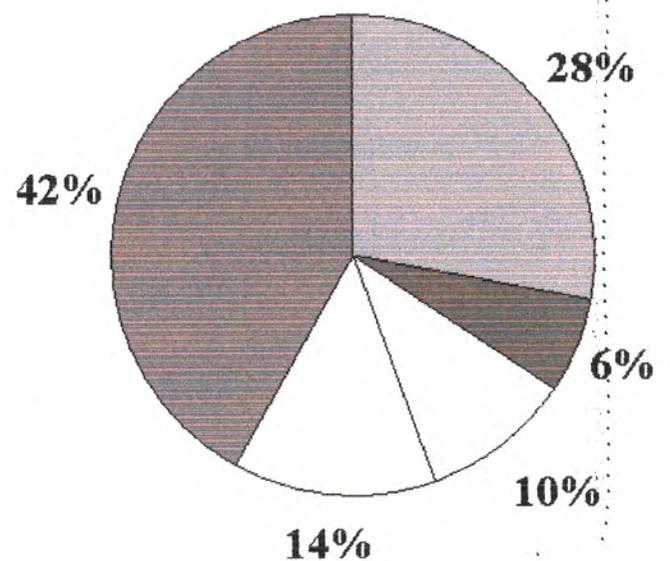
### Station de Honaine



### Station de Marsat Ben Mhidi

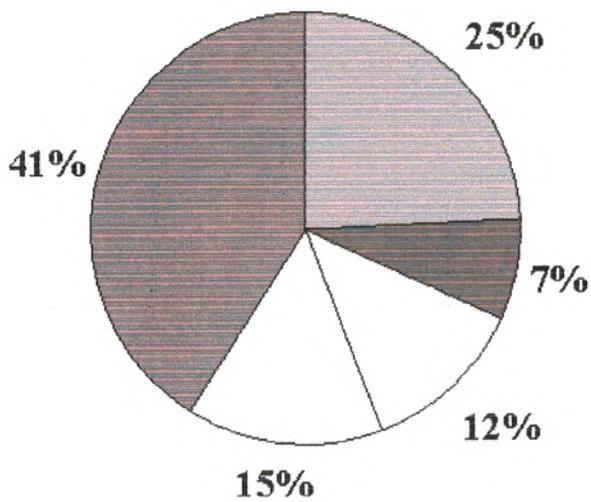


### Station de Ghazaouet

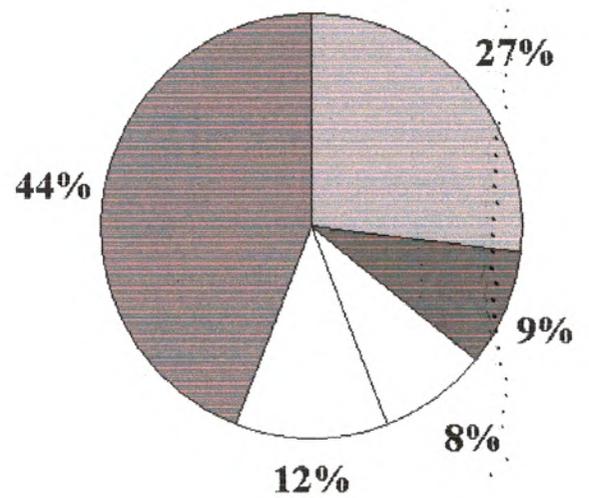


**Figure n°55a:** Types biologiques du cortège floristique à résineux des stations d'études.

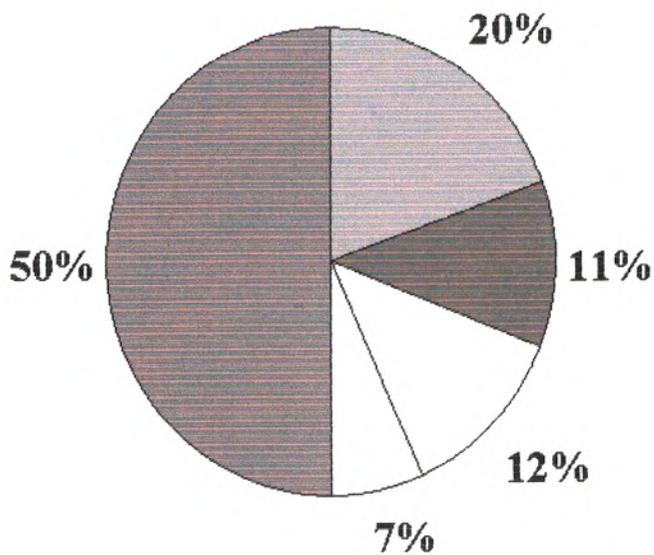
**Station de Oued Meddah**



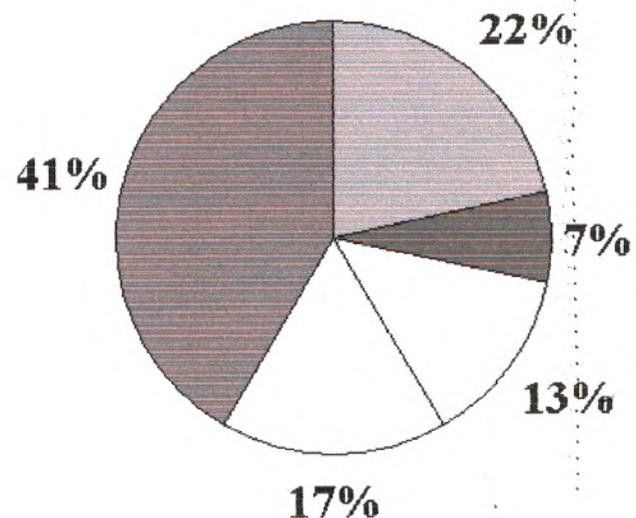
**Station de Beni Saf**



**Station de Hammam Boughrara**



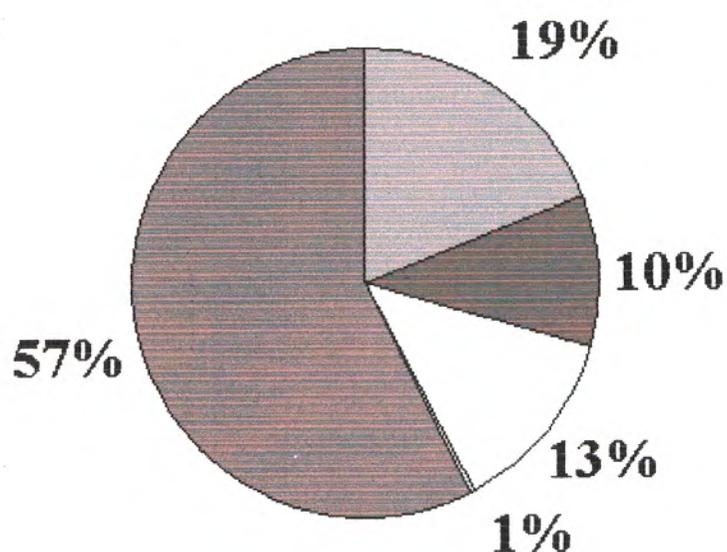
**Station de Oued Lakhdar**



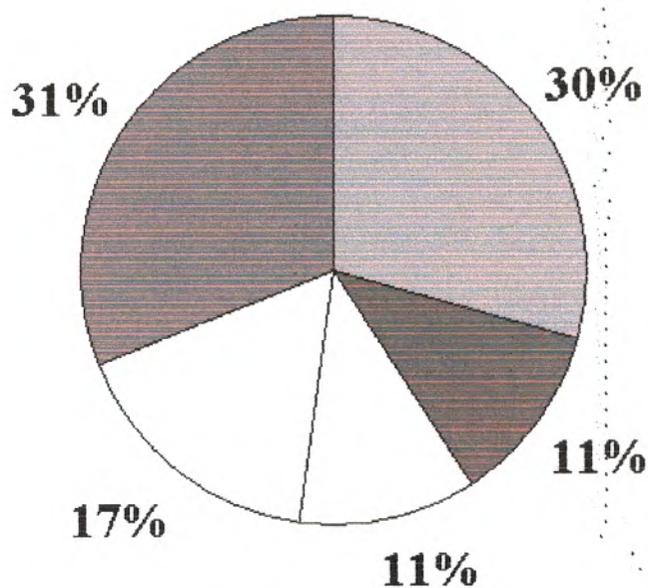
■ Chamaephytes      □ Phanérophytes  
■ Geophytes          ■ Thérophytes  
□ Hemicryptophytes

**Figure n°55b: Types biologiques du cortège floristique à résineux des stations d'étude.**

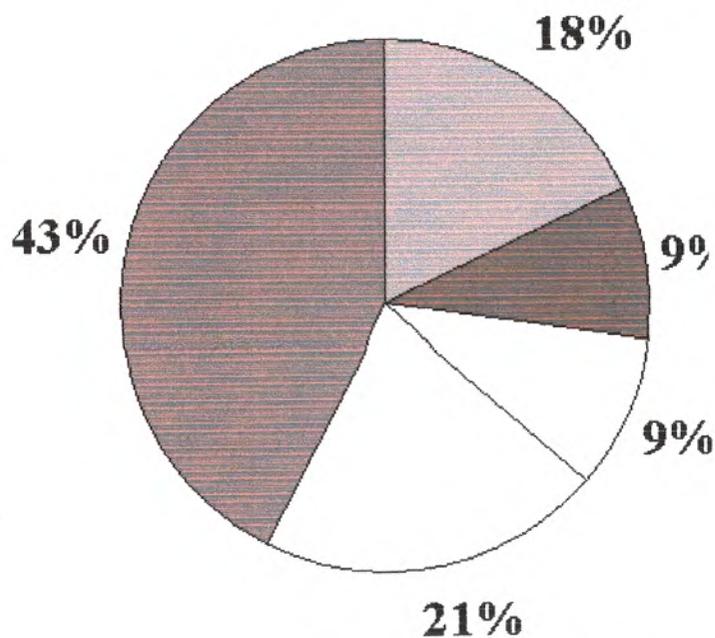
### Station de Ouled Mimoun



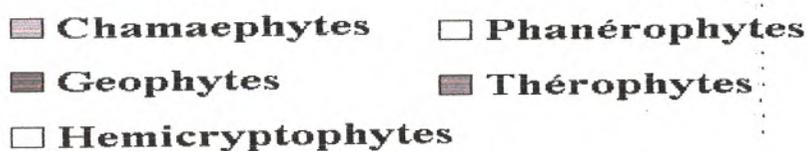
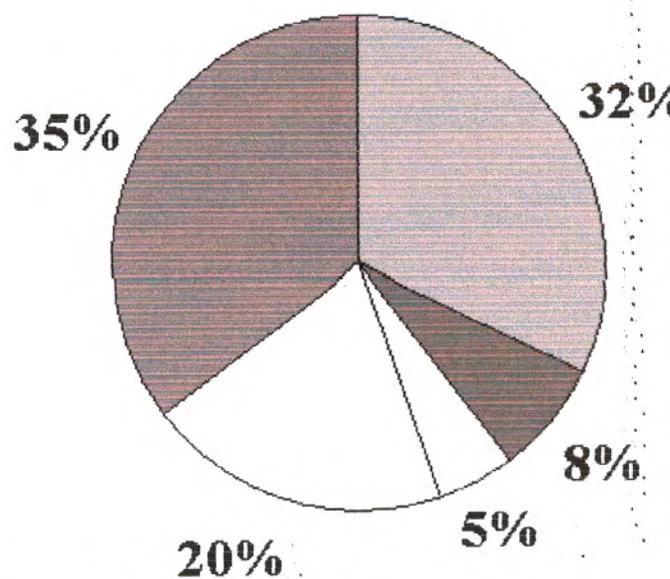
### Station de Hafir



### Station de Tlemcen

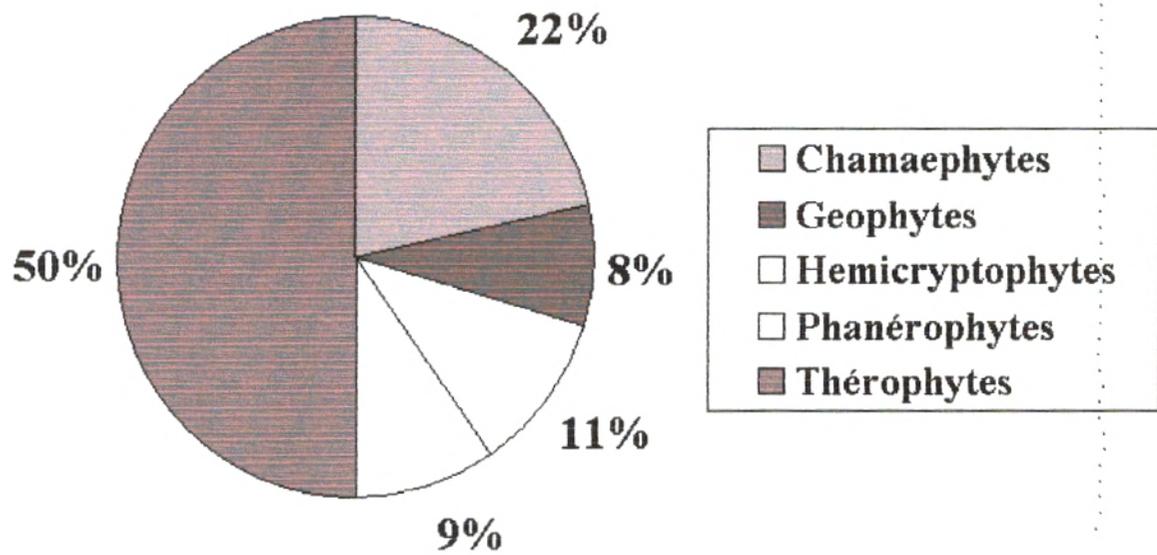
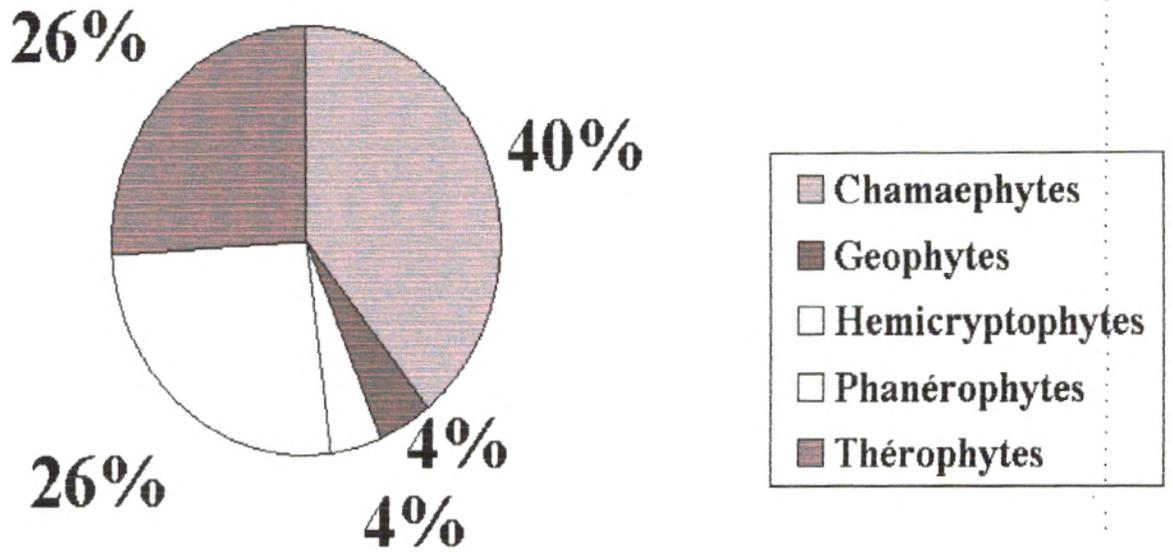


### Station de Oued Slissen



**Figure n° 55c:** Types biologiques du cortège floristique à résineux des stations d'études

**Station de Sebdou**



**Figure n°55d : Types biologiques du cortège floristique à résineux de la zone d'étude.**

D'après les travaux réalisés au Maroc, le taux des thérophytes augmente avec l'aridité et la chaleur de ces climats, alors que celui des hémicryptophytes diminue. Certains auteurs pensent que l'apparition des thérophytes est strictement liée aux pluies saisonnières et que ces derniers se développent difficilement en présence des pluies dans la saison chaude.

Ces éphémères semblent être influencés aussi par l'exposition Nord ou Sud et par le pâturage.

BENABADJI et al (2000) ont souligné que le pâturage détermine une augmentation plus modeste des thérophytes dans les versants méridionaux que dans les versants septentrionaux.

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

DAGET (1980) pense que le taux des thérophytes est lié, quelle que soit l'échelle de l'analyse et le niveau de perception adopté, à l'ouverture de la végétation et à l'humidité du milieu.

SAUVAGE (1960), GUAUSSEN (1963), NEGRE (1966), DAGET (1980), BARBERO et al. (1990) s'accordent pour présenter la "thérophytie" comme étant une forme de résistance à la sécheresse ainsi qu'aux fortes températures des milieux arides.

Pour GRIME (1997), la thérophytie est liée aux perturbations du milieu par le pâturage.

### **3-2 L'indice de perturbation :**

LOISEL et al (1993) ont calculé l'indice de perturbation qui permet de quantifier la thérophytisation d'un milieu.

Pour l'ensemble des cortèges à résineux, cet indice reste élevé par rapport aux résultats d'EL HAMROUNI en 1992 en Tunisie où il y a obtenu 70% comme valeur forte.

L'indice de perturbation étant de l'ordre de **71.21%** pour l'ensemble de la zone d'étude ; ceci montre nettement la forte dégradation des formations végétales et la forte pression anthropique exercée (Défrichements, pâturage, incendies et prélèvements).

Ces taux élevés montrent la forte pression anthropozoogène que subissent ces formations végétales. L'importance de l'indice de perturbation est proportionnelle à la dominance des thérophytes.

$$IP = \frac{\text{Nombre de Chamaephytes} + \text{Nombre de Thérophytes}}{\text{Nombre total des espèces}}$$

**Nombre total des espèces**

#### **4-Les types morphologiques :**

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

L'accroissement des herbacées annuelles est due à l'envahissement des thérophytes qui sont en général des herbacées annuelles.

L'intervention de l'homme et son troupeau exerce une certaine influence sur la répartition des différentes classes des types morphologiques. LE FLOC'H (2001) affirmait que les ovins et les caprins apprécient différemment les espèces par types morphologiques principaux (Ligneux, dressés, herbacés vivaces, herbacées annuelles), les ovins apprécient les espèces annuelles et presque indifféremment du stade biologique où elles se trouvent alors que les caprins au contraire ne consomment que peu les annuelles.

#### **5-Diversité phytogéographique :**

L'analyse biogéographique des flores actuelles 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 et paléobotaniques.

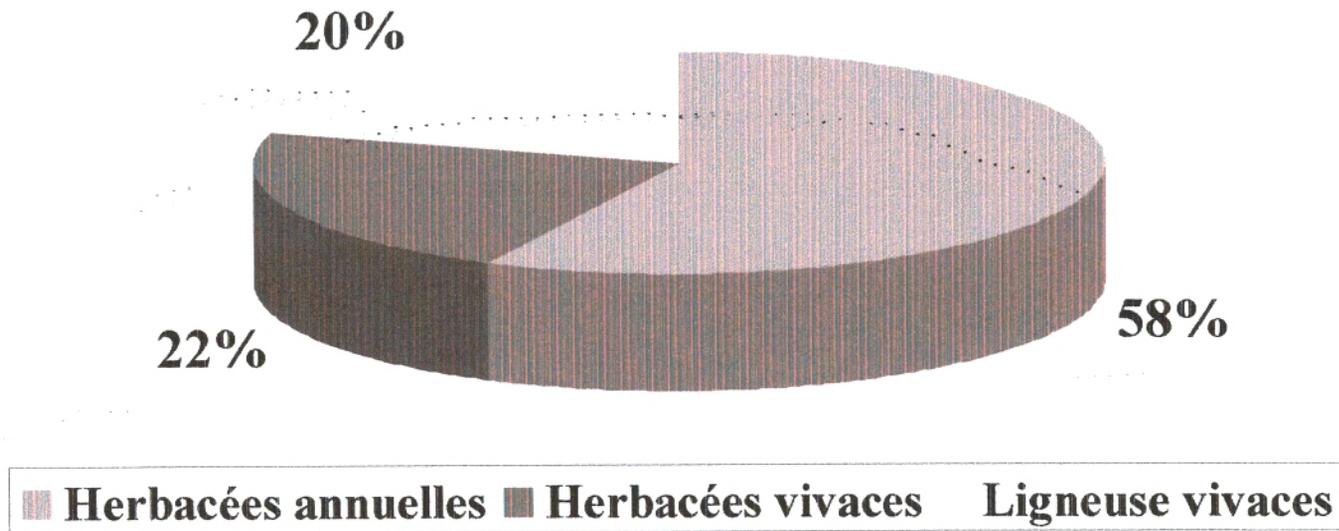
Les plantes destinées à être installées dans un milieu donné doivent trouver dans celui-ci des conditions écologiques convenables pour bien se développer. Des plantes nouvellement installées dans un milieu différent de celui d'où elles proviennent, subissent des stress importants.

Dans le même ordre d'idées, l'origine des essences forestières est de la plus haute importance en ce sens qu'elle détermine l'aptitude d'une essence à croître et à prospérer dans un milieu donné.

Elle constitue également « un véritable modèle pour interpréter les phénomènes de régression (OLIVIER et al. 1995).

Pour QUEZEL (1991), une étude phytogéographique constitue une base essentielle à toute tentative de conservation de la biodiversité.

L'origine de la flore méditerranéenne actuelle est à rechercher « au niveau des taxons réputés xérophiles » (QUEZEL, 1995) parmi lesquels se trouvent des éléments méridionaux (KOENIGUER, 1974) intégrés à l'élément Africain xérophile (Myrtacées, oléacées, Rhamnacées, ...) et des éléments autochtones (ARAMBOURG et al. 1953) : *Pinus*, *Juniperus*,



**Figure n°56.** Types morphologiques du cortège floristique à résineux de la zone d'étude.

*Tetraclinis, Arbutus, Quercus...* dont l'importance s'accroît au Pliocène (MEDUS et PONS, 1980).

Sur le plan phytogéographique, le cortège floristique à résineux de la zone étudiée est constitué par un ensemble hétérogène d'éléments de diverses origines méditerranéenne, septentrionale et méridionale. En dehors des éléments floristiques communs au bassin méditerranéen, on rencontre des espèces de diverses origines : Européenne, Asiatique Circumboréale, Paléotropicales,

Cela confirme les écrits de ZOHARY (1971) qui a attiré 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 a entraîné des migrations d'une flore tropicale.

La distribution des différentes espèces échantillonnées, par élément phytogéographique est très hétérogène.

- **Les éléments autochtones :** Les éléments strictement méditerranéens représentent une part très importante de la flore actuelle. Si de nombreux genres peuvent y être rattachés; des différences appréciables existent entre méditerranée spécifique et souvent générique.

L'analyse du tableau n°47 montre la prédominance des espèces de type biogéographique méditerranéenne dans notre région avec un pourcentage de **57.69%**, confirmant ainsi les écrits de beaucoup d'auteurs. Parmi les espèces présentes : *Juniperus oxycedrus, Quercus ilex, Jasminum fruticans, Juniperus phoenicea, Pinus halepensis, Olea europea,*

- **Les éléments Européennes :** Les éléments européens viennent en deuxième position après les Méditerranéens. Ils sont relativement faibles (**8.59%**); dont l'importance est limitée aux zones montagneuses. Parmi les espèces présentes : *Hedera helix, Ulex europeus, Salvia officinalis, Crateagus oxyacantha.*

- **Les éléments Eurasiatiques :** Ces éléments qui constituent le fond floristique majeures des régions tempérées jouent un rôle important au Nord de la Méditerranée. Ils viennent en troisième position dans notre région. Parmi les espèces présentes : *Adonis annua, Reseda alba, Malva sylvestris, Bryonia dioica, Mentha pulegium, Calamintha officinais, Sedum album.*

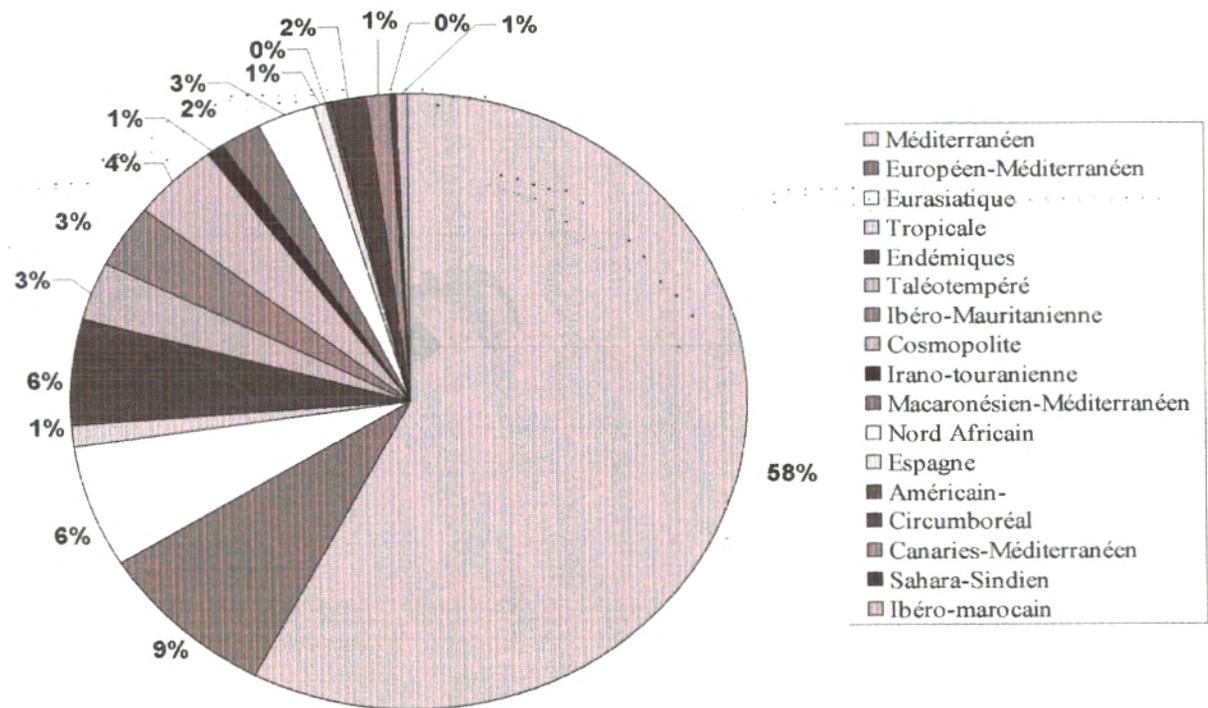
• **Les éléments endémiques** : Le fait le plus remarquable reste l'existence de centre très important d'endémisme généralement liée à des micro-plaques Ibéro-Mauritaniennes et Nord-Africaines, voire l'existence de centre secondaire d'endémisme en Afrique méridionale (BURTT, 1991).

Ces éléments à l'échelle de la région ont un taux très faible (**5.52%**) et ceci est sûrement lié à la disparition de plusieurs espèces par suite d'une dégradation du milieu inventoriée.

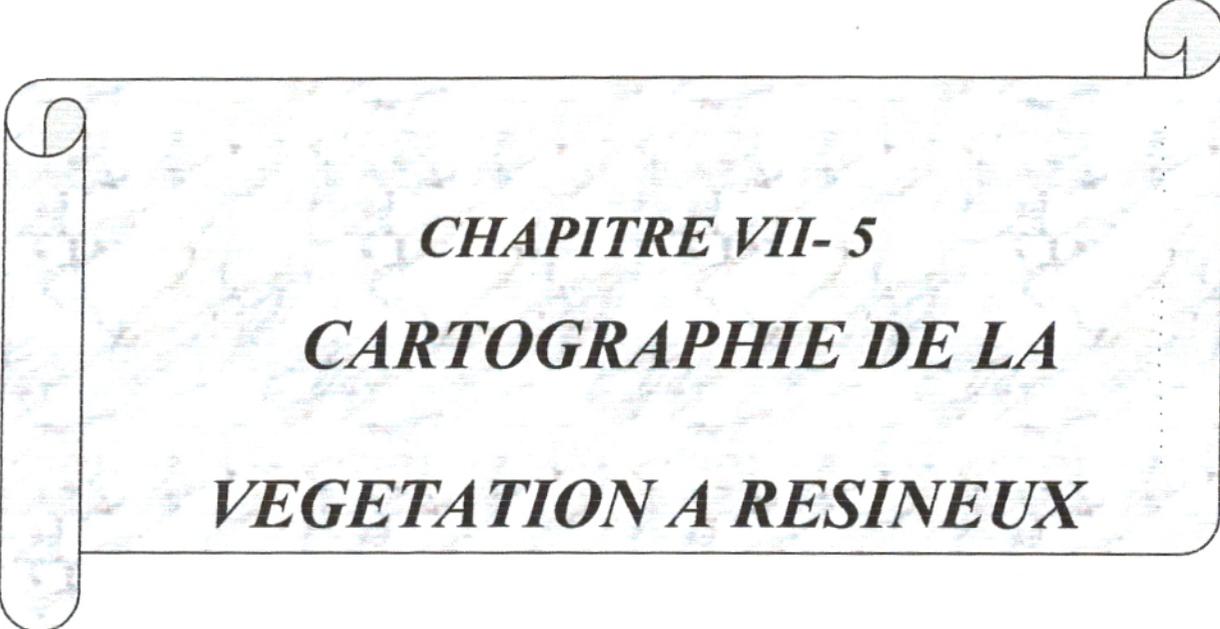
En effet, il n'existe aucune espèce résineuse endémique dans la zone d'étude.

Parmi les espèces présentes nous avons :

- *Thymus algeriensis* (**End N.A**)
  - *Thymus ciliatus* (**End N.A**)
  - *Rosmarinus tournefortii* (**End**)
  - *Chrysanthemum grandiflorum* (**End**)
  - *Genista tricuspidata* (**End**), N.A
  - *Phlomis bovei* (**End**)
  - *Centaurea parviflora* (**End Alg-Tun**)
  - *Helianthemum helianthemoides* (**End N.A**)
  - *Iris sisynrichium* (**End Alg-Mar**)
  - *Solenanthus lanatus* (**End Alg-Mar**)
  - *Sonchus arvensis* (**End N.A**) → *Faux*.
- L'élément Irano-Touranienne joue un rôle négligeable avec (**0.92%**) seulement en raison sans doute, de la faible influence steppique subie par les groupements étudiés.
  - La faible présence de l'élément saharo-sindienne (**0,30%**) montre la faible influence saharienne.
  - L'élément Boréal, compte tenu de ces exigences écologiques particulières, joue un rôle plus discret au niveau de ce cortège floristique à résineux (**1,84%**).



**Figure n°57. Pourcentage des différents types biogéographiques du cortège floristique à résineux de la zone d'étude**



***CHAPITRE VII- 5***  
***CARTOGRAPHIE DE LA***  
***VEGETATION A RESINEUX***

### 1-Introduction

Les problèmes des reboisements en région Méditerranéenne ont soulevé beaucoup de question notamment de l'autoécologie des essences. Actuellement, la majeure préoccupation n'est plus le milieu mais plutôt l'essence. Les méthodologies employés peuvent être variées, mais il faut garder dans l'esprit qu'une démarche globale est nécessaire pour réfléchir sur la typologie de station : la cartographie doit être prise en compte dès le début de la réflexion, de même que le lien avec les potentialités forestières (BOISSEAU, 2003).

Il est maintenant établi que la cartographie de la végétation constitue une approche efficace pour réaliser le plus rapidement une représentation spatiale des écosystèmes et en particulier à l'échelle régional ou géographique (OZENDA, 1990).

Il existe à l'heure actuelle une très forte demande en matière de cartographie du risque d'incendie. En effet, Pour répondre à la demande d'un grand nombre d'utilisateurs ; d'information sur les incendies dans la région ; afin de bien cadrer la dangerosité du feu et pour mieux protéger la région de risques éventuels de déclenchement d'incendies ravageurs, nous avons jugé utile de prendre en compte dans notre étude des espèces liées au feu, tous les résineux connues pour être très inflammables.

Apprécié l'état actuel de leur aire de répartition naturelle, permet de mettre en évidence des informations qui attirent l'attention des gestionnaires sur les risques élevés présentés par telles ou telles espèces.

L'objectif de la carte est d'établir un zonage écologique prioritaire pour la prévention des incendies de forêts ; sont donc concernées à la fois la résorption des causes accidentelles, la surveillance des massifs forestiers, la mobilisation préventive et l'équipement des aménagements destinées à lutter contre le feu.

Les données cartographiques peuvent être utilisées pour construire un indicateur de vulnérabilité au feu en combinant l'inflammabilité et la combustibilité des différents types de formations et leur répartition dans l'espace.

### 2- Méthodologie

Les limites de toutes les formations à résineux ont été numérisées à partir des cartes ou informations fournies par les différents services de l'état et les collectivités (Conservations des forêts de la Wilaya et les différents circonscriptions, Parc National) et à partir des relevés,

des contours sur terrain par GPS, ainsi que les cartes et les extraits des cartes de la répartition de ces espèces réalisées dans la région comme :

-L'extrait de la carte phytogéographique du Maroc 1/1.500.000 (D'après Emberger & Maire, 1939).

-La carte : Limite Sud de la répartition du thuya en Oranie (d'après ALCARAZ, 1982).

- La carte : Aire de répartition de *Tetraclinis articulata* en méditerranée sud-occidentale d'après QUEZEL (1980) et FENNANE (1987).

-La carte : Aire de répartition de *Tetraclinis articulata* en Algérie : Peuplements purs ou en mélange avec chêne vert, chêne liège, pin d'Alep (Echelle 1/500.000 réduite ; Extrait de BARRY, CELLES et FAUREL, 1974).

Ces limites ont été reportées sur des fonds de cartes à différentes échelles et assemblées au niveau régional. Nous avons utilisés les cartes suivantes :

-carte de Cap Milonia, coupure n°7 et 8, feuille n°237 au 1/50.000,

-carte de Sidi Boudjenane, coupures n°3 et 4, feuille n° 268, au 1/50.000,

-cartes de Nemour, coupures n° 5 et 6 type 1960 au 1/200.000,

-carte de Nemour (feuille n° 238) au 1/50.000,

-carte topographique de Nedroma (feuille n°269) à l'échelle 1/50000.

-carte d'occupation du sol de Fillaoucene 1/70000.

-carte d'El Mokreum (feuille n° 207) au 1/50.000

-cartes de Beni Saf (3-4-5-6) type 1960 au 1/25.000,

-carte d'occupation du sol de Hammam Boughrara à 1/200000.

- carte topographique de Tlemcen 1-2, au 1/25000,

- carte topographique de Bensekrane 5-6 au 1/25000,

-La carte topographique de Tlemcen (Feuille N°270) à moyenne échelle 1/50000, établie en 1959 ;

Puis l'ensemble des limites a été reporté sur les fonds scannés au 1/25000ème, qui ont été eux même assemblés pour fournir une carte de base générale.

La prospection sur le terrain nous a permis d'affiner l'information relative à ces cartes et ces travaux. Ces derniers ont montré que les peuplements à résineux sont dominants dans la zone d'étude.

La carte que nous avons réalisée englobe toute la zone d'étude. Elle est limitée au Nord par le littoral (depuis Marsat Ben Mhidi jusqu'à Beni Saf) et s'étend au versant Sud des monts de Tlemcen. A l'Ouest, elle est limitée par le Maroc et à l'Est par les wilayas de Aïn Temouchent et Sidi Bel Abbas.

A partir des résultats obtenus, nous avons pu tirer un certain nombre de remarques :

La couverture forestière des monts des Traras se concentre dans la partie orientale entre Dar Yaghmouracène et Honaine. Il existe ainsi une surface bien couverte à côté de Cap Milonia dans la commune Marsat Ben Mhidi ; et la ville de Beni Saf (Forêt de oued Meddah) et le plateau de Sidi Safi. Le reste est réparti sur l'ensemble de la zone d'étude sous forme de lambeaux.

Les versants Nord des monts des Traras sont occupés par trois essences arborescentes (thuya, pin d'Alep et genévrier rouge). En effet, juste après les ceintures de végétation psammophiles-halophiles et halophiles, vient s'installer une végétation ligneuse non halophile souvent dominée par des espèces arborescentes. C'est juste près de la mer qu'apparaît le genévrier rouge qui occupe les dunes maritimes et les substrats gréseux.

En dehors de cette espèce qui reste très localisée ; c'est le thuya qui est le plus répandu dans ces zones maritimes où il peut se mélanger avec le genévrier rouge grâce à sa capacité de s'accommoder aux différents substrats et forment des groupements pré forestiers mixtes.

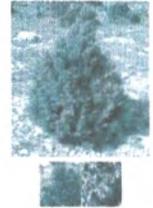
Après cette transition le thuya domine le paysage. Néanmoins, la Tétracлинаie pure apparaît dans plusieurs endroits sur le littoral comme l'indique HADJADJ (1995). Cette espèce ne se mélange aux espèces de la série de chêne liège (Relique des Traras) que dans des situations bien particulières (Substrat acides, bioclimat humides). Cette transition reste schématique car elle est perturbée par les reboisements de pin d'Alep qui prend de l'ampleur dans cette région. Il occupe actuellement une surface très importante dans l'air de genévrier et de thuya ; associées à quelques reboisements très restreints de pin pignon, de pin maritime et de le cyprès.

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. Ce massif est caractérisé par les groupements mixtes à chêne vert et chêne zeen dans la forêt de Hafir et Zarifet ; très dégradés.

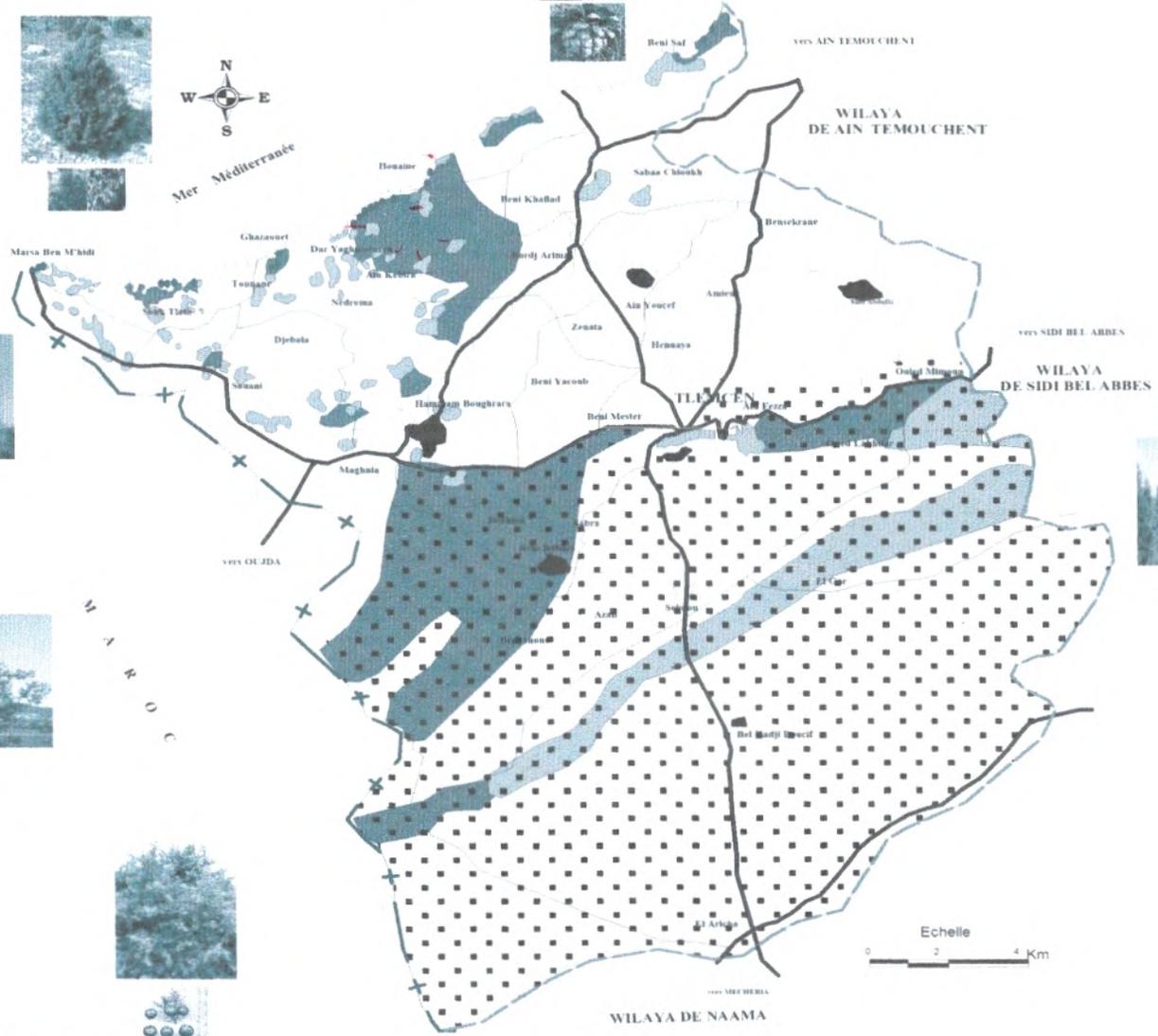
Sur le revers Nord de ce massif, les meilleurs individus de la tétracлинаies n'apparaissent qu'à partir de 500m. Plus bas l'impact humain a fait disparaître presque complètement la végétation naturelle et en particulier les formations forestières et préforestières. Seules quelques sujets âgés de *Pistacia atlantica* subsistent de façons très éparses, ainsi que quelques pieds de thuya par endroits (La station de Hammam Boughrara) et des reboisements à pin d'Alep à côté de barrage de Hammam Boughrara.

Le thuya, c'est une espèces qui pousse dans les milieux semi aride voir aride. Cette espèce apparaît dans ce massif, à partir de la plaine de Maghnia, du côté de Sabra, Beni

# ESSAI D'UNE CARTE DE REPARTITION DES PEUPELEMENTS A RESINEUX DANS LA REGION DE TLEMCEN



Mer Méditerranée



## LEGENDE

- Limite littorale
- Limite nationale
- Limite wilaya
- Chemin de wilaya
- Route nationale
- Oued
- Barrage

## Peuplements naturels

- formation à thuya
- Formation à genévrier rouge
- Formation genévrier oxycedre

## Peuplements artificiels

- Reboisement à pin d'Alep
- Reboisement à pin maritime
- Reboisement à pin pignon



La région de Tlemcen, partie de l'extrême Ouest Algérien, a été choisie comme modèle pour étudier l'aspect écologique des espèces résineuses, du fait qu'elles dominent la région et se caractérisent par leur résistance aux conditions du milieu.

Du point de vue bioclimatique, nous avons constaté un décrochement horizontal et vertical des stations étudiées.

La plus grande partie des résineux dans la région étudiée se situe en ambiance bioclimatique semi aride à variante chaude, tempérée et fraîche ; ainsi qu'au niveau de l'aride supérieur à variante tempérée et fraîche.

Dans la région, malgré le courage et le dévouement des sauveteurs, le bilan des incendies est lourd et implique une nouvelle réflexion sur la politique de prévention et de lutte contre le feu.

Pendant toute la durée de ce travail, nous avons bien compris qu'une multitude de facteurs étaient à prendre en compte et les relations qui en découlaient, rendaient l'étude d'un phénomène comme celui des feux de forêts très complexe. On devra ainsi apprendre à vivre avec cette menace.

Les aspects de prévention et de lutte deviendront très importants dans la gestion du problème. Il faudra ainsi approfondir et affiner les connaissances des liens qui courent entre les incendies et les facteurs humains qui favorise ce phénomène.

L'ensemble des valeurs obtenues, que ce soit pour les délais d'inflammation que pour les durées de combustion ; montrent l'extrême sensibilité des végétaux. Inflammable et riche en combustible ; ces formations donnent facilement naissance à un incendie qu'une forêt de feuillus.

L'étude de l'inflammabilité et combustibilité permet de mettre en évidence des informations qui sont nécessaires pour une bonne gestion des peuplements forestiers de la région. En effet, ces informations attirent l'attention des gestionnaires sur les risques élevés présentés par telles ou telles espèces à des périodes de l'année ; et peuvent réduire les surfaces brûlées ; car elles fournissent, avant la mise de nouveaux peuplements, des indications permettant d'orienter les différents plans d'aménagement.

L'étude histologique nous a permis de mettre en évidence les différents constituants de la racine, tige et feuille de pin d'Alep. Ainsi que les résultats histométriques nous révèlent

des corrélations significatifs et expliquent clairement l'aptitude de cette espèce à s'adapter à des milieux écologiques stressantes.

L'analyse morphométrique nous a permis de mettre en évidence les dimensions des différents organes pour ces espèces. Ces quelques chiffres obtenues ne peuvent en aucun cas nous permettre d'avancer des conclusions relatives à la production de ces résineux ; mais nous donne des informations intéressantes afin de mieux comprendre leur dynamique.

Le cortège floristique à résineux montre une certaine hétérogénéité, constituée par des reliques forestières et des espèces à pelouses. En effet, Notre inventaire floristique nous permet d'avancer que les thérophytes dominent les formations à résineux.

Sur le plan biogéographique, la répartition des espèces accuse une dominance de l'élément méditerranéen (57.69%).

Les méthodes numériques utilisées, notamment l'analyse factorielle des correspondances, ont permis de constater que le gradient altitudinal constitue un facteur d'évolution très dominant dans la répartition des espèces résineuses dans la zone d'étude. En effet, ce facteur représente des changements d'ordre climatique (Pluviométrie, température et neige), mais aussi le degré de l'action anthropique sur le milieu et le sol.

L'étude de la végétation nous a aidé tout d'abord de mettre en évidence les différents groupements à résineux existant dans la région. En effet, la végétation potentielle est représentée par les séries de trois espèces principales : le thuya, le genévrier rouge et le genévrier oxycèdre, qui succèdent depuis le niveau de la mer jusqu'au hautes plaines steppiques. Le pin d'Alep est aussi présent, mais il est partout artificiel si non spontané.

L'étude de la végétation a permis aussi de vérifier qu'il existe un cortège floristique original qui participe à la série des formations à résineux par rapport à celles du chêne vert, chêne liège et des séries des formations ripisylves, halophiles ou psammophiles de l'Oranie.

Les pineraies oranaises présentent des groupements dans lesquels les espèces suivantes sont plus ou moins imbriquées : *Tetraclinis articulata*, *Quercus ilex* et *Juniperus oxycedrus*.

Dans les pineraies pures les sous bois est peu abondant, il est surtout constitué par *Globularia alypum*, *Cistus villosus*, *Fumana thymifolia*, *Rosmarinus tournefortii* et *Pistacia lentiscus*.

Le pin d'Alep ne doit sa présence dans la région qu'au reboisement. Cette espèce a également montré ses limites en matière de pérennité puisque la régénération naturelle est quasiment absente dans les formations initiales et n'explose qu'après le passage de l'incendie qui élimine l'abondante litière et ouvre les peuplements ; permettant ainsi l'apparition des jeunes semis qui s'associent souvent au genévrier, lentisque, romarin, cistes et au thuya.

Les peuplements de pin d'Alep qui ont gardé leur compacité et leur densité initiale de reboisement sont très distinctes dans le paysage ; par contre les autres sont complètement intégrés dans le paysage, après la pénétration du sous bois de la Tetracлинаie, de la Chênaie ou de la Junipéraie, sous l'effet de l'ouverture provoqué par les différents pressions. Cette espèce est la seule présente dans la plupart des relevés sous la forme arborescente.

Dans la phase actuelle de recherche sur cette espèce, il n'y a pratiquement pas d'autres essences susceptible de la remplacer en totalité, car d'autres espèces ont une croissance beaucoup moins rapide (*Juniperus oxycedrus*, *Pistacia atlantica*, *Quercus ilex* et *Tetraclinis articulata*).

Les feux fréquents dans la région et surtout dans les pinèdes tendent à éliminer cette essence et favoriser le thuya qui arrive à résister aux incendies et aux agressions grâce à sa faculté de rejeter des souches.

Le thuya est la principale essence de la région ; elle est présente dans toutes les strates de toutes les formations végétales. Elle imprime une physionomie remarquable par l'impression d'occupation de l'espace et de la colonisation du sol ; une preuve de sa résistance et sa grande faculté d'adaptation à des conditions du milieu difficiles. Ces qualités militent en faveur d'une réhabilitation du thuya pour qu'il reprenne la place qui lui revient dans les écosystèmes forestiers de la région.

Mais malgré ses qualités, cette essence ne domine pas la strate arborée. Cette strate est dominée par le chêne vert et le pin d'Alep qui sont favorisées par les reboisements.

La présence de thuya sous cette forme est un signe écologique fort de sa vigueur et sa remarquable reconquête dans les terrains boisés surtout après incendies ; car elle profite des conditions favorables de ces milieux (l'ombrage des arbres épargnés par le feu, la cendre).

Les espèces du cortège floristique de la tetracлинаie sont alors présentent dans toutes les formations végétales décrites. Elles constituent ainsi une structure, une architecture et une composition floristique moyenne représentative de la région, et surtout dans les monts des Traras.

Dans la zone d'étude, les forêts à *Tetraclinis articulata* présentent une certaine particularité d'enclave transition entre la steppe et le littoral.

Par leur caractère préforestier, les Tetracлинаies Oranaises s'intègre en général à l'ordre des *Pistacio Rhamnetalia alaterni* RIVAS-MARTINEZ (1975). En effet, HADJADI (1991) a signalé que mis à part l'*Helianthemo caput-felis-Cistetum heterophylli* où le thuya s'intègre dans un matorral, la majorité des formations à thuya constituent des structures préforestiers où les espèces des *Quercetea ilicis* ne font jamais défaut.

Le genévrier arrive à dominer le thuya dans certaines situations difficiles à individualiser au regard des différentes situations topographiques qui influent directement sur l'importance des embruns marins ; ces derniers favorisent le genévrier. Cette espèce domine également dans les pieds des falaises et sur les versants en pente, exposée au Nord ou à l'Ouest, où la végétation est morphosée par le vent et arrosée par les embruns marins.

Le genévrier est très intéressant à utiliser pour lutter contre l'érosion des versants très proches de la mer.

Ces deux espèces ainsi que le genévrier oxycèdre ; très répandu sur les monts de Tlemcen ; considérées comme secondaires et elles n'occupent malheureusement pas une place dans les plantations entreprises ; elles ne sont pas prise en charge lors des interventions sylvicoles que connaissent les peuplements dans la région et partout en Algérie.

Grâce aux rôles qu'elles jouent et peuvent jouer, la prise en charge de ces espèces doivent être imposé si on veut assurer une évolution et une pérennité des formations végétales dans leurs ensembles.

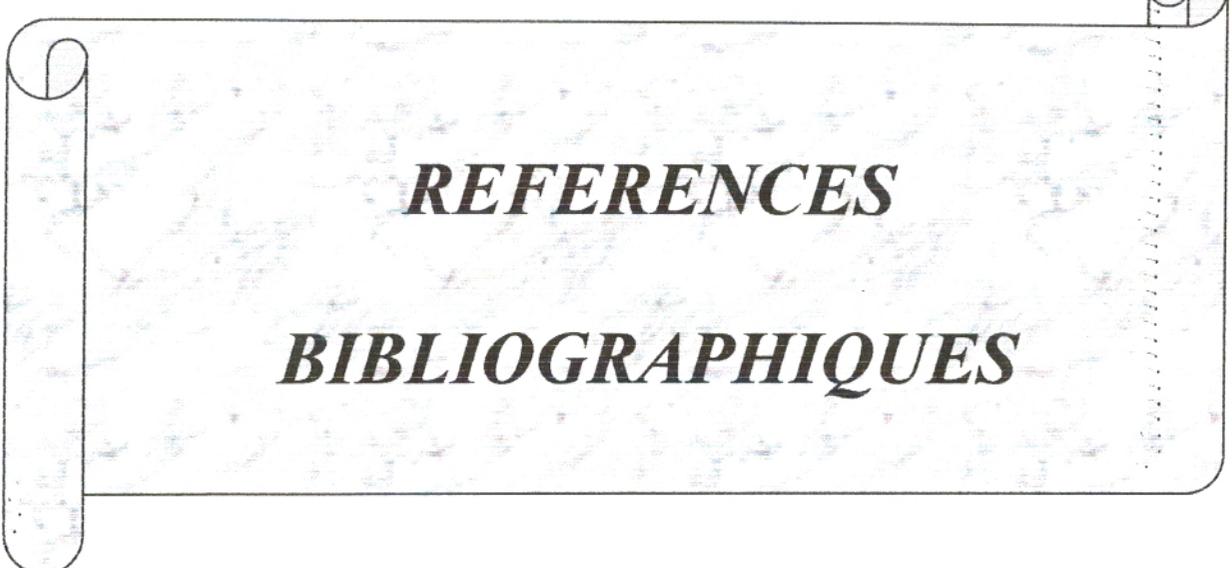
Néanmoins, ces zones forestières constituent à l'échelle des régions et du pays un capital qu'il convient de protéger en le préservant des dégradations naturelles, humaines et animales d'une part et, de le valoriser aux mieux d'autre part, en améliorant quantitativement son rendement économique.

Seules des mesures d'urgence visant la protection et la conservation de ce patrimoine permettront d'endiguer l'irréversible disparition de ces formations végétales, et d'assurer alors leur pérennisation.

Si jusqu'à maintenant, la dégradation vue que de point de vue de la réduction de la surface forestière, il ne faut pas oublier son impact sur la diversité biologique et les ressources phytogénétiques que renferme sûrement cette forêt.

Notre travail constitue donc une étape préalable à la réalisation de nouvelles mesures de terrains destinés à compléter peu à peu la description de ces espèces considérées pyrophytiques.

Enfin, la multitude des facteurs à considérer, le nombre d'espèces étudiées, l'étendue de la zone d'étude (1994.88 ha), de même que les moyens limitée et le caractère incomplet des données, nous a mis parfois dans l'impossibilité de répondre à toutes les questions qu'on s'était posés. Ainsi nous pouvons imaginer un prolongement de cette recherche et nous souhaitons vivement continuer ce travail, pour répondre d'abord aux différentes questions d'ordre fondamentales sur l'évolution et la conservation de ces résineux dans la région de Tlemcen.



***REFERENCES***

***BIBLIOGRAPHIQUES***

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :

1. **ABBAS H., 1986** - Contribution à l'étude de l'aménagement des forêts de Pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill) dans le Sud-Est méditerranéen français. Thèse Doct. Etat, 254 p +annexes.
2. **ABBAS H., BARBERO M. et LOISEL R., 1984** - Réflexions sur le dynamisme actuel de la régénération du pin d'Alep dans les pinèdes incendiées en Provence calcaire. *Ecologia Mediterranea* 10, pp : 85-104.
3. **ABBAS H., BARBERO M., LOISEL R. et QUEZEL P., 1985**- Les forêts de Pin d'Alep dans le Sud-Est méditerranéen français : analyse écodendrométriques (1<sup>ère</sup> partie) *Forêt méditerranéenne*, VII (1), pp : 35-42.
4. **ABI SALAH B., BARBERO M., NAHAL I. et QUEZEL P., 1976** Les séries forestières de végétation du Liban, essai d'interprétation schématique – *Bull. soc. Bot. Fr.*, 123, pp : 541-560.
5. **ACHHAL A., AKABLI O., BARBERO M., BENABID A., MHIRIT O., PEYRE C., QUEZEL P. et RIVAS MARTINEZ S., 1980** - A propos de la valeur bioclimatique et dynamique de quelques essences forestières au Maroc. *Ecol. Médit.*, pp : 211 – 249.
6. **ADRIAN J., POTUS J., FRANGUE R., 1995** –La science alimentaire de A à Z. Edition Lavoisier, Techniques et documents, Paris, 379 p.
7. **AIDOU D. A., 1983** - Contribution à l'étude des écosystèmes steppiques du sud oranais : phytomasse, productivité primaire et applications pastorales. Thèse Doct. 3<sup>ème</sup> cycle. U.S.T.H.B. Alger, 245 p+ annexes.
8. **AIDOU D. A. et TOUFFETJ., 1995** - La régression de l'alfa (*Stipa tenacissima* L.), graminée pérenne, un indicateur de désertification des steppes algériennes. *Cahiers "sécheresse "*, Vol.7, n°3, pp : 187-193.
9. **AIME S., 1991** – Etude écologique de la transition entre les bioclimats Sub-Humide et aride dans l'étage thermoméditerranéen du tell Oranais (Algérie occidentale). Thèse Doct., Fac.Sci. et Tech., St Jérôme, Marseille : 194 p + annexes.
10. **AIME S., AINAD Tabet L., HADJADJ AOULS. et SEBAA El DJ., 1983** – Recherches phyto-écologiques en Oranie. premiers résultats. *Mem. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord.* n°13 ,O.N.R.S. Alger , pp:17-31.
11. **AIME S., LARDON S., REMAOUN K., 1986** – Les structures à grande échelle de la végétation et du milieu en limites Sub-humide, Semi-aride en Oranie. *Ecol.Méd.*, pp : 3-4.
12. **AINAD Tabet M., 1996** – Analyse écofloristique des grandes structures de végétation dans les monts de Tlemcen (Approche phyto- écologique). Thèse. Mag. Ist.Sc.Nat. Univ. Tlemcen.111p.
13. **ALCARAZ C., 1969** – Etude géobotaniques du pin d'Alep dans le Tell Oranais. Th. Doct. 3<sup>e</sup> cycle. Fac. Sci. Montpellier. 183 p.
14. **ALCARAZ C., 1982** – La végétation de l'Ouest Algérien. Thèse Doct. Es. Sci. Fac. Sci. Et Tech., St.Jérôme, 415 p+ annexes.
15. **ALCARAZ, C., 1989.** Contribution à l'étude des groupements de *Quercus Ilex* et *Quercus faginea ssp tlemcenensis* des monts de Tlemcen (Algérie). *Ecologia Mediterranea* XV. (3/4), pp : 15 – 30.
16. **ALEXANDRIAN D. et VALETTE J. CH., 2000** –Après feu : Analyse spatiale et fonctionnel de la réponse des communautés végétales en Basse Provence. *Bull. infos DFCI. Forêt méditerranéenne.*

17. **AMANDIER L., 1974**- Bases biologiques pour l'aménagement du massif des Albènes ; thèse docteur d'ingénieur ; USTL Montpellier, pp : 82-96.
18. **AMMARI Y., SGHAIER T., KHALDI et GARCHI S., 2001** – Productivité du pin d'Alep en Tunisie : Table de production. Annale de l'INGREF n° Spécial, pp : 239-246.
19. **AMOURIC H., 1985** – Les incendies de forêt autrefois : DATAR (M.I.P.A.E.N.M), pp : 1-251.
20. **ANDERSON L. et ROTHERN A., 1965** – Sécurité civile et industrie, revue mensuelle n°417. 60 p.
21. **A.N.F., 1994**. -Grands travaux forestiers : l'homme et la nature. Hebdomadaire "Agro-industriel" du mois Novembre 1994.
22. **ARAMBOUR G., ARENES J. ET DEPAPE G., 1953** - Contribution à l'étude des flores fossile d'Afrique du Nord. Arch. Mus. Hist. Nat., 2, pp : 1- 81.
23. **ARAVANOPOULUS K. et PANETTOS P., 2000**- A population genetic analysis of natural hybrid zone between *Pinus halepensis* Mill. And *Pinus brutia* Ten. Adaptation and selection of Mediterranean *Pinus* and *Cedrus* for Sustainable afforestation of marginal lands .Conference in the European Union Programme. Greece, pp: 66-75.
24. **ARMIAUD B., BOUZILLE B. et BONIS A., 1996** – Analyse de la dynamique végétale, selon la nature et l'intensité du pâturage : exemple des marais communaux du Maria Poitevin. Annales de zootechnie. Edition scientifique « El Sevier » Provider. The British Library.
25. **AUBERT G., 1978** – Méthodes d'analyses des sols .2<sup>ème</sup> édition .Centre nationale de Documentation Pédagogique. CRDP Marseille.191p.
26. **AUBERT G., 1991** – Effets de l'incendie sur les sols forestiers. Symposium « la forêt carbonisée, son présent, son futur » Revue –Les cahiers du conservatoire du littoral- n°2 «Forêt méditerranéenne : vivre avec le feu. ».
27. **BACHOUA M. et VOREUX CH., 1986** – L'aménagement de la tetracinaie de l'Amsittene (Maroc).L'E.N.G.R.E.F.NANCY, 12p.
28. **BAGNOULS F. et GAUSSEN H., 1953** – Saison sèche et indice xéothermique. Doc. Carte prot. Veg. Art.8. Toulousc. 47 p.
29. **BAIRD A.M., 1958** – Notes on the vegetation of Garden Island after the 1956 fire. J.Roy Soc. West. Aust. 41, pp: 102-107.
30. **BALDY CH., 1965** – Climatologie et carte de la Tunisie centrale. F.A.O. UNDP/TUN 8.1 Vol. Multigr. 84 p. 20 cartes + annexes.
31. **BARBERO M., CHALABI N., NAHAL I., QUEZEL P., 1977** - les formations à conifères méditerranéens en Syrie littorale. *Ecologia mediterranea* II. Marseille, pp : 87-99.
32. **BARBERO M. et LOISEL R., 1980** – Chêne en région Méditerranéenne. Maison forestière. France. 32 p.
33. **BARBERO M., QUEZEL P. et RIVAS –MARTINEZ S., 1981** – Contribution à l'étude des groupements forestiers et pré-forestiers du Maroc.Phytocoenologia. 9,30 Stuttgart, pp : 311 – 412.
34. **BARBERO M. et QUEZEL P., 1985** – Carte de la végétation potentielle de la région méditerranéenne. Feuille n°1 : Méditerranée orientale. Ed. C. N.R.S., Paris.
35. **BARBERO M., BONIN G., LOISEL R et QUEZEL P., 1988** – Sclerophyllous Quercus forests of the Mediterranean arca: ecological and ethological significance. Bielefelder Ökol. Beitr., pp : 4 - 23.
36. **BARBERON M. et QUEZEL P., 1989 -A-** Structures et architectures forestières à sclérophylles et prévention des incendies. Bull. Ecol. 20 (1), pp : 7 - 14.
37. **BARBERO M. et QUEZEL P., 1989 -B-** Contribution à l'étude phytosociologique des matorrals de la méditerranée orientale. Lazocco 11, pp : 37-56.

38. **BARBERO M., BONIN G., LOISEL R. et QUEZEL P., 1990** – Changes and disturbances of forest ecosystems caused by human activities in the western part of the mediterranean basin. *Vegetatio* 87, pp: 151-173.
39. **BARBERO M. et TATONI TH., 1990** – Approche écologique des incendies en forêts méditerranéennes. *Ecologia mediterranea* XII (3/4), pp:78-99
40. **BARBERO M., LOISEL R. et QUEZEL P., 1990** – Les apports de la phytoécologie dans l'interprétation des changements et perturbation induite par l'homme sur les écosystèmes forestiers méditerranéens. *Forêt méditerranéenne* XII (3), pp : 194-215.
- ✓ 41. **BARBERO M., LOISEL R., QUEZEL P., RICHARDSON M. et ROMANE F., 1998** –Pines of the Mediterranean Bassin. In RICHARDSON édit : *Ecology and biogeography of Pinus* , Cambridge Un. Press, pp: 153-170.
- ✕ 42. **BARBERO M., LOISEL R. MEDAIL F. et QUEZEL P., 1999** – Signification biogéographique et biodiversité des forêts du bassin méditerranéen. *Bocconea*.
43. **BARRY J.P., CELLES J.C., FAUREL, 1974** – Carte international du tapis végétal et des conditions écologiques. Feuille d'Alger 1/1000.000. Notice 42p.
44. **BATTANDIER J.A et TRABUT L., 1888-1890** – Flore de l'Algérie Monocotylédones. 286p.
45. **BAUMGARTNER N., 1964** – Etude phytosociologique des massifs forestiers du Sahel de Tipaza. *Bull.Soc.Hist.Nat.Afr. Nord*, 56, 1-2, pp : 149- 164.
46. **BEDEL J. 1986** –Aménagement et gestion des peuplements de pion d'Alep dans la zone méditerranéenne française. *Options méditerranéennes. Séries étude CIHEAM* 86/1, pp : 127-156.
47. **BELAAZ M., 2003-** Le barrage vert en tant que patrimoine naturel national et moyen de lutte contre la désertification. Mémoire soumis au XII<sup>ème</sup> congrès forestier mondiale. Québec city. Canada.
48. **BELGHAZI B., EZZAHIRI M., et ROMANE., 2000** – Productivité des peuplements naturels de pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.) dans la forêt de Tamga (Hauts Atlas, Maroc). *Cahiers Agricultures*, 9(1), pp : 39-46.
49. **BELGHERBI B., 2002** – Intégration des données de télédétection et des données multi-sources dans un système d'information géographique (S.I.G) pour la protection des forêts contre les incendies (cas de la forêt de Guetarnia, Ouest d'Algérie).
50. **BELSKY A J., 1986** –Does herbivory benefit plant. A review of the evidence. *American naturalist*, pp: 870-892.
- ✕ 51. **BENABADJI N ; 1991** – Etude phyto-écologique de la steppe à *Artemisia herba-alba*. Au Sud de Sebdou (Oranie, Algérie). Thèse Doct. Sciences.Univ. Aix. Marseille III, St Jérôme, 219 p + Annexes.
- ✓ 52. **BENABADJI N ; 1995** – Etude phyto-écologique de la steppe à *Artemisia herba-alba* Asso. et à *Salsola vermiculata*, au Sud de Sebdou (Oranie-Algérie). Th. Doct. Es. Sci. Univ. Tlemcen. 153 P texte +150 p Annexes.
- ✕ 53. **BENABADJI N, BOUAZZA M., METGE G. et LOISEL R., 1996** – Description et aspect des sols en région semi- aride au sud de Sebdou. *Bull.Inst.Sci.*, n° 20, Rabat, Maroc; pp : 77-86.
- ✓ 54. **BENABADJI N. et BOUAZZA M., 2000** – Quelques modifications climatiques intervenues dans le Sud-Ouest de l'Oranie (Algérie Occidentale). *Rev. Energ. Ren.* Vol 3(2000), pp : 117-125.
55. **BENABADJI N. et BOUAZZA M., 2000** – Contribution à une étude bioclimatique de la steppe à *Artemisia herba-alba* Asso. Dans l'Oranie (Algérie occidentale). *Revue sécheresse.* II (2), pp : 117 – 123.
- ✓ 56. **BENABADJI N. et BOUAZZA M., 2001** –L'impact de l'homme sur la forêt dans la région de Tlemcen (Oranie- Algérie). *Forêt méditerranéenne* XXII n°2, pp : 264-274.

57. **BENABAJI 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.
58. **BENABADJI N., BOUAZZA M., MERZOUK A. et GHEZLAOUI S.M., 2004** – Aspect phytoécologique des atriplexaies au Nord de Tlemcen (Oranie-Algérie). Sciences et Technologie C-N°22, décembre (2004), pp : 62-79.
59. **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, 2004, n° 13, pp : 20-28.
60. **BENABID A., 1976** – Etude écologique, phytosociologique et sylvo- pastorale de la tetraclinaie de l'Amsittène. Thèse 3<sup>ème</sup> cycle. Univ. Aix- Marseille III. 155p.
61. **BENABID A., 1977** – Etude sylvo-pastorale de la tetraclinaie de l'Amsittène (Maroc). Eco. Medit., pp : 125-139.
62. **BENABID A., 1982** – Etude phytoécologique, biogéographique et dynamique des associations et séries sylvatiques du Rif occidental (Maroc). Thèse d'état, 200p+annexes.
63. **BENABID A., 1985** – Les écosystèmes forestiers, pré forestiers et pré steppiques du Maroc : diversité, répartition biogéographique et problèmes posés par leur aménagement. Forêt méditerranéenne, t. VIII n° 1, pp : 53 – 64.
64. **BENEST M., 1985** – Evolution de la plate -forme de l'Ouest Saharien et du Nord-Est Marocain au cours du Jurassique Supérieur et au début du Crétacé : Stratigraphie, milieu de dépôt et dynamique de sédimentation. Th. Doct. Lab. Geol. N°59.Univ.Claude Bernard. Lyon 1, pp: 1-367.
65. **BENSAID S. et BENRAHMOUNE N., 1995**- le pâturage en forêt : cas de la forêt de Pin d'Alep des Aurès. Algérie .U.S.T.H.B. Réseau parcours. Edition spéciale, pp : 14-18.
66. **BENSAID S., HAMIMI S. et TABTI W., 1998** - La question du reboisement en Algérie. Unité de recherches sur les zones arides. Alger. Cahiers Sécheresse, Vol. 9, N°1, pp : 5-11.
67. **BENTOUATI A., 2006**- Croissance, productivité et aménagement des forêts de pin d'Alep (*Pinus halepensis* M.) du massif de Ouled Yagoub (Khenchela – Aurès). Thèse Doct. d'Etat .Sc. Agr. – Univ. El Hadj Lakhdar.Batna. 115p.
68. **BERNARD L. et NIMOUR A., 1994** – Role of phenology and moisture content in the exothermicity of *Pinus halepensis* needles. Dans Proceedings of the 2<sup>nd</sup> international conference on forest fire research, Coïmbra, Portugal, 21-24 Novembre 1994. Vol 1. pp 399-408.
69. **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. 184p + annexes.
70. **BILGHILI E., et BASKENTE Z., 1997**- Fire management planning an geographic information systems, Actes du Xie congrès forestier mondial. Antalya, Turquie.
71. **BLAIS R., 1974** – Les incendies de forêt en France- Revue. Forest, n° spécial, pp : 18-20.
72. **BOISSEAU B., 2003**- les typologies des stations forestières ; état de l'art et de développement. Séminaire de travail. Dijon.
73. **BORTOLI C., GOUNOT M. et JACQUIOT J.C.L., 1969** – Climatologie et Bioclimatologie de la Tunisie septentrionale. Ann. Inst. Rech. Agron. De Tunisie, 42,1, 235 p + annexes.
74. **BOUABDELLAH. H ; 1991** – Dégradation du couvert végétal steppique de la zone Sud-Ouest Oranaise (le cas d'El Aricha). Thèse. Magist. I.G.A.T. Univ. Oran. 268p + annexes.
75. **BOUAZZA M., 1990** – Quelques réflexions sur le zonage écologique et l'importance des facteurs édaphiques des peuplements steppiques. Communication séminaire Maghrébin, Tlemcen- Algérie.

76. **BOUAZZA M., 1991** – Etude phyto-écologique de la steppe à *Stipa tenacissima* L. au Sud de Sebdo (Oranie, Algérie). Thèse doct. Univ. De Droit et des sciences Aix Marseille 119 p + annexes.
77. **BOUAZZA M., 1995** – Etude phyto-écologique de la steppe à *Stipa tenacissima* L. et à *Lygeum spartum* L. au sud de Sebdo (Oranie-Algérie). Thèse de doctorat. Es-sciences Biologie des organismes et populations. Univ. Tlemcen. 153p.
78. **BOUAZZA M. et BENABADJI N., 1996** – L'espace steppique et l'influence anthropozoogène dans la région de Sebdo (Oranie, Algérie). Revue de la Culture Populaire (Tlemcen), n° 5, 1996, pp : 6-21.
79. **BOUAZZA M. et BENABADJI N.; 1998** – Composition floristique et pression anthropozoïque au Sud-Ouest de Tlemcen. Rev. Sci. Tech. Univ. Constantine. Algérie, pp : 93-97.
80. **BOUAZZA M., 2000** - Les incendies dans la région de Tlemcen. (Oranie, Algérie). Rev. La feuille et l'aiguille, n°38, Mars, 2000.
81. **BOUAZZA M., LOISEL R. et BENABADJI N., 2001b**– Bilan de la flore de la région de Tlemcen (Oranie-Algérie). Forêt Méditerranéenne XXII, n°2, 7, pp : 130 - 136.
82. **BOUAZZA M., BENABADJI N., LOISEL R. et METGE G., 2004** – Caractérisation des groupements steppiques à *Stipa tenacissima* L. Synthèse, 2004, n° 13, pp : 52-60.
83. **BOUDY P., 1948** – Economie forestière Nord-Africaine. Tome I. Milieu physique et humain.
84. **BOUDY P., 1950** – Economie forestière Nord-Africaine. Monographie et traitement des essences. Ed. Larose. Paris, pp : 29-249.
85. **BOUDY P., 1952** – Guide du forestier en Afrique du Nord. Paris maison rustique. 509 p ; 94 fig. ; 1 carte.
86. **BOUDY P., 1955**- Economie forestière Nord Africaine. Tome IV : Description forestière de l'Algérie et de la Tunisie. Edit. Larose, Paris 5°.483p.
87. **BOURBOUZE A. et DONADIEU P., 1990**- L'élevage sur parcours en régions méditerranéennes.
88. **BRANKA A., 2001**- Etude comparée des incendies de forêts et de leurs préventions dans les départements du Var et Landes. Université de Cergy-Pontoise, France.
89. **BRAUN BLANQUET J., 1936** – La chênaie D'Yeuse méditerranéenne. Mém. Soc. Bot. Mimes, 5; 147p.
90. **BRAUN-BLANQUET J. 1953** – Irradiations européennes de la végétation en kroumirie. Végétation Acta – Geobot. 4(3) : pp. 182-194.
91. **BRICHETEAUX J., 1954** – Esquisse pédologique de la région de Tlemcen – Terni. Publ., in Annales de l'Inst. Agricole et des services de recherche et d'expérimentations agricoles de l'Algérie.
92. **BROCHIERO F., CHANDIOUX O., RIPERT C. et VENNETIER M., 1999** – Autoécologie et croissance du pin d'Alep en Provence calcaire. Forêt méditerranéen, XX (2), pp : 83-94.
93. **BRUNETTON J., 1999**- Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales. Edition Lavoisier, Paris, pp : 484-511.
94. **BURT B.L., 1971** - From the south: an African View of the floras of Western Asia. In: "Plan life of South -Western Asia". Botanical soc. Edimburgh, pp: 135 - 117.
95. **CANAKCIOGKLU H., 1986** – Forest fires and fire problems in Turkey. Document présenté aux séminaires sur les Méthodes et matériels à utiliser pour prévenir les incendies de forêt, Valence, France, 29 septembre-4 octobre 1986, 10 p. + annexes.
96. **CARAMELLE P. et CLEMENT A., 1978** – Inflammabilité et combustibilité de la végétation méditerranéenne. Mémoire de 3<sup>ème</sup> cycle année de l'école nationale des

- ingénieurs des travaux des eaux et forêts. Institut national de la recherche agronomique (I.N.R.A) Avignon. France.
97. **CARLE G., 1974** – Santé des peuplements et équilibre biologiques dans les forêts après passage du feu. *Revue Forestière Française*, n° spécial, pp: 198-205.
  98. **CAMEFORT H., 1977** – Morphologie des végétaux vasculaire : Cytologie -Anatomie – Adaptation. Doin E. Paris. 92-150 p.
  99. **CARPENTER A., 1956** – An ecological glossary 1956, New York, Hafner, 300p.
  100. **CEMAGREF, 1989** – Le guide technique du forestier méditerranéen français ; chapitre IV : Protection des forêts contre les incendies ; édition CEMAGREF, France.
  101. **CESTI G., 1990** – Il vento de eglì incendi boschivi : Indagine sulla ventosità invernale in valle d'Aosta « regione autonoma », valle d'Aosta, assessorato agricoltura, foreste del ambiente naturale, servizio selvicoltura, difesa del gestione del patrimonio forestale, Chatillon, 159p.
  102. **C.F.T (Conservation des forêts de Tlemcen), 2006** – Bilan des incendies.
  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, 205 p + annexes.
  104. **CHAKROUN M.L., 1986** –Le pin d'Alep en Tunisie. Options Méditerranéennes. Séries Etude CIHEAM 86/1, 25-27.
  105. **CLAIR A. 1973**-Notice explicative de la carte lithologique de la région de Tlemcen au 1/100000.
  106. **COLIN P.J. et JAPIOT M., 2002** – Politique de prévention et de réhabilitation en réponse aux origines des incendies de forêts : Exemple de quatre pays du bassin méditerranéen (Chypre, Maroc, Syrie, Tunisie). *Bulletin de l'AIFM*, n°9, 2002, pp :2-6.
  107. **CONRAD V., 1943** – USUAL formulas of continentality and their limits of Validity. *Frans. Ann. Geog-Union*, XXVII, 4, pp: 663 – 664.
  108. **CORDIER B., 1965** – L'analyse factorielle des correspondances. Thèse. Spéc. Univ. Rennes. 66 p.
  109. **CORNIER T., 2002**- La végétation alluviale de la Loire entre le Cher et l'Anjou : Essai de modélisation de l'hydrosystème. Thèse .Doct. Univ. François Rabelais. Tours. 227p.
  110. **COSSON E., 1953** – Rapport sur un voyage botanique en Algérie. D'Oranie au Chott El Chergui. *Ann. Sci. Nat.* 3<sup>ème</sup> série, pp : 19 -92.
  111. **CREMER K.W. et MOUNT A.B., 1965** – Early stages of plant succession following and burning of *Eucalyptus regnans* forest in the Florentine valley, Tasmania, Aust. J. Bot, 13, pp: 303-322.
  112. **COUHERT B. et DUPLAT P., 1993**– Le pin d'Alep : Rencontres forestiers – chercheurs en forêt méditerranéenne. la Grande-Motte (34), 6-7octobre 1993. Ed.INRA, Paris 1993. (les colloques n°63), pp : 125-147.
  113. **CYRILLE R., 2002** – Impact des changements climatiques et de l'augmentation du taux de CO<sub>2</sub> atmosphérique sur la productivité des écosystèmes forestiers : exemple du Pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill) en Provence calcaire (France).Thèse Doctorat. Disc. Biologie des populations et écologie. Univ. Aix Marseille III. 312p.
  114. **DAGET PH. ,1977** – Le bioclimat méditerranéen, caractères généraux, méthodes de classification. *Végétation*, 34, 1, pp : 1 – 20.
  115. **DAGET PH., 1980** – B - Sur les types biologiques en tant que stratégie adaptative. (Cas des thérophytes).In: Barbault R., Blandin p. et Meyer J.A (eds), *Recherches d'écologie théorique, les stratégies adaptatives*. Maloinès, Paris, pp : 89 - 114.

116. **DAHMANI-MEGREROUCHE M., 1984** – Contribution à l'étude des groupements de chêne vert des monts de Tlemcen (Ouest Algérien). Approche phytosociologique et phytoécologique. Thèse. Doct. 3<sup>e</sup> cycle. Univ. H. Boumediène, Alger, 238p+annexes.
117. **DAHMANI MEGREROUCHE M., 1989** - Les groupements végétaux des monts de Tlemcen (Ouest Algérien) ; syntaxonomie et phytodynamique Biocenose, 4(1/2), pp : 28 - 69.
118. **DAHMANI MEGREROUCHE M., 1996** – Groupement à chêne vert et étages de végétation en Algérie. Ecol. Médit. XXII (3/4), pp : 39 – 52.
119. **DAHMANI MEGREROUCHE M., 1997** – Le chêne vert en Algérie. Syntaxonomie, phytosociologie et dynamique des peuplements. Thèse Doct. Es. Sciences – Univ. Houari Boumediène. ALGER. 383p.
120. **DANIN A. et ORSHAN G., 1990** - The distribution of Raunkiaer life forms in ISRAEL in relation to the environment. Journal of vegetation science 1, pp: 41 - 48.
121. **DAVID A.K. et ROSS A.B., 1994** – Fire and competition in Australian Heath: A conceptual model and field investigations. Journal of vegetation science 5: 347-354.
122. **DEBRACH J., 1953** – Note sur les climats du Maroc occidental, Maroc méridional, pp : 32-342 ; 1122-1134.
123. **DEKKAK D., 2002**- Etude phytoécologique des tetraclinaies marocaines – thèse Doct. Es. Sci. Fac. Sc. Aix – Marseille III. 150 p.
124. **DEL VILLAR H., 1947** – Type du sol de l'Afrique du Nord. Tunis -Rabat (1) :1-136 et (2), pp : 137 – 288.
125. **DELABRAZE P., 1985** - Bases biologiques et physiques de la prévention des incendies de forêts. C.N.R.S. Edit. Piren, pp : 1-16.
126. **DELABRAZE P. et VALETTE J.C., 1974** – Etude de l'inflammabilité et de la combustibilité : Consultation FAO sur les incendies de forêt en méditerranée.
127. **DELAVEAUD P., 1981** - le feu : outil sylvicole ? utilisation pratique des données de combustibilité. –Avignon : INRA. Station de sylviculture méditerranéenne. Mémoire de 3<sup>ème</sup> année ENITEF. 92p.
128. **DEMALSY P. et DEMALSY M.J.F., 1990** – Les plantes à graines : structure, biologie, développement. Ed. Armand colin –Canada.
129. **DEMELON A. 1968**- Croissance des végétaux cultivés (principes d'agronomie). Tome II. Dunod. Ed. pp : 545-548.
130. **D.G.F (Direction général des forêts), 2002** – Bilan des incendies des forêts. Edition D.G.F, 50p.
131. **DGFT, 2006** – Direction Générale des Forêts de Tlemcen. Données statistiques des incendies de 1990 à 2006.
132. **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.
133. **DJEBAILI S., 1984** – Steppe Algérienne, phytosociologie et écologie O.P.U. Alger 127p.
134. **DORVAULT F., 1987** –L'officierie, Edition Vigot, pp.1414-1732
135. **D.S.A., 2005**- Direction des Services Agricoles de la wilaya de Tlemcen. Rapport sur la situation des zones agricoles de la wilaya de Tlemcen.
136. **DUCHAUFFOUR PH., 1976** – Atlas écologique des sols du Monde. Ed. Masson et Cie, Paris. 178p.
137. **DUCHAUFFOUR PH ; 1977** – Pédologie I. Pédogenèse et classification .Masson. Paris, 477 p.
138. **DURAND J.H., 1954** – « Les sols d'Algérie », Alger S.E.S ; 243p.
139. **DURAND J.H., 1958** – Les sols irrigables (étude pédologique). Alger.

140. **ECA, 2000** – Aide à l'intervention. Danger incendie. <http://www.eca-vaud.ch/>.
141. **ELHAMROUNI A., 1978** : - Etude phytosociologique et problèmes d'utilisation et d'aménagement dans les forêts de pin d'Alep de la région de Kasserine. Thèse Doct. Ing. Fac. Sc. Et Tech. St. Jérôme – Université Aix-Marseille III, 106 p.
142. **EL HAMROUNI A., 1992** – Végétation forestière et pré forestière de la Tunisie : Typologie et éléments pour la gestion. Thèse. Doct. Es. Sci. Univ. Aix – Marseille III. 220 p.
143. **ELHAMROUNI A. et LOISEL R., 1978** – Contribution à l'étude de la Tetraclinaie Tunisienne ; les groupements des Djebels Boukornine et Ressas. *Ecologia Mediterranea*, 4, pp : 133-139.
144. **ELMI S., 1970** – Rôle des accidents décrochants de direction SSW – NNE dans la structure des Monts de Tlemcen (Ouest Algérien). *Rev. Geo. Bot* ; 42 pp : 2 – 25.
145. **EMBERGER L., 1930** –A- Sur une formule climatique applicable en géographie botanique. *C.R.A. Sc.* ; 1991, pp : 389 – 390.
146. **EMBERGER L., 1934** – Répartition géographique au Maroc de L'Alfa (*Stipa tenacissima*) *C.R.S. Biogéo.*, 10, 85, pp : 61-63.
147. **EMBERGER L., 1938** – Aperçu général sur la végétation du Maroc. Commentaire de la carte phytogéographique du Maroc.
148. **EMBERGER L., 1939** – Aperçu général sur la végétation du Maroc. *Verof. Geobot. Inst. Rübel Zurich*, 14, pp : 40-157.
149. **EMBERGER., 1942** – Un projet de classification des climats du point de vue phytogéographique. *Bull. SX. Hist. Nat. Toulouse*, 77, pp : 97-124.
150. **EMBERGER L., 1952** – Sur le Quotient pluviothermique. *C.R. Sci* ; n°234, Paris, pp: 2508 –2511.
151. **EMBERGER L., 1955** – Une classification biogéographique des climats. *Recueil. Trav. Labo. Géol. Zool. Fac. Sci. Montpellier*. 48p.
152. **EMBEGER L. et MAIRE R., 1939** – Aperçu général sur la végétation du Maroc, commentaire de la carte phytogéographique (1/1.500.000) .*Verrof. Grobot. Inst. Zurich. Mém.h.s.Soc.Nat.Maroc*.14, pp : 140-157.
153. **ENCARTA, 2006** – Encyclopédie ®. Microsoft ®.
154. **ETIENNE M., 2002**- Protection de la forêt méditerranéenne contre les incendies et biodiversité. Dossier de l'environnement de l'INRA, n°21, pp : 139-143.
155. **F.A.O, 1980**- Report on the Second FAO/UNFPA Expert Consultation on Land Resources for Populations of the Future. Rome, FAO.
156. **F.A.O, 1998** – Rapport sur les politiques nationales ayant une incidence sur les incendies de forêts, n°138.
157. **F.A.O, 1999** – State of world's forests.
158. **F.A.O, 2001** – Situation des forêts du monde- 2001-Edition F.A.O. p 181.
159. **FAO/FIDA, 1993**- Projet de développement des monts de Beni Chougrane : étude de diagnostic des systèmes de production. FAO, 96p.
160. **FENNANE M., 1982**- Analyse phytogéographique et phytoécologique des Tetraclinaies Marocaines. Thèse3° Cycle. Univ. Aix- Marseille III.
161. **FENNANE M., 1987**- La qualité du bois de thuya de Maghreb (*Tetraclinis articulata*) et ses conditions de développement sur des principaux sites phytoécologiques de son bloc méridional au Maroc .Thèse de doctorat de l'E.N.G.R.E.f, 149 p.
162. **FENNANE M., 1988** – Phytosociologie des tetraclinaies marocaines. *Bull. Inst. Sci. Rabat* 12, pp : 99 – 148.
163. **FLAHAUT CH., 1906** – Rapport sur les herborisations de la société. Herborisation de la société de l'Oranie. *Bull. Soc. Bot. Fran.* pp : 54 – 170.

164. **FLORET C. et PONTANIER R., 1982** - Aridité climatique, aridité édaphique. Bull. soc. Bot. Fr, 131. Actual. Bot, 1984 (2/3/4), pp : 265-275.
165. **FLORET C., GALAN M.J., LEFLOCH E., ORSHAN G. et ROMANE F., 1990** - Growth forms and phenomorphology traits along an environmental gradient: tools for studying vegetation? Journal of vegetation science 1, pp: 71 - 80.
166. **FORGEARD F., 1987** - Les incendies dans les landes bretonnes : caractéristiques et conséquences sur la végétation et le sol. Thèse d'état. Rennes, France.
167. **FORGEARD F. et HELY CH., 1998** - Hétérogénéité d'une lande haute à *Ulex europaeus* en relation avec la propagation du feu (Bretagne- France). Can. J. Bot. 76, 1998 CNRC. Canada, pp 804 -817.
168. **FOSBERG T., 1971**- Conditions écologiques et incendies, 160p.
169. **FOURNIER P., 1948** -Le livre des plantes médicinales et vétérinaires de France. Tome 3. édit. Le chevalier, Paris, pp : 222-227.
170. **FOURNIER P., 1977**- les quatre flores de France .Edition Le Chevalier.Paris, 1105p.
171. **FRANZ F. et FORSTER H., 1979**- Table de production de pin d'Alep pour les Aurès (Algérie).Chaire de la production forestière de l'université de Munich, 114p.
172. **FRONTIER S., 1983** - Stratégies d'échantillonnage en ecologie. Ed. Mars et Cie. Coll. Décol. Press.Univ. Laval.Quebec, pp : 26 - 48.
173. **GADDES N., 1978** - Etude des relations végétation- milieu et effet biologique de la mis en défens notamment sur l'Alfa (*Stipa tenacissima*) dans le bassin versant de l'Ouest de Gabès. Thèse Doct. Spe. Univ. Sci. Tech. Languedoc. Montpellier. 119p.
174. **GAOUAR A., 1980** - Hypothèses et reflexions sur la dégradation des écosystèmes forestiers dans la région de Tlemcen (Algérie). Forêt Méditerranéenne II, 2 pp : 131 - 146.
175. **GASTON B., 1990** - La grande flore en couleurs (la flore de France). Edit. Belin. Tome I, II, III, IV, Index. Paris. France.
176. **GAUSSEN H ; 1952**- Géographie des plantes. Ed. 2, 233 p.
177. **GAUSEN H., 1963** - Ecologie et Phytogéographie, in : Abbayes, pp : 952 - 972.
178. **GHAZI A. et LAHOUATI R., 1997**- Algérie 2010. *Sols et Ressources biologiques*. Doc. I.N.E.S.G., Algcr, 38 p.
179. **GILL A.M., 1977** - Plant traits adaptative to fire in Mediterranean land ecosystem. In: H.Mooney and C.E Conrad (Eds), Proceeding of the symp. Environm. Conseq of fire and fuel management. In Mediterranean ecosystem. USDA Forest serv. Gen. Tech. Rep, 3, pp : 17-26.
180. **GODRON M., 1971** - Essai sur une approche probabiliste de l'écologie des végétaux. Thèse Doct. Univ. Sci. Techn. Languedoc, Montpellier. 247 p.
181. **GODRON M., DAGET PH. et EMBERGER L., 1968**- Code pour les relevés méthodiques de 1971 - Essai sur une approche probabiliste de l'écologie des végétaux. Thèse Doct. Univ. Sci. Techn. Languedoc, Montpellier. 247 p.
182. **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.
183. **GOUNOT M., 1969** - Méthodes d'étude quantitative de la végétation. Masson. Paris. 314p.
184. **GRAY P., 1967** - Dictionary of biological sciences, 1967, Rainhold.
185. **GRECO J., 1966** - L'érosion, la défense et la restauraration des sols, le reboisement en Algérie. Pub. Univ. Agr. Révolution Agrraire. Algérie.
186. **GRIME J.P., 1977** - Evidence for the existence of three primary strategies in plants and its relevance to ecological and evolutionary theory. The American Naturalist III, pp : 1169 - 11 94.

187. **GROUGNOU A., 2003** – La reconstitution paysagère, après incendies, les massifs forestiers de Saint Victoire, Etoile, Calanques en Alpilles. Séminaire sur la restauration des paysages forestiers dans les pays méditerranéens de l'union européenne.
188. **GUARDIA P., 1975** - Géodynamique de la marge alpine du continent africain d'après l'étude de l'Oranie occidentale. Relation structurale et paléogéographique entre le rif extérieur, le Tell et l'avant pays Atlasique.
189. **GUINOCHET M., 1973** – Phytosociologie. Ed.Masson. et Cie. Paris, 227 p.
190. **HADJADI AOUAL S., 1988** – Analyse phyto-écologique du thuya de Berbérie en Oranie – Thèse Magistère.Univ. D'Oran. Es senia. 150 p.
191. **HADJADI AOUAL S ; 1991** – Les peuplements de *Tetraclinis articulata* sur le littoral d'Oran (Algérie). Ecologia. Med. XVII, pp : 63 – 78.
192. **HADJADI AOUAL S., 1995** – Les peuplements du thuya de berbérie en Algérie : phytoécologie syntaxonomie, potentialités sylvicoles. Thèse Doct. Es. Sci. Univ. Aix – Marseille. 159 p + annexes.
193. **HALIMI A., 1980** – L'Atlas Blideen – Climat et étages végétaux – O.P.U. 484 P.
194. **HALITIM A., 1988** Sols des régions arides d'Algérie, O.P.U Alger.
195. **HASNAOUI O., 1998** – Etude des groupements à *Chamaerops humilis* Subsp *argentea*, dans la région de Tlemcen. Thèse de Magistère. Univ. About Bakr Belkaïd Tlemcen. 14 : 80 p +annexes.
196. **KADARI Y., 1986** – contribution à l'étude phytogéographique de *Tetraclinis articulata* dans l'Algérois. Mém. D.E.S Univ. Bab Ezzouar, Alger.60p.
197. **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.
198. **KADIK B., 1987-** Contribution à l'étude du Pin d'Alep en Algérie : Ecologie, dendrometrie, morphologie.O.P.U.580 p.
199. **KAID SLIMANE L., 1999**– Etude de la relation sol-végétation dans la région Nord des monts de Tlemcen (Algérie). Mém.Mag.Eco.Vég.Univ. Tlemcen.129p+annexes.
200. **HELLER R., 1990** – Abrégés de physiologie végétale. Développement .Tome II. 2<sup>o</sup>ème édition Masson. Paris ; 266p.
201. **KHELIFI H., 1987**– Contribution à l'étude phytoécologique des formations à chêne liège dans le Nord-Est algérien.Thèse de Magister. Univ. Des Sc. Technol. Houari Boumediène. Alger. 151p.
202. **KHELIFI H., 2002-** Les formations forestières et pré-forestières des montagnes d'Algérie. Diversité et sensibilité.
203. **KLAUS R., 1991-** les Plantes d'Afrique du Nord.
204. **KLEPAK A., 1986** – Le pin d'Alep en Dalmatie.Options Méditerranée. Série Etude CIHEAM 86/1, pp : 29-42.
205. **KOENIGUER J.C., 1974** – Les bois fossiles de *Tamarix*, *d'Acacia* et de *Retama* du Plio-Quaternaire saharien. C.R. Ac. Sc. 278, pp : 3069 - 3072.
206. **KUHNHOLTZ LORDAT G., 1958** – L'écran vert –mémoires Mus. Hist. Nat. Nouvelle série. Série B, 9, 276 p.
207. **LACOSTE A. et ROUX M., 1971** –L'analyse multidimensionnelle en phytosociologie et en écologie. *Oecologia Plantarum*, 6, pp : 353-369.
208. **LA DIVISION DE RECHERCHE ET D'EXPERIMENTATIONS (DREF), 2002** – Thuya : Importance écologique et économique. Terre & vie n°53/février 2002.
209. **LAPIE G. et MAIGE A., 1914-** La flore forestière illustrée de l'Algérie. Paris; 360 p.
210. **LAROUSSE., 1990** – Librairie Larousse (Canaa).Eition Française .pp : 623-649.
211. **LAYEC S., 1980** – Des paramètres biologiques susceptibles d'améliorer l'indice de risques d'incendies de forêt. I.N.R.A / E.N.S.A de Rennes, 3<sup>ème</sup> année. Document, PIF8908, 32 p + annexes.

212. **LE FLOC'H E., 2001** – Biodiversité et gestion pastorale en zones arides et semi-arides méditerranéennes du Nord de l'Afrique. *Bocconea* 13 : ISSN. , p 223-237.
213. **LE HOUEROU H.N., 1969** – La végétation de la Tunisie steppique. *Ann. INRAT, Tunis* 42(5) : 628P.
214. **LE HOUEROU H.N., 1969** – La désertification du Sahara septentrional et des steppes limitrophes (Libye, Tunisie, Algérie). *I.N.R.A.A.*, pp : 3-15.
215. **LE HOUEROU H.N., 1980** – L'impact de l'homme et de ses animaux sur la forêt méditerranéenne. II (1-2) : pp : 31 – 35 et p : 115 – 174.  
**LE HOUEROU H.N., 1995** – Considération biogéographiques sur les steppes arides du Nord de l'Afrique. *Sécheresse*, 6 pp : 167-182.
216. **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.
217. **LELEUX B., 1984**- Contribution à l'étude dendrométrique de *Pinus halepensis* Mill en forêt de AIN ZEDDINE (mont de Daia). *Mém.Ing.Agr. Louvain La Neuve. Belgique*.
218. **LEPART. J. et ESCARRE J., 1983** La succession végétale, mécanisme et modèles : analyse bibliographique. *bull. ecol*, 14(3), pp : 133-178.
219. **LESSON CR. et LESSON TS., 1980**- Histologie. 2ème Ed. Masson. 4 p.
220. **LETREUCH B.N., 1981**- Les reboisements en Algérie et leurs perspectives d'avenir. Tome I et II. Thèse doctorat de la Faculté des Sciences Agronomiques de Gembloux. Belgique.
221. **LOISEL R. et GAMILA H., 1993** – Traduction des effets du débroussaillage sur les écosystèmes forestiers et pré forestier par un indice de perturbation. *Ann. Soc. Sci. Nat. Archéol. De Toulon du var.* pp : 123 - 132.
222. **LORDAT K., 1958** – L'écran vert. Edition Museum (Paris), 140p.
223. **MAATOUG M., 1998**- Evolution de quelques propriétés de base du bois de pin d'Alep e fonction de l'âge du peuplement. Conséquence sur la valorisation industrielle du bois de cette essence. Thèse de Magistère. Institut National Agronomique-Alger. 126p.
224. **MAATOUG M., 2003** – Effet des facteurs stationnels sur les propriétés physiques, mécaniques et papetières du bois du thuya de Maghreb, *Tetraclinis articulata* Vahl. Masters (Algérie occidentale). Thèse de Doctorat d'état en Ecologie végétale et forestière. Univ. Djilali Liabès. Sidi Bel Abbès. 140p.
225. **MADAOUÏ A., 2003**-La forêt Algérienne. *Bulletin de l'AIFM*, n° II, 2003, pp : 4-5.
226. **MAIRE R., 1926** – Carte phytogéographique de l'Algérie et de la Tunisie. *Baconnier, Alger*, 78p.
227. **MAIRE R., 1926** – Principaux groupements végétaux d'Algérie. *Station Centrale de Recherche en Ecologie Forestière C.N.R.E.F. I.N.R.A. d'Algérie*, 7 p.
228. **MAIRE R., 1952**- Flore de l'Afrique du Nord. T1. Ed. Lechevalier. Paris.
229. **MARC, 1930**- Notes sur les forêts en Algérie. Edit. Larose, 696p.
230. **MARECHAL L., 1984** – Mémoire de stage des cadres de la protection civile française- feux de forêts, 2<sup>ème</sup> partie, 150 p.
231. **MEDDOUR R., 1983** – Contribution à l'étude de la croissance du *Pinus halepensis* Mill en relation avec les groupements végétaux dans la forêt de BAINEM. *Mém.Ing.Agr., I.N.A.* 62p.
232. **MEDDOUR R., 1994** – Contribution à l'étude phytosociologique et syntaxonomique de l'Atlas Blidéen. Thèse de Magistère en Agronomie. I.N.A. Alger. 350p.
233. **MEDJAHDI B., 2001**–Réponse de la végétation du littoral des monts des Traras (Tlemcen) Aux différents facteurs de dégradation. Mémoire de Magister. Univ. Abou Bakr Belkaid de Tlemcen. Dép. foresterie. 110p+ annexe.

234. **MEDUS P. et PONS A., 1980** – Les prédécesseurs des végétaux méditerranéens actuels jusqu'au début du Miocène. In: Denizot M. et Sauvage C. (Eds.). *Naturalia Monspelienisia*, pp: 11 – 20.
235. **MENARD J., 2002** – Résines naturelles et vernis traditionnelles. *Cours préparés*. Le site Français du Meuble Peint, 1p.
236. **MERZOUK A., 1994** – Etude cartographique de la sensibilité à la désertification : bilan de la dynamique des sables et dynamogénèse de la végétation steppique (Alfa) dans le sud-ouest Oranais. Thèse Magistère en Biologie. Ecologie végétale. Institut de Biologie. Université de Tlemcen. 194P.
237. **METRO A., 1975** - Dictionnaire forestier multilingue. Edit. conseil international de la langue française.
238. **MEZALI M., 2003**-Rapport sur de secteur forestier en Algérie.3<sup>ème</sup> session du Forum des Nations Unis sur les forêts. 9 p.
239. **MEZIANE H., 1997** – Contribution à l'étude des formations végétales anthropozoogènes dans la région de Tlemcen. Mémoire d'Ing. Ist. Univ. Abou Bakr Belkaïd de Tlemcen.
240. **MEZIANE H., 2004**- Contribution à l'étude des psammophiles de la région de Tlemcen (Oranie- Algérie). Th. Magistère en biologie. Ecol. Vég. Dép. Bio. Fac. Sci. Univ. Abou Bakr Belkaïd. Tlemcen. 152p.
241. **MENTERO G., CANELLAS I., et RUIS-PEINADO R., 2000**- Growth and Yield models for *Pinus halepensis* Mil. Invest. Agr.Sist. Recur.For., 10(1), 24p.
242. **MILOUDI A., 1996**- La régénération du thuya de Berberie (*Tetraclinis articulata*) dans la forêt de Fergoug (Mascara). Thèse de magistère. Inst. Nat. Agr. El Harrach. 150p.
243. **MOL T. et KUCUKOSMAOGLU A., 1997** – Forest fire in Turkey. Actes du XI<sup>e</sup> congrès forestier mondial. Antalya, Turquie.
244. **MONJAUZE A., 1969**- Répartition et écologie de *Pistacia atlantica* en Algérie. Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord, 56, Alger.
245. **NACIRI M., 1999** – Territoire : contrôler ou développer, le dilemme du pouvoir depuis un siècle. Monde arabe, Maghreb Machrek, 164, Avril-Juin 1999.
246. **NAHAL I., 1963** – Contribution à l'étude de la végétation dans le Baer – Bassit et le Djebel Alaoute de Syrie. Webbia, 16, 2, pp : 9-35.
247. **NADER S., 1989** – Contribution à l'étude structurale des phytocénoses ligneuses méditerranéennes : Aspects écologiques et biochimiques. Thèse Doctorat. Univ. Aix-MarseilleIII.
248. **NAHAL I., 1962** – Le pin d'Alep. Ann. Sec. Eausc et Forêts, Nancy. XIX, 4.
249. **NAHAL I., 1963** – Contribution à l'étude de la végétation dans le Baer – Bassit et le Djebel Alaoute de Syrie. Webbia, 16, 2.
250. **NAHAL B., 1986** - Taxonomie et aire géographique des pins du groupe *halepensis*. Options Méditerranéennes. Séries Etude CIHEAM 86/1, pp : 1-9.
251. **NAVEH Z. et DAN J., 1973** –The human degradation of European landscape in Israel. In: F.Di Castri and H.A Mooney (eds), Mediterranean type ecosystems, origin and structures, vol 7, p: 373-390.
252. **NEDJRAOUI D., 2001**- Profil fourrager : Algérie. Rapport, URBT, version Web, 38p.
253. **NEGRE R., 1966** – Les Thérophytes. Mem. Soc. Bot. Fl, pp : 92 – 108.
254. **NEUVEUX M., DUHEN L.M., CORTI J.M., DEVALLOIS P., FONTANELJ.L. et BOISSEAU P., 1986** – Plaidoyer pour une sylviculture du pin d'Alep par les techniciens du terrain. Forêt méditerranéenne VIII n°1.
255. **OLIVIER L., MURACCIOLE M. et RUDERON J.P., 1995** – Premier bilan sur la flore des îles de la Méditerranée. Etat des connaissances et Observations Diagnostiques et

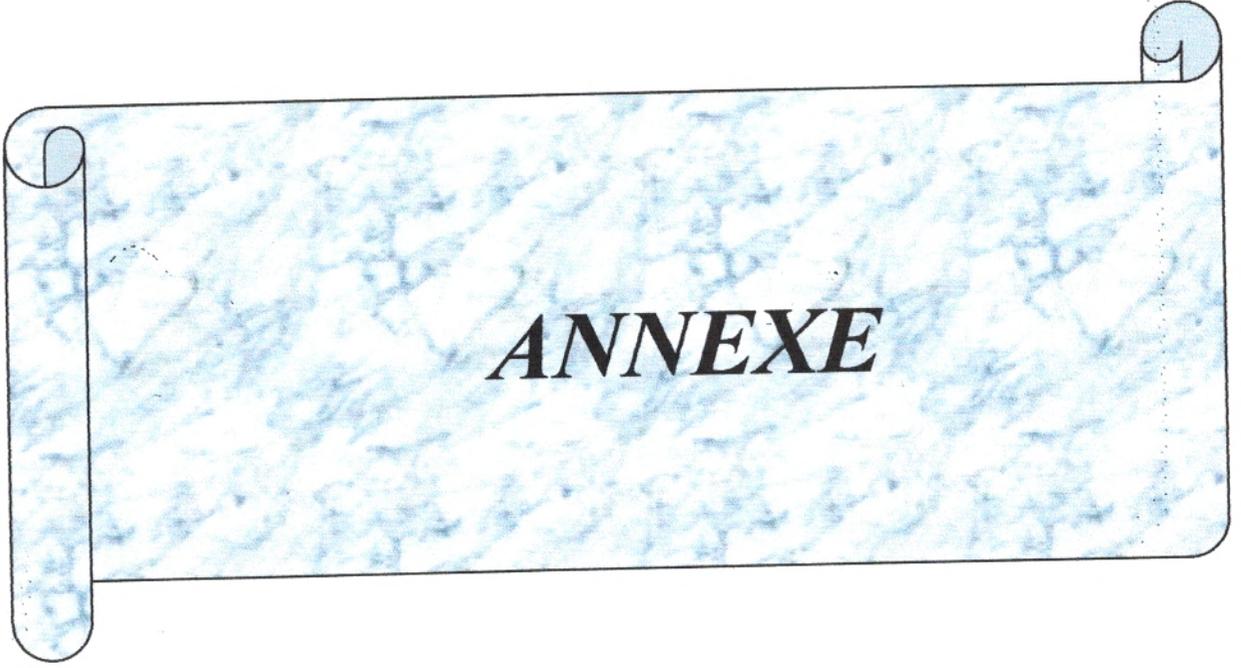
- Proposition relatifs aux flores insulaires de Méditerranée par les participants au colloque d'Ajaccio. Corse. France (5 – 8 Octobre, 1993) à l'occasion des débats et conclusions, pp : 356 – 358.
256. **ORAZIO C., 1986** – Sylviculture de pin d'Alep. *Option Méditerranée*. Série Etude CIHEAM 86/1, pp : 47-54.
  257. **OZENDA P., 1990** – « La zone némorale xérothermique du sud européen ». *Giorn.Bot.Ital.* 124, pp : 759-780.
  258. **PARAJOANNON L., 1954** - Les limites de la répartition géographique du *P.halepensis* et *P. brutia* en N. Chalchidique et leurs associations végétales. *ext.Bull. Sc. Nat. Athènes*.
  259. **PARDE J., 1956** – Une notion peine d'intérêt : a hauteur dominante des peuplements forestiers. *REv.For.Fr.* VIII (12), pp : 80-856.
  260. **PERES M. et TREJO, 1996** – Desertification and land degradation. The European officinal publication of the European communities. 63 p.
  261. **PESSON P., 1980** – Actualité d'écologie forestière .Sol- Flore- Faune- Forêts. Nancy. France. 517p.
  262. **PEYRE S., 2001** - L'incendie désastre ou opportunité? L'exemple des Pyrenees Orientales. Forêt méditerranéenne tome XXII, n°2 Juin 2001. pp : 194-197.
  263. **PEYERIMHOF P, 1941** – Carte forestière de l'Algérie et de la Tunisie au 1/1500.000. Notice 70p. 7pl. ph. H.t.
  264. **POMPE A. et VINES. R.G., 1966** - The influence of moisture on the combustion of leaves. *Aust. For.* 30(3), pp : 231-241.
  265. **POUGET M., 1980** - "Les relations sol-végétation dans les steppes Sud-Algéroises" Travaux et documents de l'O.R.S.T.O.M. N°16, 555P.
  266. **QUEZEL P., 1964** – L'endémisme dan la flore de l'Algérie. *C. R. Soc. Biogeo.* Pp: 137 – 149.
  267. **QUEZEL P., 1976** – Les forêts du pourtour Méditerranéen : Ecologie, Conservation et Aménagement. Note. Tech. MAB2 UNESCO. Paris, pp : 9 – 34.
  268. **QUEZEL P., 1980**–Biogéographie et écologie es conifères sur le pourtour méditerranéen. In PESSON : Actualité d'écologie Forestière. Bordas Edit, Paris, pp : 205-256.
  269. **QUEZEL P., 1981** – Floristic Composition and phytosociological structure of sclerophyllus matorral around the Mediterranin. In: Goodall, D.W. (1981): *Ecosystems of the world II. Mediterranean-Type Shrublands.*- Amsterdam/Oxford/New York.
  270. **QUEZEL P., 1983** - Flore et végétation de l'Afrique du Nord, leur signification en fonction de l'origine, de l'évolution et des migrations des flores et structures de végétation passées- *BOTHALIA*, 14, pp : 411-416.
  271. **QUEZEL P., 1986** – Les pins du groupe *halepensis* : Ecologie, végétation, Ecophysologie. *Options Méditerranéennes. Séries Étude CIHEAM 86/1*, pp : 11-24.
  272. **QUEZEL P. et BARBERO M., 1990** – Les rebondissements en régions Méditerranéennes. Incidences biologiques et économiques. *Forêts Méd.* XII (2), pp : 103 – 113.
  273. **QUEZEL P., 1991** – Structures de végétations et flore en Afrique du Nord : Leurs incidences sur les problèmes de conservation. *Actes Editions*, pp : 19 – 32.
  274. **QUEZEL P., 1995** – La flore du bassin Méditerranéen – Origine, mise en place, endémisme. *Ecologia Mediterranea*. XXI. (1 – 2 ), pp : 19 – 39.
  275. **QUEZEL P., 1999** – Biodiversité végétale des forêts Méditerranéennes son évolution éventuelle d'ici à trente ans. *Forêt Méditerranéenne* XX, pp : 3 – 8.

276. **QUEZEL P., 1999** – Les grandes structures de végétation en région Méditerranéenne : Facteurs déterminants dans leur mise en place post-glaciaire – GEOBIOS, 32, pp : 19 – 32.
277. **QUEZEL P., 2000** – Réflexion sur l'évolution de la flore et de la végétation au Maghreb Méditerranéen. Ibis Press. Edit. Paris. 117 p.
278. **QUEZEL P., 1999** – Biodiversité végétale des forêts méditerranéennes, son évolution éventuelle d'ici à trente ans. Ecologia mediterranea. Tome XX n°1.
279. **QUEZEL P. et SANTA S., 1962 – 1963** – Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques Méridionales. Paris C.N.R.S., 2 Vol. 1170 P.
280. **QUEZEL P., BARBERO M., BONIN G. et LOISEL R., 1980** - Essai de corrélations phytosociologiques et bioclimatiques entre quelques structures actuelles et passés de la végétation méditerranéennes. Naturalia Monspeliensia, n° Hors série 1980, pp : 89-95.
281. **QUEZEL P., GAMISANS J. et GRUBER M., 1980** – Biogéographie et mise en place des flores Méditerranéennes Naturalia Monspeliensia, n° Hors série, pp : 41 – 51.
282. **QUEZEL P., BARBERO M., 1981.** Contribution à l'étude des formations pré-steppiques à genévriers au Maroc – Bol.Soc.Ser.2, 53, pp : 1137–1160.
283. **QUEZEL P., BARBERO M., 1986** – Aperçu Syntaxonomique sur la connaissance actuelle de la classe de *Quercetea ilicis* au Maroc. Ecologia Méditerranea, XI (3/4). pp : 105 – 111.
284. **QUEZEL P., BARBERO M. et BENABID A., 1987** – Contribution à l'étude des groupements forestiers et pré forestiers du haut Atlas orienta du Maroc. Ecologia Méditerranea .XIV (1/2), pp : 107-113.
285. **QUEZEL P., BARBERO M., BENABID A., LOISEL R. et RIVAS-MARTINEZ S., 1988** – Contribution à l'étude des groupements pré-forestiers et des matorrals rifains- Ecologia Mediteranea., VIV (1 – 2), pp : 76 – 122.
286. **QUEZEL P., BARBERO M., 1990** – Les forêts Méditerranéennes, problèmes posés par leur signification historiques, écologique et leur conservation. Acta. Botanica Malacitana 15, pp : 145 – 178.
287. **QUEZEL P., BARBERO M., BONIN G. et LOISEL R., 1990** – Recent plant invasions in the Centro Mediterranean region. In DICSTRÍ et al – “Biological Invasions” : 5160, Klower Pub.
288. **QUEZEL P., BARBERO M., BENABID A., LOISEL R. et RIVAS-MARTINEZ S., 1992** – Contribution à la connaissance des matorrals du Maroc Orientale. Phytocoenologia. 21 (1 – 2), pp : 117 – 174.
289. **QUEZEL P. et BARBERO M., 1992** – Le pin d'Alep et les essences voisines : Répartition et caractères écologiques généraux, la dynamique récente en France Méditerranéenne. Forêt Méditerranéenne, XIII (3), pp : 158-170.
290. **QUEZEL P., MEDAI F., LOISEL R. et BARBERO M., 1999** – Biodiversité et conservation des essences forestières du bassin méditerranéen. Rev. Unasyuva. La Forêt méditerranéenne n°197, Vol 50. Site Web.
291. **RAMADE F., 1990** – Conservation des écosystèmes Méditerranéens. P.N.U.E., plan d'Action pour Méditerranée les fascicules du plan bleu, 3, Economica, Paris, 144 P.
292. **RAUNKIAER C., 1904** – Biological types with reference to the adaptation of plants to survive the unfavorable season. In Raunkiaer, 1934, pp: 1 – 2.
293. **RAUNKIAER C., 1907** – The life forms of plants and their bearing on geography. In Raunkiaer, 1934, pp : 2 – 104.
294. **REBAI A., 1983** – Les incendies de forêts dans la wilaya de Mostaganem (Algérie) : étude écologique et proposition d'aménagement .Thèse Docteur de spécialité. Université de science Marseille, France.

295. **RIKLI M., 1943** – Das Pflanzenkleid der Mittelmeerlander. Huber Berne, pp: 1-418.
296. **RIVAS-MARTINEZ S., 1974** – La végétation de la classe *Quercetea ilicis* en España y Portugal. Annales Instituto Botanico Cavanilles, 31 (2), pp : 1495 – 1554.
297. **RIVAS-MARTINEZ S., 1975** – Phytosociological and chlorological aspects of the Mediterranean region. Doc. Phytosocio, pp: 137 – 145.
298. **R.N.E., 2000** – Rapport national sur l'état et l'avenir e l'environnement .Ministre de l'Aménagement du territoire et de l'environnement. Algérie. 253p.
299. **ROBERTSON JMS., 1979** – Etude critique de la bibliographie concernant les incendies de forêts aux U.S.A et au Canada et discussion les possibilités d'adaptation de certaines techniques en France Méditerranéenne. Thèse 3<sup>ème</sup> cycle U.P.M.C Paris IV, 245p.
300. **ROY J., 1977** – Relation entre deux paramètres phytoécologiques ( phytomasse, indice foliaire) et les informations recueillies par poits dans les deux formations herbacées méditerranéennes. Mem. D.E.A., U.S.T.L. Montpellier.
301. **RUELLAN A., 1970** – Contribution à la connaissance des sols des régions méditerranéennes : Les sols à profil calcaire différencié des plaines de la basse Moulouya. Thèse doc. D'état, Univ. Strasbourg. 320p.
302. **S.E.F.O.R (Sous direction des eaux et forêts), 1980** – Données statistiques de base du secteur, brochure n°1, Edition S.E.F.O.R, 34p.
- ✓ 303. **SAUVAGE CH., 1961** – Recherches géobotaniques sur le chêne liège au Maroc. Thèse Doct. Etat, Montpellier, Trav. Inst. Sci. Chérifien, Série Botanique, pp : 21 – 462.
304. **SAUVAGE CH. et DAGET P., 1963** – Le Quotient pluviothermique d'EMBERGER. Son utilisation et la représentation de ses variations au Maroc. Ann. Serv. Phys. GL. Meteorol., 20, pp : 11 – 23.
305. **SCHILER G., 2000 a-** Inter and intra data specific genetic diversity of *Pinus halepensis* Mill. And *Pinus brutia* Ten. Forest Ecosystems in the Mediterranean basin. 13-35.
306. **SCHILLER G., 2000 b-** Ecophysiology of *Pinus halepensis* Mill. and *Pinus brutia* Ten.- Ecology, biogeography and management of *Pinus halepensis* and *Pinus brutia* .Forest Ecosystems in the Mediterranean basin, pp: 51-65.
307. **SEIGUÉ A., 1985** – La forêt méditerranéenne et ses problèmes. Maison Neuve et Larose. Edition. Paris. 502p.
308. **SELTZER P., 1946** – Le climat de l'Algérie. Inst. Météor. Et de Phys- Du globe. Univ. Alger. 219 p.
309. **SEMAI A. et SAADANI Y., 1995-** Historique et évolution des systèmes agropastoraux dans les zones montagneuses u nord-Ouest. Office du développement sylvopastorale du Nord Ouest. Tunisie.
310. **SERGE P., 2001** – L'incendie, désastre ou opportunité : l'exemple des Pyrénées orientales. Forêt méditerranéenne t. XXII, n°2, Juin 2001, pp : 194-2000.
311. **SGHAIER T., AMMARI Y., GARCHE S et KHALDI A., 2001-** Croissance en hauteur dominante et classes de fertilité du pin d'Alep. Anales de l'INGREF n° spécial, pp : 45-53.
312. **SCHOENENBERGER A., 1967** – Les associations forestières de la dorsale tunisienne et leur mise en valeur. Ann.Serv.Bot. et Agro. De Tunisie, 30, 149-155.
- ✓ 313. **SOULERES G., 1969** – Le pin d'Alep en Tunisie: Annales de l'Inst. Nat. Rech. Forest.Tunisie. Vol.2 Fasc.126p.
- ✓ 314. **SOULERES G., 1975** – Classe de fertilité et production des forêts tunisienne de pin d'Alep.Rev.For.Fr., XXVII (1), pp : 41-49.
- ✓ 315. **STEWART P; 1969-** Quotient pluviothermique et dégradation biosphérique. Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord, 59, pp : 23-36.

316. **THIBAUD S., 2004** – Biologie végétale ; la racine. Inforest 2004-Vimont mathieux.
317. **THOMAS C., 2005** – Impact des régimes d'incendie sur la dynamique des structures végétales et leur inflammabilité. Application à la Provence cristalline.
318. **TIERRY T., 1997** – Mise en place de protocoles expérimentaux pour le suivi des incendies de forêt et de la reconstitution des écosystèmes forestiers.
319. **TINTHOIN R., 1948** – Les aspects physiques de tell Oranais, essai de morphologie de pays semi-aride. Ouvrage publié avec le concours de C.N.R.S., Edit. L. Fouque, 639 p.
320. **TRABAUD L., 1970** - Le comportement du feu dans les incendies des forêts, revue technique du feu, 103, pp : 13-32.
321. **TRABAUD L., 1973** - Notice des cartes à grande échelle des formations végétales combustibles du département de l'Hérault. Doc n°38, C.E.P.E C.N.R.S Montpellier 2.
322. **TRABAUD L., 1974** - Apport des études écologiques dans la lutte contre le feu. Revue forestière française – n° spécial, pp : 135-140.
323. **TRABAUD L., 1976** - Inflammabilité et combustibilité des principales espèces de la garrigue – Plant, 11, pp: 117-139.
324. **TRABAUD L., 1976** - Inflammabilité et combustibilité des principales espèces de la garrigue – Oecot. Plant, 11, pp: 117-139.
325. **TRABAUD L., 1979** - Etude du comportement du feu dans la garrigue de chêne Kermès à partir des températures et des vitesses de propagation. Ann. Sci. For, 36, 1, pp : 13-38.
326. **TRABAUD L., 1980** - Impact biologique et écologique des feux de végétation sur l'organisation, la structure et l'évolution de la végétation des zones de garrigue de garrigue du Bas-Languedoc. Thèse d'état. Univ. Sci. Tech. Languedoc Montpellier, pp : 1-174.
327. **TRABAUD L., 1989**- Fire resistance of *Quercus coccifera* L. garrigue. Pages:21-32 in J.G Goldammer and M.J Jenkins. Eds. Fire in ecosystems dynamics.
328. **TRABAUD L., 1999** - Evolution de la végétation après incendie – C.N.R.S centre d'écologie fonctionnelle et évolutive – Montpellier. Villaggio globale é edito da "Adda Editorc" Tutti i Diritti Riservati.
329. **TRABAUD L. et LEPART J., 1980** – Diversity and stability in garrigue ecosystems after fire. Vegetation, 43, pp: 49-57.
330. **TRABAUD L., MICHELS C. et GROSMAN J., 1985** – Recovery of burnt *Pinus halepensis*. Mill forests 2. Pine reconstitution after wildfire. Forest. Ecol. Manage 13, pp: 167-179.
331. **TRABUT C.L., 1887** – D'Oran à Mecheria – Notes botaniques et catalogues des plantes remarquables. Alger. Jourdan.36 p.
332. **TREGUBOV V., 1963**- Etude des groupements végétaux du Maroc oriental méditerranéen. Bull. Mus. Hist. Nat. Marseille.23, pp : 121-196.
333. **VALETTE J.C., 1990 (a)** - Inflammabilité. Indice de végétation et température de surface. Institut national de la recherche agronomique, Avignon. France. Pif 9016.
334. **VALETTE J.C., 1990 (b)** - Inflammabilité des espèces forestières méditerranéennes – conséquences sur la combustibilité des formations forestières. Revue. Forest. France, 42, n° spécial, pp : 76-92.
335. **VALETTE J.C., CLEMENT A. et DELABRAZE P., 1979** – Inflammabilité d'espèces méditerranéennes. Tests rapides. Compagnie été 1978. Avignon : INRA, Station des sylviculture méditerranéenne. 29p.
336. **VAN AUFSESS, 1976** – Enquête sur la possibilité de distillation de la gemme du Pin d'Alep dans le massif des Aurès, Algérie. Ministère de l'agriculture, 49p.

337. **VAN DER DOELEN G.A., VANDEN BERG K.J. et BOON J., 1998-** Comparature chromatographic an spectrometic studies of triterpenoid varnishes. Fresh material and a sample from panting. *Studies in conservation* 43(3), pp: 249-264.
338. **VENNETIER M., 2001-** La régénération du pin d'Alep après incendie. *Info DFCI*. Bulletin du centre de documentation « Forêt méditerranéenne ». n°50.8.
339. **VENNETIER M., ESTEVE R., GARCIN R. M., GRIOT S., RIPERT Ch. et VILA B., 2001 -** Dynamique spatiale de la régénération des forêts après incendie en basse Provence calcaire. Cas particulier du pin d'Alep. Un projet commun IMEP – Cemagref. GIS Incendie.
340. **VIEGAS D.X., 1992 -** Wind and its effects on forest fires. *Atti convegno internazionale incendi boschivi*, Saint- Vincent. 21/22 Octobre 1991, regione autonoma valle d'Aosta, assessorato del agricoltura, forestazione e rizorse natural in corso di stampa.
341. **WAGNER ; VINE et CHANDLER, 1983 -**Conséquences des incendies, revue française : sécurité civile et industrielle n°417, 60p.
342. **YOUNSI B., 1980 –** Asylvatisme du Pin d'Alep dans les dépressions de la région de DJELFA. *Mém. Ing. Agr. I.N.A. Alger*.
343. **ZAID S. 1988 –** Contribution à l'étude des peuplements du Thuya de berberie (*Tetraclinis articulata*) des monts de Mostaganem. *Alger. INA. Ing. Agr.*
344. **ZERAÏA 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*, 370 p.
345. **ZOHARY H., 1971 –** The phytogeographical foundation of the Middle East. In "Plant life of south – west Africea" *Botanical Soc. Edin burgh*, pp: 43 – 51.
346. **ZOUBIR A., 1995 –** Approche des espaces steppiques à travers un instrument d'aménagement PDAU. Wilaya de Sidi Bel Abbès. Réseau parcours. Edition spéciale, pp : 14-18.



Stations	Latitude	Longitude	Altitude (m)	Wilaya
Beni-Saf	35°18' N	01°21'W	68	Ain Temouchent
Ghazaouet	35°06'N	01°52'W	04	Tlemcen
Maghnia	34°24' N	1°47'W	426	Tlemcen
Zenata	35°00'N	0°27'W	246.1	Tlemcen'
Saf-Saf	34°57'N	01°17'W	592	Tlemcen
Hafir	34°47'W	1°26'N	1270	Tlemcen
Beni Bahdel	34°71'W	1°50'W	700	Tlemcen
O/Mimoun	34°50'W	1°03'W	430	Tlemcen
Sidi Djilali	34°27'N	1°27'W	1280	Tlemcen

**Tableau N°1 : Données géographiques des stations météorologiques retenues (Source : O.N.M.)**

Saisons	Hiver		Printemps		Eté		Automne		Pluviosité annuelle	Régime Saisonnier
	P(mm)	Crs	P(mm)	Crs	P(mm)	Crs	P(mm)	Crs		
Ghazaouet	121.85	1.46	97.16	1.16	10.55	0.12	103.23	1.24	332.79	HAPE
Beni Saf	148.9	1.61	101.19	1.09	14.36	0.15	104.64	1.13	369.09	HAPE
Zenata	121.03	1.52	106.19	1.33	11.73	0.14	78.69	0.99	317.64	HPAE
Maghia	106.56	1.48	99.74	1.38	13.73	0.19	67.26	0.93	287.31	HPAE
O/Mimoun	105.2	1.65	89.8	1.41	21.8	0.34	37.4	0.58	254.2	HPAE
Hafir	203.64	1.68	1.66	1.28	25.38	0.20	99.3	0.82	483.98	HPAE
Saf-Saf	14.9	1.51	142.85	1.39	11.77	0.12	99.52	0.97	409.09	HPAE
Beni Bahdel	171.98	1.42	163.63	1.35	42.75	0.35	106.06	0.87	484.42	HPAE
Sidi Djilali	101.34	1.37	120.42	1.63	23.51	0.31	49.76	0.67	295.03	PHAE

**Tableau n°4 : Coefficient relatif saisonnier de MUSSET.**

Stations	Altitude (m)	"M" (°C)		Mois	
		AP	NP	AP	NP
Ghazaouet	04	29	32.52	Août	Août
Beni-Saf	68	29.3	31.26	Août	Août
Zenata	246.1	32.04	32.68	Août	Juillet
Maghnia	426	32.07	36.22	Août	Juillet
O/Mimoun	430	32.8	39	Août	Août
Hafir	1270	33.1	32.35	Août	Juillet
Saf-Saf	592	32.8	33.71	Août	Août
Beni Behdel	700	31.6	34.2	Août	Août
Sidi Djilali	1280	32	33.38	Août	Août

**Tableau n°5: Moyenne des maxima du mois le plus chaud (AP: Anciennes périodes ; NP: Nouvelles périodes).**

Stations	Altitude (m)	"m"(°C)		Mois	
		AP	NP	AP	NP
Ghazaouet	04	7	6.23	Janvier	Janvier
Beni-Saf	68	9.1	10.04	Janvier	Janvier
Zenata	246.1	6.7	5.5	Janvier	Janvier
Maghnia	426	3.3	1.92	Janvier	Janvier
O/Mimoun	430	.2	4.2	Janvier	Janvier
Hafir	1270	1.8	3.2	Janvier	Janvier
Saf-Saf	592	.8	.5	Janvier	Janvier
Beni Bahdel	700	1.7	4.8	Janvier	Janvier
Sidi Djilali	1280	0.1	0.9	Janvier	Janvier

**Tableau n°6: Moyenne des minima du mois le plus froid.**

Stations	Période	Amplitude thermique	Type du climat
Ghazaouet	1913-1938	22	Littoral
	1980-2004	26.29	Semi-continentale
Beni-Saf	1913-1938	20.2	Littoral
	1980-2004	21.22	Littoral
Zenata	1913-1938	25.34	Semi-continentale
	1980-2004	27.18	Semi-continentale
Maghnia	1913-1938	28.77	Semi-continentale
	1980-2004	34.3	Semi-continentale
O/Mimoun	1913-1938	27.67	Semi-continentale
	1970-1997	34.8	Semi-continentale
Hafir	1913-1938	31.3	Semi-continentale
	1975-1996	29.1	Semi-continentale
Saf-Saf	1913-1938	27	Semi-continentale
	1980-2004	28.21	Semi-continentale
Beni Bahdel	1913-1938	29.9	Semi-continentale
	1970-1997	29.4	Semi-continentale
Sidi Djilali	1913-1938	33	Semi-continentale
	1970-1997	29.82	Semi-continentale

**Tableau n°7: indice de continentalité de Debrach.**

<b>Stations</b>	<b>Période</b>	<b>Indice de DE.MARTONNE</b>	<b>Types du climat</b>
<b>Ghazaouet</b>	1913-1938	15.53	Semi-aride sec
	1980-2004	11.77	Semi-aride sec
<b>Beni-Saf</b>	1913-1938	13.18	Semi-aride sec
	1980-2004	12.96	Semi-aride sec
<b>Zenata</b>	1913-1938	18.30	Zone tempérée à drainage extérieur
	1980-2004	10.52	Semi-aride sec
<b>Maghnia</b>	1913-1938	16.08	Semi-aride sec
	1980-2004	10.44	Semi-aride sec
<b>O/mimoun</b>	1913-1938	20.38	Zone tempérée à drainage extérieur
	1970-1997	10.19	Semi-aride sec
<b>Hafir</b>	1913-1938	30.05	Semi-aride sec
	1975-1996	19.06	Semi-aride sec
<b>Saf-Saf</b>	1913-1938	20.67	Zone tempérée à drainage extérieur
	1980-2004	15.11	Semi-aride sec
<b>Beni Bahdel</b>	1913-1938	19.90	Zone tempérée à drainage extérieur
	1970-1997	19.10	Zone tempérée à drainage extérieur
<b>Sidi Djilali</b>	1913-1938	13,34	Semi-aride sec
	1970-1997	12,82	Semi-aride sec

**Tableau n°8 : Indice d'aridité de DEMARTONNE**

Stations	PE (mm)	M(°C)	S = PE/M
Ghazaouet	10.55	32.52	0.32
Beni-Saf	14.36	31.26	0.45
Zenata	11.73	32.68	0.36
Maghnia	13.7	36.22	0.38
O/Mimoun	21.8	39	0.55
Hafir	25.38	32.35	0.78
Saf-Saf	11.77	33.71	0.35
Beni Bahdel	42.75	34	1.25
Sidi Djilali	23,51	33,38	0,70

**Tableau n°9 : Indice de Sécheresse.**

Stations	M		m		Q <sub>2</sub>		Q <sub>3</sub>	
	AP	NP	AP	NP	AP	NP	AP	NP
Ghazaouet	29	32.52	7	6.23	71.35	43.29	67.65	43.41
Beni Saf	29.3	31.26	9.1	10.01	62.85	59.23	62.99	59.65
Zenata	32.04	32.68	6.7	5.5	63.97	40.01	64.16	40.08
Maghnia	32.07	36.22	3.3	1.92	48.85	28.67	49.83	28.73
O/Mimoun	32.8	39	5.2	4.2	65.51	24.72	65.61	25.05
Hafir	33.1	32.35	1.8	3.2	77.77	57.1	77.47	56.94
Saf Saf	32.8	33.71	5.8	5.5	69.05	49.56	69.23	49.74
Beni Bahdel	31.6	34.2	1.7	4.8	62.58	56.58	56.33	56.51
Sidi Djilali	33,1	30,72	0,1	2,63	33,56	36,25	33,36	36,02

**Tableau n°10 : Quotients pluviothermiques d'EMBERGER et de STEWART.**

AP : Ancienne période

NP : Nouvelle période

Pays	Superficie (ha)	Total de couverture Forestière (ha) en 1990	Total de la couverture Forestière (ha) en 2000	Taux de changement Annuel (ha)
<b>Europe</b>				
Portugal	9.150	3.096	3.666	57.00
Espagne	49.944	13.510	14.370	86.00
France	55.010	14.725	15.341	61.60
Italie	29.406	9.708	10.300	59.20
Malte	32	-	-	-
Yougoslavie	10.200	2.901	2.887	-1.40
Bosnie-Herzégovine	5.100	2.273	2.273	0.00
Croatie	5.592	1.763	1.783	2.00
Albanie	2.740	1.069	991	-7.80
Grèce	12.890	3.299	3.599	30.00
<b>S/ total</b>	<b>182.076</b>	<b>53.429</b>	<b>56.317</b>	<b>288.80</b>
<b>Asie</b>				
Chypre	224	119	172	5.30
Palestine	2.062	82	132	5.00
Syrie	18.378	461	461	0.00
Liban	1.023	37	36	-0.10
Jordanie	8.893	86	86	0.00
Iran	162.200	7.299	7.299	0.00
Turquie	76.963	10.005	10.225	22.00
<b>S/Total</b>	<b>269.743</b>	<b>18.089</b>		<b>32.20</b>
<b>Afrique</b>				
Maroc	44.630	3.037	3.025	-1.20
<b>Algérie</b>	<b>238.174</b>	<b>1.879</b>	<b>2.145</b>	<b>26.60</b>
Tunisie	16.362	499	510	1.10
Libye	175.945	311	358	4.70
Egypte	99.45	52	72	2.00
<b>S/Total</b>	<b>574.66</b>	<b>5.778</b>	<b>6.110</b>	<b>33.20</b>
Total général	<b>1.026.484</b>	<b>77.296</b>	<b>80.838</b>	<b>354.20</b>
Total mondial	<b>13.063.896</b>	<b>3.963.429</b>	<b>3.869.455</b>	<b>-9.394.40</b>

**Tableau n° 11: Changement de la couverture forestière méditerranéen entre 1990 et 2000 (10<sup>3</sup>/ha) (F.A.O, 2001).**

Essence forestière	1955 (Boudy)	1985 (Seigue)	1997 (Ghazi et Lahouati)	2000 (RNE)	2006 (DGF)
<b>Pin d'Alep</b>	852 000	855 000	800 000	881 000	881 000
<b>Genévrier</b>	279 000	-	217 000	254 528	124 000
<b>Thuya de Berbérie</b>	157 000	160 000	143 000	59 114	
<b>Pin maritime</b>	-	12 000	38 000	32 000	31 000

**Tableau n°12 : Evolution de la superficie couverte par les résineux en Algérie selon différentes sources.**

Etage bioclimatique	Production en UF			Taux de sur pâturage en %
	Kg MS ha	UF/ha	Arrondie	
Sub-humide inférieur	1000 ± 48	270 ± 67	270	20
Semi-aride supérieur	560±100	180 ±18	180	40
Semi-aride inférieur	400 ± 80	140 ± 28	140	54
Aride supérieur	300 ± 50	120 ± 20	120	60

**Tableau n° 13: La production pastorale des pinèdes à pin d'Alep en fonction de l'étage bioclimatique (EL HAMROUNI, 1978).**

Type de formation	Temps d'utilisation (mois)	Offre en UF	Charge pastorale
Futaie de Pin d'Alep	8/12	120	0.4
Pin d'Alep et Thuya	10/12	280	0.9
Matorral chêne vert	8/12	320	1.1
Jeune futaie de Pin d'Alep	4/12	20	0.0
Pin d'Alep dégradé	10/12	30	0.0
Taillis chêne vert	11/12	380	1.5

**Tableau n° 14 : Charge pastorale et type de formations végétales (BESTAOU, 2001)**

Année	Superficie (ha)	Année	superficie (ha)
1885	51,569	1924	62,36
1886	14,043	1925	9,146
1887	53,14	1926	81,985
1888	14,788	1927	10,504
1889	17,807	1928	13,339
1890	23,165	1929	1,583
1891	45,924	1930	10,67
1892	135,574	1931	61,067
1893	47,787	1932	9,743
1894	100,89	1933	17,64
1895	32,907	1934	2,517
1896	14,091	1935	28,691
1897	79,203	1936	22,372
1898	12,384	1937	61,877
1899	16,099	1938	9,571
1900	2,937	1939	21,777
1901	9,687	1940	39,8
1902	141,141	1941	7,416
1903	94,398	1942	31,74
1904	2,759	1943	81,678
1905	7,676	1944	34,48
1906	9,126	1945	57,708
1907	4,457	1946	15,513
1908	6,54	1947	20,53
1909	9,751	1948	7,617
1910	24,294	1949	23,369
1911	16,309	1950	-
1912	26,505	1951	49,015
1913	138,191	1952	7,659
1914	43,305	1953	7,053
1915	9,305	1954	9,809
1916	78,863	1955	25,573
1917	95,453	1956	204,22
1918	33,72	1957	105,604
1919	116,889	1958	125,822
1920	83,986	1959	55,038
1921	11,2	1960	60,174
1922	89,473	1961	59,471
1923	5,997	1962	-
<b>Total</b>	<b>1, 721,907</b>	<b>Total</b>	<b>1, 454,254</b>
<b>Total général : 3.176.161</b>			

**Tableau n°15 : Statistique des -incendies des forêts en Algérie période 1885-1962 (D.G.F, 2002).**

N° Arbres Paramètres	Arbre 1	Arbre 2	Arbre 3	Arbre 4	Arbre 5	Arbre 6	Arbre 7	Arbre 8	Arbre 9	Arbre 10	Moyenne
Hauteur (m)	06	09.50	05	08	04.50	06.50	03.50	05.50	07.40	10.50	6.64
Circonférence (m)	0.75	1.02	0.65	0.83	0.62	0.78	0.45	0.69	0.81	1.10	0.76
Diamètre (m)	0.238	0.324	0.206	0.264	0.197	0.248	0.143	0.219	0.257	0.350	0.244

**Tableau n°25: La dendrométrie de *Tetraclinis articulata*  
(Les stations du littoral).**

N° Arbres Paramètres	Arbre 1	Arbre 2	Arbre 3	Arbre 4	Arbre 5	Arbre 6	Arbre 7	Arbre 8	Arbre 9	Arbre 10	Moyenne
Hauteur (m)	03.25	02.90	01.70	04	01.90	05	02.95	01.80	03.10	04.05	3.11
Circonférence (m)	0.22	0.20	0.18	0.30	0.20	0.35	0.25	0.15	0.22	0.32	0.24
Diamètre (m)	0.070	0.063	0.057	0.095	0.063	0.11	0.079	0.047	0.070	0.101	0.075

**Tableau n°26 : La dendrométrie de *Tetraclinis articulata*  
(Station de Maghnia).**

N° Arbres Paramètres	Arbre 1	Arbre 2	Arbre 3	Arbre 4	Arbre 5	Arbre 6	Arbre 7	Arbre 8	Arbre 9	Arbre 10	Moyenne
Hauteur (m)	06.20	04.40	06.50	05.0	04.50	03.90	07.50	02.80	05	03.40	4.92
Circonférence (m)	0.85	0.33	0.95	0.35	0.30	0.22	1.02	0.20	0.35	0.22	0.47
Diamètre (m)	0.270	0.105	0.302	0.11	0.095	0.070	0.324	0.063	0.11	0.070	0.152

**Tableau n°27 : La dendrométrie de *Tetraclinis articulata*  
(Station de Ouled Mimoun).**

N° Arbres Paramètres	Arbre 1	Arbre 2	Arbre 3	Arbre 4	Arbre 5	Arbre 6	Arbre 7	Arbre 8	Arbre 9	Arbre 10	Moyenne
Hauteur (m)	06.7	07.5	01	02.5	03.5	03.20	02	05.5	04	05	4.10
Circonférence (m)	0.70	0.74	0.14	0.27	0.32	0.35	0.22	0.60	0.33	0.64	0.43
Diamètre (m)	0.222	0.235	0.044	0.085	0.101	0.111	0.070	0.190	0.105	0.203	0.136

**Tableau n° 28: La dendrométrie de *Juniperus oxycedrus*  
(Station de Hafir).**

N° Arbres Paramètres	Arbre 1	Arbre 2	Arbre 3	Arbre 4	Arbre 5	Arbre 6	Arbre 7	Arbre 8	Arbre 9	Arbre 10	Moyenne
Hauteur (m)	5.10	2.50	5.50	3.75	4.60	3.40	3.10	4.10	4.80	2.80	3.96
Circonférence (m)	0.56	0.25	0.62	0.35	0.39	0.32	0.31	0.40	0.45	0.30	0.395
Diamètre (m)	0.178	0.079	0.197	0.111	0.124	0.101	0.098	0.127	0.143	0.095	0.125

**Tableau n° 29: La dendrométrie de *Juniperus phoenicea*  
(Les stations du littoral).**

N° d'échantillons	<i>Tetraclinis articulata</i>		<i>Juniperus oxycedrus</i>	<i>Juniperus phoenicea</i>
	Longueur des Cônes (mm)	Largeur des Cônes (mm)	Diamètres des Cônes (mm)	Diamètres des Cônes (mm)
N°1	14	12	06.80	13.50
N°2	13	12	07.60	11.20
N°3	15	13	08.40	10.60
N°4	16	14	07.50	10.00
N°5	14	12	04.90	14.80
N°6	15	13	07.10	14.50
N°7	12	11	04.80	14.20
N°8	13	12	05.50	12.70
N°9	12	10	05.20	13.10
N°10	16	14	08.30	11.30
Moyennes	<b>14</b>	<b>12.23</b>	<b>06.61</b>	<b>12.59</b>

**Tableau n° 30: Morphométrie.**

Paramètres (mm)		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Moyenne
Les cônes	Longueur	85	78	63	75	83	62	98	70	110	75	79.9
	Diamètre	26	26	25	25	30	23	33	27	30	25	27
Les graines	Longueur	4.10	3.40	3.60	3.90	4.20	3.60	4.50	5.50	3.60	03	3.94
	Largeur	3.50	03	3.30	3.40	3.50	3.10	3.80	3.80	3.10	2.80	3.33
Les ailettes	Longueur	22	21	23	22	24	22	26	25	24	20	22.9
	Largeur	8	8	7	9	10	9	10	9	9	8	8.7
Les aiguilles	Longueur	67	88	99	79	104	111	75	68	81	117	88.9
	Largeur	0.9	01	1.1	0.8	01	01	0.9	0.8	0.1	01	0.86

**Tableau n°34: La Morphométrie de *Pinus halepensis* (Les stations du littoral).**

Paramètres (mm)		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Moyenne
Les cônes	Longueur	72	70	64	67	64	60	69	67	63	71	66.7
	Diamètre	31	31	29	29	30	29	30	30	29	31	29.9
Les graines	Longueur	3.6	3.7	3.6	3.7	3.6	3.6	3.7	3.7	3.6	3.6	3.64
	Largeur	3.3	3.4	3.3	3.4	3.4	3.4	3.4	3.3	3.4	3.3	3.36
Les ailettes	Longueur	24.1	23.8	23	24	23.2	24	24.3	24	23.8	23.5	23.77
	Largeur	08	08	07	08	07	08	08	08	08	08	7.8
Les aiguilles	Longueur	52.10	46.80	48	51.50	48.50	50.60	51.20	49	49.10	52.60	49.94
	Largeur	01	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9	0.8	0.8	0.9	0.92

**Tableau n°35 : La Morphométrie de *Pinus halepensis* (La station de O/ Slissen).**

Paramètres (mm)		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Moyenne
Les cônes	Longueur	72	69	68	70	68	69	73	75	72	74	71
	Diamètre	26	28	25	23	29	27	30	31	28	32	27.9
Les graines	Longueur	3.6	3.6	3.7	3.6	3.6	3.6	3.6	3.7	3.7	3.8	3.65
	Largeur	3.5	3.5	3.5	3.4	3.4	3.5	3.4	3.4	3.5	3.5	3.46
Les ailettes	Longueur	19.2	25.2	20.2	24.5	22.2	21.6	19.6	23.10	22.7	19.4	21.75
	Largeur	6.8	7	7.8	8.2	6.9	7.5	6.9	8.1	7.3	7.5	7.4
Les aiguilles	Longueur	57	62	68	56	60	53	66	70	59	55	60.6
	Largeur	0.8	0.9	0.9	0.8	0.8	0.8	0.9	1	0.8	0.8	0.85

**Tableau n°36: La Morphométrie de *Pinus halepensis* (La station de Sebdou).**

Coupes		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Moyenne
<b>Ecorce</b>	Epiderme	0.35	0.20	0.25	0.25	0.15	0.35	0.40	0.25	0.20	0.15	0.275
	Hypoderme	0.40	0.40	0.35	0.40	0.30	0.40	0.22	0.35	0.35	0.25	0.342
	Parenchyme cortical	1.45	1.25	1.50	1.20	0.95	1.20	1.20	1.10	1.00	0.95	1.17
<b>Cylindre central</b>	Endoderme	0.35	0.50	0.45	0.50	0.40	0.45	0.35	0.50	0.40	0.45	0.435
	Parenchyme central	0.65	0.95	1.00	0.80	1.00	0.85	0.80	0.80	0.80	0.65	0.83
	Phloème	0.90	0.65	0.60	0.55	0.70	0.80	0.75	0.80	0.65	0.80	0.72
	Xylème	1.00	0.90	0.80	0.65	0.85	0.95	0.80	0.90	0.75	0.90	0.85
	Nombre des canaux résinifères	5	4	7	5	6	7	6	7	5	6	5

**Tableau N°37:** Histométrie de l'aiguille de *Pinus halepensis*.

Coupes		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Moyenne
<b>Ecorce</b>	Epiderme	0.40	0.50	0.35	0.65	0.55	0.50	0.45	0.40	0.60	0.50	0.49
	Parenchyme Cortical morte	0.75	0.85	0.50	0.45	0.50	0.55	0.75	0.50	0.55	0.65	0.60
	Ecorce secondaire	0.45	0.50	0.40	0.40	0.45	0.40	0.45	0.40	0.40	0.40	0.42
	Parenchyme cortical	1.75	1.50	1.25	1.45	1.70	1.50	1.65	1.45	1.50	1.70	1.54
<b>Stèle</b>	Phloème I	0.40	0.45	0.50	0.45	0.50	0.40	0.50	0.50	0.40	0.45	0.45
	Phloème II	1.65	1.70	1.40	1.45	1.20	1.40	1.65	1.70	1.50	1.45	1.51
	Xylème II	1.45	1.70	1.50	1.65	1.50	1.50	1.45	1.60	1.50	1.70	1.55
	Xylème I	0.85	1.00	0.85	0.90	0.80	1.00	0.95	0.80	0.85	0.90	0.89
	Moelle Sclérifiée	3.50	3.10	3.85	3.80	4.50	3.50	4.00	3.00	3.50	4.00	3.67

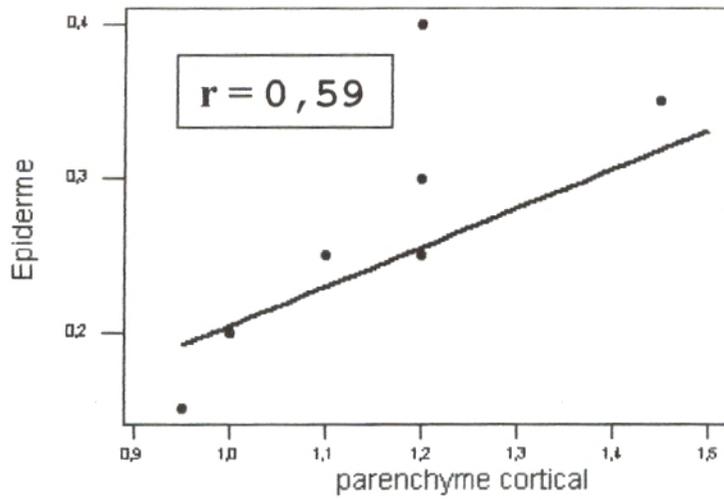
**Tableau N°38 :** Histométrie de la tige de *Pinus halepensis*..

Coupes		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	moyenne
<b>Ecorce</b>	Périderme	0.63	0.98	0.67	0.58	0.75	0.84	0.76	0.86	0.62	0.82	0.75
	Parenchyme cortical	1.45	1.75	1.80	2.20	1.40	2.10	1.75	2.20	1.45	1.95	1.80
<b>Cylindre central</b>	Phloème II	1.20	1.45	1.65	1.95	1.75	1.70	2.00	1.45	1.80	1.65	1.66
	Cambium	0.48	0.46	0.51	0.45	0.39	0.2	0.51	0.42	0.48	0.46	0.43
	Xylème II	5.53	5.62	5.64	5.81	5.65	5.60	5.81	5.58	5.80	5.81	5.68
	Xylème I	1.39	1.42	1.50	1.51	1.42	1.48	1.50	1.45	1.48	1.32	1.44
	Parenchyme primaire	0.49	0.52	0.49	0.51	0.50	0.49	0.49	0.52	0.48	0.51	0.5

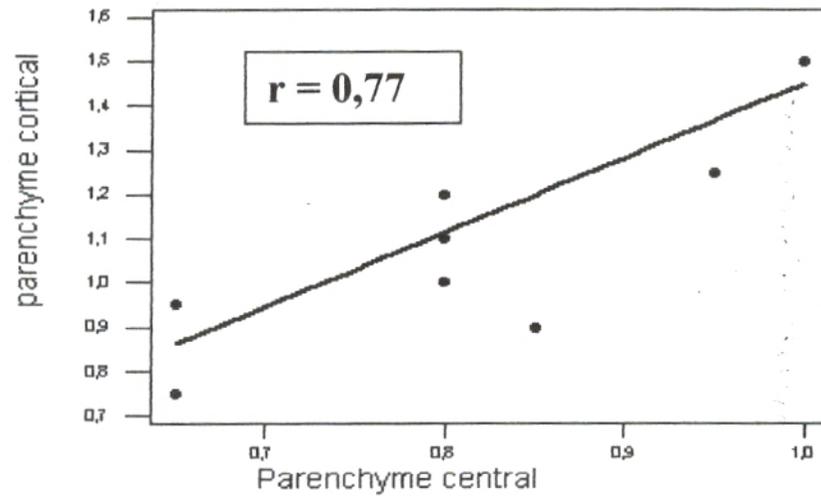
**Tableau N°39** : Histométrie de la racine de *Pinus halepensis*.

	Corrélation	coefficient
<b>Feuille</b>	Epiderme/Parenchyme cortical	r = 0.59
	Parenchyme cortical /parenchyme central	r=0.77
	Xylème/Phloème	r = 0.84
<b>Tige</b>	Parenchyme cortical/ moelle	r = 0,54
	Cambium/parenchyme médullaire	r = 0,64
	Xylème/Phloème	r = 0,82
<b>Racine</b>	Parenchyme cortical/parenchyme primaire	r = 0.52
	Faisceaux libéro-ligneux/parenchyme I	r = 0,74
	Xylème/Phloème	r = 0,80

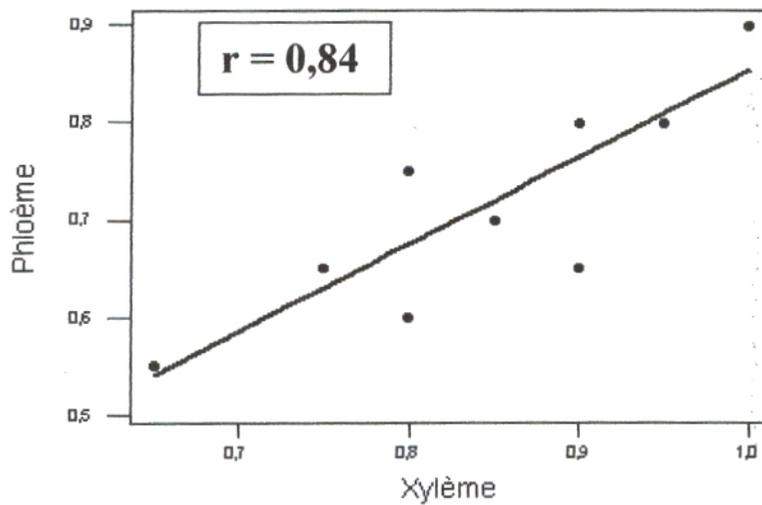
**Tableau n° 40** : Corrélations entre les tissus du *Pinus halepensis* Mill. (Feuille, Tige, Racine).



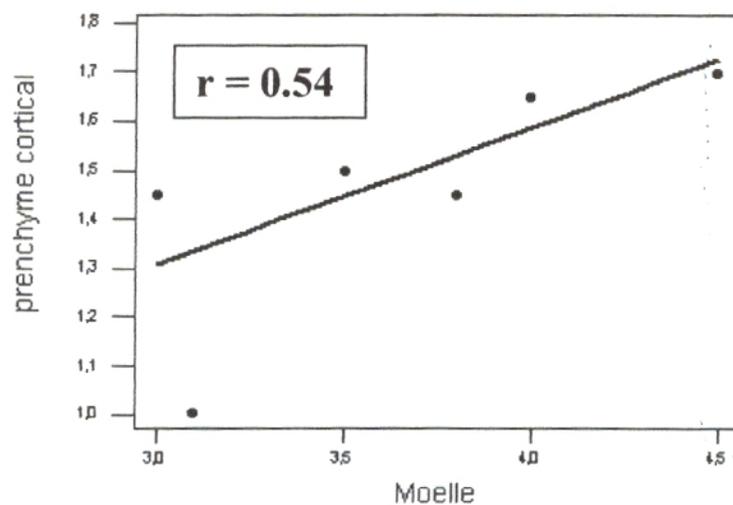
**Figure n°46a :** Corrélation entre le parenchyme cortical et L'épiderme de la feuille de *Pinus halepensis* Mill.



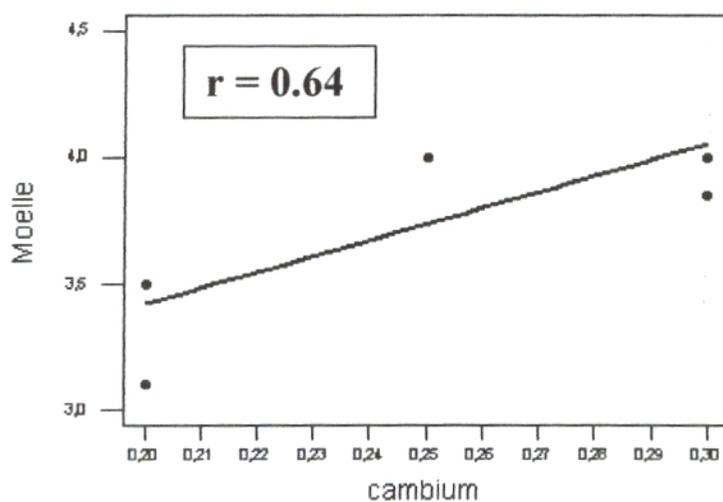
**Figure n°46b :** Corrélation entre le parenchyme cortical et Le Parenchyme central de la feuille de *Pinus halepensis* Mill.



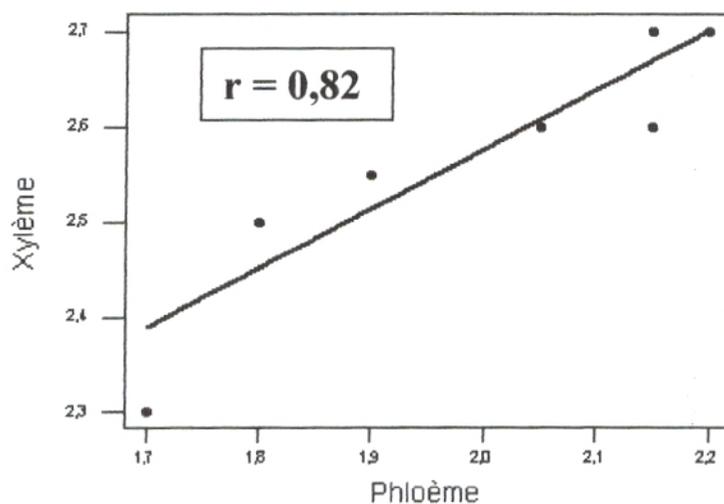
**Figure n°46c:** Corrélation entre le Phloème et le Xylème de la feuille de *Pinus halepensis* Mill.



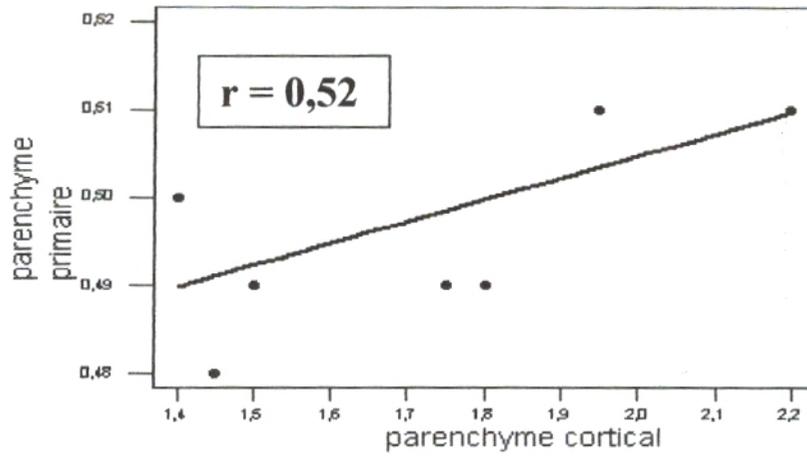
**Figure n° 46d:** Corrélation entre le parenchyme cortical et la moelle de la tige de *Pinus halepensis* Mill.



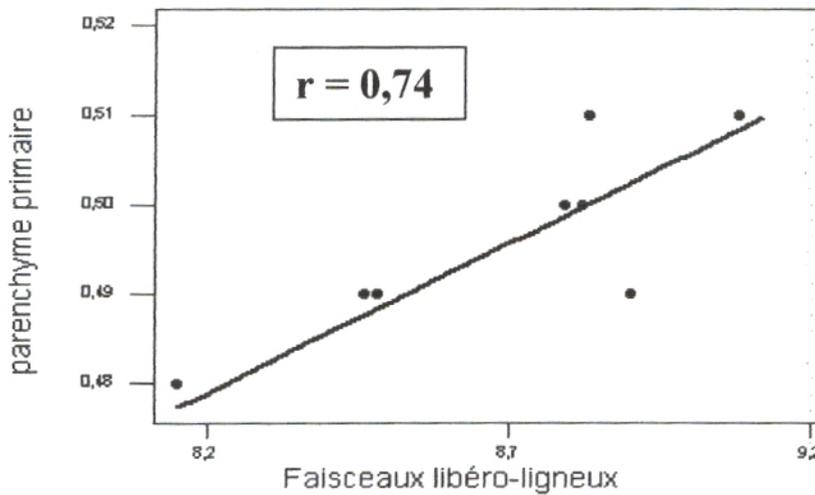
**Figure 46e:** Corrélation entre le Cambium et la moelle de la tige de *Pinus halepensis* Mill.



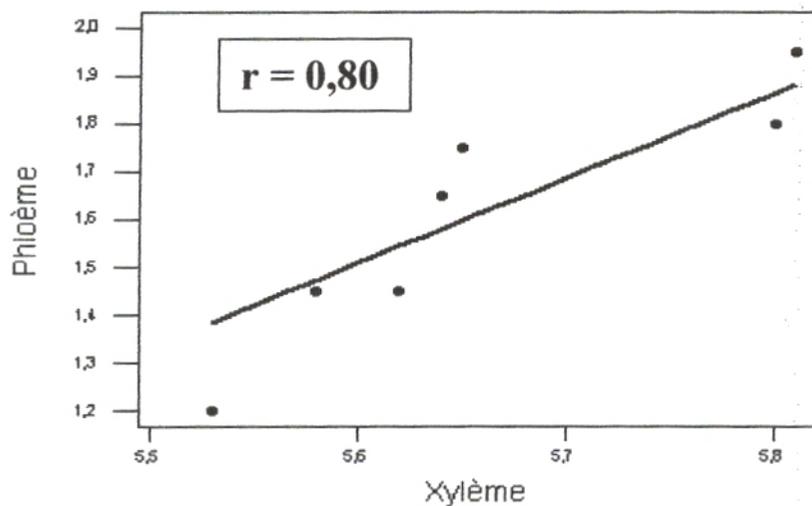
**Figure n°46f:** Corrélation entre le Xylème et le Phloème de la tige de *Pinus halepensis* Mill.



**Figure n°46g:** Corrélation entre le parenchyme cortical et le parenchyme primaire de la racine de *Pinus halepensis* Mill.



**Figure n°46h:** Corrélation entre les faisceaux libéro-ligneux et le parenchyme primaire de la racine de *Pinus halepensis* Mill.



**Figure n°46I:** Corrélation entre le phloème et le xylème de la racine de *Pinus halepensis* Mill.

Famille	Genres	espèces	Famille	Genres	espèces
Amaryllidacées	2	2	Iridacées	5	6
Anacardiacees	2	4	Juncacées	1	1
Apiacées	8	10	Lamiacées	16	26
Apocynacées	1	1	Liliacées	11	19
Aracées	2	2	Linacées	1	1
Araliacées	1	1	Malvacées	3	5
Aristolochiacées	2	2	Myrtacées	2	2
Asclépiadacées	1	1	Oléacées	3	5
Astéracées	32	47	Orchidacées	2	4
Borraginacées	5	6	Orobanchacées	1	3
Brassicacées	11	12	Oxalidacées	1	2
Campanulacées	1	1	Palmacées	1	1
Caprifoliacées	2	3	papavéracées	1	1
Caryophyllacées	4	7	Pinacées	1	1
Césalpinées	1	1	Plantaginacées	1	8
Chénopodiacées	3	3	Plumbaginacées	1	2
Cistacées	6	15	Poacées	20	24
Convolvulacées	2	5	Polygonacées	1	1
Cornacées	1	1	Primulacées	1	2
Crassulacées	1	3	Rafflésiacées	1	1
Cucurbitacées	1	1	Renonculacées	4	8
Cupressacées	2	3	Résédacées	1	2
Dioscoréacées	1	1	Rhamnacées	2	2
Dipsacacées	3	3	Rosacées	2	3
Ephédracées	1	1	Rubiacee	3	3
Ericacées	2	3	Rutacées	1	1
Euphorbiacées	1	4	Scrofulariacée	4	4
Fabacées	21	40	Solanacées	1	1
Fagacées	1	3	Thyméleacées	1	1
Fumariacées	2	2	Urticacées	2	2
Géraniacées	2	3	Valérianacées	1	1
Globulariacées	1	1	Violacées	1	1
Hypéricacées	1	1	Zygophyllacées	1	1

**Tableau n° 43: Composition par familles, genres et espèces des formations à résineux dans la zone d'étude.**

Types biologiques Stations		Chamaephytes	Géophytes	Hémicryptophytes	Phanérophytes	Thérophytes	Total
Zone d'étude	nbre	73	27	36	32	169	337
	%	<b>21.66</b>	<b>8.01</b>	<b>10.68</b>	<b>9.49</b>	<b>50.14</b>	
Marsat Ben Mhidi	nbre	36	14	13	9	56	128
	%	<b>28.12</b>	<b>10.93</b>	<b>10.15</b>	<b>7.03</b>	<b>43.75</b>	
Ghazaouet	nbre	31	7	11	15	46	110
	%	<b>28.18</b>	<b>6.36</b>	<b>10</b>	<b>13.63</b>	<b>41.81</b>	
Sidi Moussa	nbre	18	10	3	8	17	56
	%	<b>32.14</b>	<b>17.85</b>	<b>5.35</b>	<b>14.28</b>	<b>30.35</b>	
Honaine	nbre	17	5	7	7	26	62
	%	<b>27.41</b>	<b>8.06</b>	<b>11.29</b>	<b>11.29</b>	<b>41.93</b>	
Oued Medah	nbre	10	3	5	6	14	38
	%	<b>26.31</b>	<b>7.89</b>	<b>13.15</b>	<b>15.78</b>	<b>36.84</b>	
Beni Saf	nbre	39	13	12	17	64	145
	%	<b>26.89</b>	<b>8.96</b>	<b>8.27</b>	<b>11.72</b>	<b>44.13</b>	
Hammam Boughrara	nbre	21	12	13	7	53	106
	%	<b>19.81</b>	<b>11.32</b>	<b>12.26</b>	<b>6.60</b>	<b>50</b>	
Oued Lakhdar	nbre	13	4	8	10	25	60
	%	<b>21.66</b>	<b>6.66</b>	<b>13.33</b>	<b>16.66</b>	<b>41.66</b>	
Ouled Mimoun	nbre	15	8	10	4	45	82
	%	<b>18.29</b>	<b>9.75</b>	<b>12.19</b>	<b>4.87</b>	<b>54.87</b>	
Hafir	nbre	21	8	8	12	22	71
	%	<b>29.57</b>	<b>11.26</b>	<b>11.26</b>	<b>16.90</b>	<b>30.98</b>	
Tlemcen	nbre	6	3	3	7	14	33
	%	<b>20</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>23.33</b>	<b>46.66</b>	
Oued Slissen	nbre	13	3	2	8	14	40
	%	<b>32.5</b>	<b>7.5</b>	<b>5</b>	<b>20</b>	<b>35</b>	
Sebdou	nbre	9	1	1	6	6	23
	%	<b>39.13</b>	<b>4.34</b>	<b>4.34</b>	<b>26.08</b>	<b>26.08</b>	

**Tableau n° 44: Les types biologiques en pourcentage.**

Stations	Marsat Ben Mhidi	Ghazaouet	Sidi Moussa	Honaine	Oued Medah	Beni Saf	Hammam Boughrara	Oued Lakhdar	Ouled mimoun	Hafir	Tlemcen	Oued Slissen	Sebdou	Zone d'étude
Indice de Perturbation (%)	71.87	70	62.5	69.35	63.15	71.03	69.8	63.33	73.17	60.56	66.66	67.5	65.21	71.21

**Tableau n° 45: Indice de perturbation des stations étudiées.**

Types morphologiques Stations		Herbacées anuelles	Herbacées vivaces	Ligneuses vivaces	Total
Zone d'étude	nbre	194	75	68	337
	%	57.56	22.25	20.17	
Marsat Ben Mhidi	nbre	65	37	26	128
	%	50.78	28.90	20.31	
Ghazaouet	nbre	53	25	32	110
	%	48.18	22.72	29.09	
Sidi Moussa	nbre	19	23	14	56
	%	33.92	41.07	25	
Honaine	nbre	31	17	14	62
	%	50	27.41	22.50	
Oued Meddah	nbre	16	10	12	38
	%	42.10	26.31	31.57	
Beni Saf	nbre	71	39	35	145
	%	48.96	26.89	24.13	
Hammam Boughrara	nbre	62	29	15	106
	%	58.49	27.35	14.15	
Oued Lakhdar	nbre	13	17	30	60
	%	21.66	28.33	23.43	
Ouled Mimoun	nbre	53	19	10	82
	%	64.63	23.17	12.19	
Hafir	nbre	26	24	21	71
	%	36.61	33.80	29.7	
Tlemcen	nbre	16	2	12	30
	%	53.33	6.66	40	
Oued Slissen	nbre	15	11	14	40
	%	37.5	27.5	35	
Sebdou	nbre	7	2	14	23
	%	30.43	8.69	60.86	

**Tableau n° 46: Les types morphologiques en pourcentage.**

<b>Types Biogéographiques</b>	<b>Signification</b>	<b>Nombre</b>	<b>%</b>
Méd.	Méditerranéen	188	57,69
Eur-méd	Européen-Méditerranéen	28	8,59
Euras	Eurasiatique	21	6,44
Trop	Tropicale	4	1,22
End	Endémiques	18	5,52
Paléo-temp	Taléotempéré	10	3,06
Ibéro-Maur	Ibéro-Mauritanienne	11	3,37
Cosmp	Cosmopolite	13	3,99
Irano-tour	Irano-touranienne	3	0,92
Macar-Méd	Macaronésien-Méditerranéen	6	1,84
N.A.	Nord Africain	9	2,76
Esp.	Espagne	2	0,61
Amér	Américain-	1	0,30
Circumbor	Circumboréal	6	1,84
Canar-néd	Canaries-Méditerranéen	1	0,92
Sah-sind	Sahara-Sindien	1	0,30
Ibéro-mar	Ibéro-marocain	2	0,61

**Tableau n°47 : Pourcentages des types biogéographiques de la zone d'étude.**