

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE
جامعة عمار ثليجي بالأغواط
UNIVERSITÉ AMAR TELIDJI LAGHOUAT

كلية العلوم
FACULTÉ DES SCIENCES
قسم البيولوجيا
DÉPARTEMENT DE BIOLOGIE



Mémoire

En vue de l'obtention du diplôme de Master

Filière : Écologie végétale

Option : Écologie végétale et Environnement

« *Steppes et Oasis* »

THÈME

Étude floristique de groupement du Pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.) de la forêt de Madna, Oued M'Zi –Laghouat-

Présenté par :

**Ben Achou Halima
Okacha Amina**

Devant le jury :

Président(e) : Mr. ben chettoeh

Rapporteur : Mr. Youcefi.

Examineur(rice)s : M^{eme} souffi

Soutenu publiquement le : Septembre 2016

Remerciement

*Nous remercions avant tout Allah de nous avoir
gardés en bonne santé afin de mener à bien ce projet.*

*Nous remercions également nos familles pour les sacrifices
qu'elles ont faits pour que nous terminions nos études.*

*Nous exprimons toutes nos profondes reconnaissances à notre
encadreur **Youcefi M.** pour son aide scientifiques, son expériences et
ses compétences.*

*Nous remercions également les membres des jurys pour l'effort qu'ils
feront dans le but d'examiner ce modeste travail.*

*Nous remercions aussi tous nos amis pour leur aide , leur
patience, leur compréhension et leur encouragement,*

*Enfin, nous voudrions dire un grand merci pour tous les
enseignants qui nous ont enseignés, et en particulier les
enseignants des départements de Biologie
et d'Agronomie*

Dédicace...

*Louange et grâce à notre Dieu Allah, prière et paix soient sur son
Messager,*

Je dédie ce modeste travail à des gens sont très chers dans ma vie,

Ma mère et mon père, Qu'Allah les aide et soutienne

Mes sœurs et frères, à chaque membre de la famille

Chaque sœur et frère dans le département de Biologie

Et Mes sœurs et frères à mes écoles :

UGEL. OBIE. HMS. EIM

AMINA OKACHA



Dédicace

Je dédie ce travail...

*À mon cher père qui m'a tout donné,
~ À lui la miséricorde d'Allah
et ses vastes paradis ~
À ma chère mère, Qu'Allah lui accorde
la santé et le bonheur,
À mes sœurs et mes frères,
À tous mes amis.*



Halima Ben Achou

SOMMAIRE

INTRODUCTION	- 2 -
CHAPITRE I : ANALYSE BIBLIOGRAPHIQUE.....	- 3 -
1. Généralités.....	- 3 -
2. Les pins du groupe <i>halepensis</i>	- 4 -
3. Le pin d'alep (<i>Pinus halepensis</i> mill.).....	- 4 -
4. Caracteres botaniques et sylvicoles.....	- 5 -
5. Écologie du pin d'alep.....	- 8 -
6. Aire de repartition du Pin d'alep.....	- 10 -
7. Valeur écologique et syntaxonomique du Pin d'Alep.....	- 12 -
8. Sylviculture et reboisement du Pin d'Alep	- 14 -
9. Regeneration du Pin d'Alep.....	- 15 -
10. Ennemis du Pin d'Alep.....	- 16 -
11. Type de formation.....	- 19 -
11.1. Formations forestières et dégradation forestières.....	- 19 -
11.2. Formations steppiques.....	- 21 -
11.3 action anthropique.....	- 21 -
CHAPITRE II : PRÉSENTATION DE LA ZONE D'ÉTUDE.....	- 23 -
1. Cadre physique.....	- 23 -
2. Géologie géomorphologie	- 24 -
3. Hydrologie	- 25 -
4. Pédologie.....	- 26 -
5. Caractérisation bioclimatiques	- 26 -
6. Synthèse climatique	- 30 -
7. Flore et végétation.....	- 33 -
CHAPITRE III. MATÉRIELS ET MÉTHODES.....	- 35 -
1. Choix de la station d'étude et des sites de prélèvements.....	- 35 -
2. Présentation de la station d'étude.....	- 35 -
3. Principe adopté.....	- 36 -
4. Etude des caractéristiques floristiques.....	- 37 -
CHAPITRE IV. RÉSULTATS ET DISCUSSION.....	- 46 -
1. Diversité et abondance des taxons.....	- 46 -
1.1. Diversité des familles.....	- 48 -
2. Spectre biogéographiques.....	- 49 -
3. Spectres biologiques.....	- 50 -
4. Diversité spécifique.....	- 52 -
5. Etude de peuplements végétaux.....	- 52 -
6. Analyse en composantes principales (ACP).....	- 56 -
7. Caractérisation de la formation végétale étudiée.....	- 58 -
8. Bilan diagnostic de la formation végétale.....	- 59 -
CONCLUSION.....	- 61 -
ANNEXES	

Liste des Figure

Figure	Titre	Pages
Figure 01	Aire de répartition du Pin d'Alep en Algérie	11
Figure 02	Aires de projection des exigences bioclimatiques du Pin d'Alep (Ligne pleine) et du Pin brutia (Pointillés) sur le climagramme d'EMERGER	14
Figure 03	Papillon et chenilles de la Processionnaire du Pin en phase hivernale	17
Figure 04	Le Triangle de Feu	18
Figure 05	Carte de localisation de la région d'Oued M'Zi	23
Figure 06	Carte topographique du site d'étude (Foret de Madna)	24
Figure 07	Carte des Pentes et réseaux hydrographiques de la région	26
Figure 08	Carte Topographie de la région, la zone étudiée se situe entre 1000 et 1400m d'Altitude	27
Figure09	Evolution de la Température annuelle dans la station d'oued M'zi	28
Figure10	Evolution de la précipitation annuelle dans la région d'étude [2001-2014]	29
Figure11	Le régime saisonnier de la zone d'étude	30
Figure12	Climagramme pluviothermique d'EMBERGER de la région d'étude	32
Figure13	Diagramme ombrothermique de GAUSSEN de la région [2001-2014]	33
Figure14	Extrait de la carte d'occupation des sols de la wilaya de Laghouat	34
Figure 15	Croquis du transect des placettes échantillonnées	38
Figure 16	Représentation spécifique par familles	49
Figure 17	Spectre biogéographique brut des espèces recensées	50
Figure 18	Spectre biologique simple des espèces recensées	51
Figure 19	Spectre biologique pondéré des espèces recensées	52
Figure20	Taux de recouvrement et indice d'Abondance-Dominance des espèces recensées	53
Figure21	Densité des individus des espèces recensées	54
Figure22	Analyse en composantes principales (ACP)	57

Liste des tableaux

Tableaux	Titre	Pages
Tableau.01	Superficies du Pin d'Alep en Algérie (La comparaison des données de la direction générale des forêts (2005).	10
Tableau.02	Températures moyennes mensuelles de la région d'étude de 2001 à 2014.	28
Tableau.03	Précipitations mensuelles enregistrées de l'année 2001 jusqu'à l'année 2014..(ONM.2014).	29
Tableau.04	: Le régime saisonnier de la zone d'étude.	30
Tableau.05	Pluviosité et températures moyennes annuelles de la région d'étude [2001-2014] .	32
Tableau.06	: Liste des familles avec le nombre de genres et d'espèces.	46
Tableau.07	: Listes des espèces recensées avec leurs familles,types biogéographiques et biologiques [Quezel et Santa (1962-1963) ; Dobignard et Chatelain (2010-2013)].	47-48
Tableau.08	Richesse et diversité spécifique du site de prélèvement.	52
Tableau.19	: Indices de vigueur et de sociabilité et état phénologique des individus.	55-56

Liste des photos

photos	Titre	Pages
photo01	Port de <i>Pinus halepensis</i> Mill. (Originale, 2016)	05
photo02	Aiguilles de <i>Pinus halepensis</i> Mill. (originale 2016)	06
Photo03	Cônes ouverts de <i>Pinus halepensis</i> Mill. (originale 2016)	07
photo04	Nids définitifs ; (originale)	17
Photo05	Station d`étude (Originale, 2016)	36
photo06	Prélèvement floristique (Originale, 2016)	39

INTRODUCTION

La forêt algérienne avec sa diversité biologique, présente un élément essentiel de l'équilibre écologique, climatique et socio-économique de différentes régions du pays. Sa situation actuelle se présente comme l'une des plus critiques dans la région méditerranéenne (IKERMOUD, 2000).

Les pins offrent par ailleurs, des exigences écologiques très modestes pour des productivités faibles mais acceptables, il s'accommode à tous les sols, lorsque les conditions climatiques lui sont favorables, ce qui a entraîné les forestiers à les utiliser à très grande échelle comme essences de reboisement (NAHAL, 1962).

La végétation actuelle des zones arides est le résultat des interactions de trois facteurs essentiels, climat, sol (FLOHN et KETTATA, 1971 ; LE HOUEROU 1971), et action anthropique (LE HOUEROU, 1995), et provient de la dégradation de formations forestières primitives.

Les forêts de Pin d'Alep de la région de Djebel Amour constituent des ensembles très hétérogènes, très fragiles et profondément perturbés suite à la persistance des facteurs destructifs tels que les incendies, le surpâturage et les défrichements, qui ne fait qu'accentuer le processus de dégradation du système forestier en place et la perte de sa diversité biologique (QUEZEL et BARBERO, 1990).

La conservation de ces formations est indispensable et ne peut être assurée que si gestionnaires et utilisateurs prennent clairement conscience de leur importance écologique et économique (QUEZEL et BARBERO, 1990). Cette conservation commence par leur caractérisation en se basant sur des études phytoécologiques afin de décrire et de faire un bilan diagnostic de ces formations végétales persistantes.

C'est à cet esprit que s'inscrit l'objectif du présent travail, la description phytoécologique des formations forestières à *Pinus halepensis* Mill. dans la région de Madna sur le plan *Composition floristique et Structure de végétation*.

La méthodologie adoptée est orientée sur la réalisation des relevés phytoécologiques et le traitement des résultats par l'application des indices écologiques.

Le présent mémoire est ordonné comme suit :

- Chapitre I. Synthèse bibliographique ;
- Chapitre II. Présentation de la zone d'étude ;
- Chapitre III. Matériel et Méthodes ;
- Chapitre IV. Résultats et Discussion ;
- Conclusion.

CHAPITRE I : ANALYSE BIBLIOGRAPHIQUE

1. GENERALITES

Le pin est la désignation générique des arbres appartenant au genre *Pinus*, de la famille des *Pinacées*. Ce sont des résineux à feuilles en aiguilles groupées en faisceaux et dont les fructifications sont des cônes constitués d'écailles à l'aisselle desquelles se trouvent les graines.

Le pin d'Alep est un arbre de seconde grandeur ayant une forme conique à l'état jeune (jusqu'à 20 ans), qui s'étale de plus en plus à l'état adulte prenant une forme arrondie. De taille moyenne rarement supérieur à 20 m avec une circonférence maximum de 3,50 m (BOUDY, 1950 ; NAHAL, 1962). Le tronc est rarement rectiligne et la tige exploitable comme bois d'œuvre dépasse rarement 8 mètres, excepté en conditions écologiques favorables, on obtient des arbres droits pouvant donner 10 m de fût utilisable.

Ce genre, de loin le plus important des conifères, comprend de nombreuses espèces dont beaucoup sont des essences forestières importantes. Ce sont généralement des arbres de taille variable, quelquefois des arbustes (forme naine). Leurs feuilles sont des aiguilles persistantes, groupées en faisceaux par deux, trois, ou par cinq à l'extrémité de rameaux courts. Les fruits sont des cônes qui apparaissent à l'automne sur les arbres adultes. Leurs écailles s'écartent à maturité, libérant les graines. Celles-ci sont munies d'une aile plus ou moins allongée.

Les pins sont des essences sociales de pleine lumière, qui supportent bien la sécheresse, et les sols pauvres. Ils forment des peuplements importants, mais craignent la concurrence des autres essences.

L'âge d'exploitabilité des pinèdes est de 80 ans, avec une production moyenne de 1,5 m³/ha/an. En France COUHERT et DUPLAT (1993) ont obtenu selon la fertilité des stations, une production de 1 à 6 m³/ha/an. En Algérie KADIK (1987) l'estimait à 4 m³/ha/an dans le littoral, de 2 à 4 m³/ha/an dans le Tell et de 1 à 2 m³/ha/an au sub-saharien.

RIPERT et *al.* (2001) notait que la croissance du Pin d'Alep dépend principalement du bilan hydrique local, de la topographie et des caractéristiques édaphiques. Mais c'est le climat qui joue aussi un rôle important à l'échelle régionale: les régions chaudes et humides sont les plus favorables à cette espèce.

La répartition géographique de ce genre est très vaste, on les trouve dans les régions assez variées, mais surtout dans les zones à climat tempéré froid de l'hémisphère boréal, où ils occupent tous les étages de végétation, du niveau de la mer jusqu'à la limite supérieure des forêts, même en terrain de permanence gelée.

Le bois des différentes espèces de ce genre est recherché tant pour les usages industriels (pâte à papier) que comme bois d'œuvre, pour l'ameublement, les parquets et lambris, bois de mine et poteaux télégraphiques, etc.

La gemme (la résine) de certaines espèces est exploitée pour la production de vernis, d'essence de térébenthine et de colophane. Cette gemme sert aussi à des usages médicaux.

2. LES PINS DU GROUPE « *Halepensis* »

Les Pins du groupe *Halepensis* sont des Pins à deux feuilles qui habitent la Région Méditerranéenne et sont souvent connus sous le nom de Pins méditerranéens du groupe *Halepensis*.

Ils appartiennent à la famille des *Pinacées* (*Abiétacées*), au genre *Pinus*, au sous-genre *Pinus* (*Eupinus*) à la section *Halepensis* et au sous-groupe *Halepensis* qui renferme *PinusHalepensis* Mill. et *Pinus brutia* Ten.

Ces Pins sont les suivant :

- *Pinus Halepensis* Mill. ; À la suite de DUHAMEL (1755) in NAHAL (1962), qui lui Donne le nom de *Pinus hierosolimitana*, MILLER le redécrit en 1768 sous le nom de *Pinus halepensis* (KADIK, 1987).

- *Pinus brutia* Ten. Décrit en 1811 par l'italien TENORE. De nombreux auteurs le considèrent comme une variété du Pin d'Alep (LINDBERG 1946, FITSCHEN et CHARMAN 1954, GOMBAULT 1954, in NAHAL, 1962; BOUDY, 1950). Par Contre NAHAL (1962), le considère comme une espèce distincte.

- *Pinus eldarica* Medw: C'est un Pin endémique de la Transcaucasie centrale, il occupe

Une aire naturelle très restreinte, il est considéré comme une espèce en voie d'extinction, cependant, il est largement utilisé dans les reboisements.

- *Pinus stankewiczii* ; vit en Crimée méridionale, au Cap Aya (Sud del'Ukraine) et près de Soukak (Maroc). Il fut décrit pour la première fois en 1906 comme une variété de *Pinus pithyusa*.

- *Pinus pithyusa* Stevenson : Décrit par STEVENSON (1838) près de Pitsunda sur la côte Orientale de la mer noire, il existe aussi en Turquie (Ile Prinkipo), en Grèce (Thrace) et en Syrie.

3. LE PIN D'ALEP (*Pinus halepensis* Mill.)

Pinus halepensis fut découvert et décrit pour la première fois par DUHAMEL en 1755 (DILEM, 1992) ; et après sa dénomination de *Pinus hierosolimitana*, vient en 1768 celle de MILLER sous le nom de *Pinus halepensis*, sur laquelle s'accordèrent les botanistes.

C'est un arbre circumméditerranéen que l'on trouve à l'état spontané autour du bassin méditerranéen, sauf en Egypte. Mais c'est en Afrique du Nord qu'il semble avoir actuellement son centre de gravité, surtout en Algérie et en Tunisie où il constitue les massifs les plus importants.

De point de vue bioclimatique, on le rencontre dans les étages bioclimatiques méditerranéens (au sens d'EMBERGER) arides supérieurs, semi-arides, sub-humides et humides. Cependant, il reste néanmoins principalement une essence de l'étage semi-aride et de la forme moyenne de cet étage (NAHAL, 1962).

Il est intéressant de signaler que ce Pin n'existe pas à l'état naturel dans la région d'Alep, au nord de la Syrie. Le Pin qu'on trouve à l'état spontané dans cette région est un Pin voisin, le Pin brutia, avec lequel il a été confondu. MILLER a certainement décrit des Pins dont l'origine est artificielle, suite à des graines importées des pays voisins (Liban, Palestine, Jordanie) (NAHAL, 1962).

4. CARACTERES BOTANQUES ET SYLVICOLES

4.1. Taille

Elle dépend des caractéristiques du milieu où pousse l'arbre et de son génotype ; c'est un arbre de seconde grandeur, ayant rarement plus de 20 m dans les stations les plus favorables, avec une circonférence maximum de 3.5 m ; dans les sols mauvais ou médiocres où on le rencontre le plus fréquemment, il ne dépasse pas 12 m de hauteur sur 1.2 m de tour. Jusqu'à 20 ans sa cime est conique, puis commence à s'étaler.

4.2. Tronc

Le tronc est rarement rectiligne et très souvent plus ou moins tordu ; le fût utilisable comme bois d'œuvre ne dépasse pas 6 à 8 m. Néanmoins, en futaie pleine et suffisamment aérée, on obtient des arbres droits pouvant donner 10 mètres de fût utilisable.



Photo 1. Port de *Pinus halepensis* Mill. (Originale, 2016)

4.3. Écorce

L'écorce des jeunes sujets est lisse et gris argenté (d'où son nom de Pin blanc) ; celle des arbres adultes est épaisse, profondément crevassée, de couleur noirâtre ou rougeâtre.

Elle est très inflammable et contient une notable quantité de tanin. Chez les arbres âgés, elle atteint une épaisseur de 4cm, ce qui leur permet de ne pas tous périr en cas d'incendie.

4.4. Ramifications

Comme chez tous les Pins, les ramifications sont de deux sortes :

- Rameaux longs ou auxiblastes, aux entre-nœuds allongés supportant des feuilles réduites à des écailles ;
- Rameaux nains ou brachyblastes pourvus de quelques écailles engainantes à leur base et s'achevant par deux feuilles allongées, aciculaires dites aiguilles.

4.5. Feuilles

Les feuilles ou aiguilles sont fines, molles, lisses et aigues, de couleur vert jaunâtre longues de 5 à 10 cm pour 1mm de large, réunies par deux en pinceaux à l'extrémité des rameaux. Elles sont persistantes, elles donnent un couvert clair très léger et durent 2 à 3ans sur l'arbre.



Photo 2. Aiguilles de *Pinus halepensis* Mill. (originale 2016)

4.6. Couronne

Elle est conique à l'état juvénile, s'étalant avec l'âge, suite au ralentissement du développement en hauteur de la flèche terminale.

4.7. Fruit et graine

Le Pin d'Alep fructifie de bonne heure, vers 10 à 12 ans, le fruit est un cône ovoïde de 8 à 12 cm de long, souvent inséré isolément ou par petits groupes sur un pédoncule incurvé de 1 à 2 cm de long, en général réfléchi vers la base du rameau et persistant plusieurs années.

La graine abondante, de 5 à 7 mm de long, possède une grande aile persistante qui la permet sous l'action du vent une dissémination rapide, éloignée et efficace.

Les graines ne sont aptes à germer avec abondance suffisante qu'à partir de 18 à 20 ans. Elles conservent leur vitalité au moins 2 ans et même davantage lorsqu'elles restent dans le cône sur l'arbre.

Le cône mûrit au cours de la deuxième année, s'ouvre sous l'influence de la chaleur, et laisse souvent échapper ses graines au cours de la troisième. Il persiste indéfiniment sur l'arbre ; cette permanence constitue d'ailleurs un danger en cas d'incendie car les cônes éclatent et vont propager le feu tout au tour.



Photo 3. Cônes ouverts de *Pinus halepensis* Mill. (originale 2016)

4.8. Bourgeons

Sont de forme ovale, aigue, portent des écailles libres de couleur brun rougeâtre bordées de blanc, généralement réfléchis au sommet.

4.9. Enracinement

Dans les terrains médiocres où il végète le plus souvent, l'enracinement du Pin d'Alep est superficiel et on voit les racines à nu. Dans les sols profonds, l'arbre émet un long pivot avec de fortes racines ; dans l'ensemble, il est fortement accroché au sol.

4.10. Longévité

Sa longévité ne dépasse pas 150 ans, la moyenne étant de 120 à 130 ans.

5. ÉCOLOGIE DU PIN D'ALEP

5.1. Comportement général

De tempérament très robuste se traduisant à première vue par un grand pouvoir d'expansion. C'est une essence de lumière, aux peuplements généralement clairs.

Sa plasticité écologie est remarquable : outre qu'il se contente d'une tranche pluviométrique faible, il végète convenablement à toutes les expositions, sur tous les sols, même les plus pauvres et quelles que soient leur constitution physique et chimique (BOUDY, 1950).

5.2. Zonation altitudinale

Le Pin d'Alep se répartit depuis le bord de la mer, dans les étages bioclimatiques thermo et méso-méditerranéens entre 300 à 600 m, pénétrant jusqu'au supra-méditerranéen, atteignant localement des altitudes beaucoup plus élevées (aux environs de 2.000 m 2.600 m dans le haut Atlas central) (QUEZEL, 1978). Surtout abondant dans le semi-aride, il atteint l'altitude de 1.330 à 1.400 m dans l'Atlas tellien, de 1.600 m dans les Aurès, et de 2.100 à 2.200 m dans l'Atlas saharien (LEUTRECH, 1982).

5.3. Climat

Le facteur climatique joue un rôle prépondérant dans l'écologie du Pin d'Alep, de ce fait toute sa distribution est commandée par la température et la tranche pluviométrique.

Sur le plan bioclimatique, 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).

La large distribution du Pin d'Alep qui va du Littoral au Sahara lui confère l'aptitude de végéter dans des tranches pluviométrique qui varient de 200mm dans l'Atlas Saharien jusqu'à 1500mm au Littoral, il présente un optimum de développement entre 350 et 700mm de précipitations annuelles (NAHAL, 1962 in QUEZEL, 1980).

Sur le plan thermique, l'aire naturelle du Pin d'Alep admet une variante humide et semi-aride, froide à chaude avec des valeurs moyennes de températures minimales du mois le plus froid de -3° à +10°C (QUEZEL, 1986).

Le Pin d'Alep peut supporter des froids accidentels de -15 à -18 °C, à condition qu'ils restent exceptionnels et de courte durée. Ces froids laissent toujours une trace provoquant quelquefois la mort des arbres, mais toujours une coloration rousse des feuilles et un ralentissement de croissance pendant une ou plusieurs années (BEDEL, 1986).

Le Pin d'Alep étant une espèce thermophile par excellence, pouvant résister à des températures très élevées. Son optimum de développement est enregistré entre les températures moyennes maximales de 32°C et 33°C (KADIK, 1987).

5.4. Signification édaphique

Au point de vue sol, le Pin d'Alep est indifférent. Il s'accommode de tous : siliceux, calcaires, lorsque les conditions climatiques lui sont favorables. Mais les terrains qu'il préfère et où l'on trouve les plus belles pineraies sont les marnes calcaire (BOUDY, 1950).

Les sols sont profonds permettant une bonne pénétration du système racinaire (QUEZEL, 1986). Comme il supporte un taux élevé de calcaire, il est pionnier des sols squelettiques (LANIER, 1986).

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

Par contre il tolère très mal les substrats sablonneux sans doute surtout en raison d'un assèchement trop intense en été des horizons supérieurs. Egalement il ne tolère pas les bas fonds limoneux ou limono-argileux à sol compact.

Sur les hauts plateaux Nord-africains, les steppes à Armoise champêtre (*Artemisiacampesitris*) ou à Armoise blanche (*Artemisia herba alba*) constituent en effet pour lui un milieu fondamentalement hostile, comme l'ont d'ailleurs montré les échecs survenus à ce niveau lors de la mise en place du barrage vert en Algérie (QUEZEL, 1986).

5.5. Association du Pin d'Alep

Elle est essentiellement méditerranéenne de caractère xérophile et thermophile ; le sous-bois est dense, mais de hauteur moyenne. On distingue deux types d'associations :

Association de type méditerranéen, particulière à l'Algérie et la Tunisie ; comprend le Chêne vert, le Thuya, le Pistachier térébinthe, l'Alfa, le Philaria, le Chêne kermès, le Genévrier de Phénicie, le Romarin, la Globulaire, la Bruyère à fleurs multiples, le Nerprun alaterne, la Lavande, le Lentisque, le Ciste à feuilles de Sauge, l'Olivier sauvage, le Genêt à trois pointes, le Palmier nain. Et association de type atlantique spéciale au Maroc, présente en sus le Buis des Baléares et le Frêne dimorphe.

Quel que soit le type de l'association, on constate la présence constante du Romarin et de la Globulaire ; ce sont les plantes caractéristiques de la Pineraie ; même lorsque celle-ci a disparu, elles demeurent comme témoins (BOUDY, P, 1950).

Il accompagne des espèces s'accommodant à des conditions plus particulières de pluviosité, de température, de sol, et d'altitude ; en Afrique du Nord on distingue deux tendances ou deux aspects :

Dans la zone relativement humide nous avons : le Lentisque, le Philaria, le Ciste, l'Olivier, le Romarin, la Globulaire le Thuya, le Genévrier de Phénicie, et à la limite le Chêne vert.

Et dans les zones arides nous avons : le Chêne vert, le Genévrier de Phénicie et Oxycèdre, le Pistachier, le Romarin, la Globulaire, le Ciste, le Genêt et surtout l'Alfa qui indique souvent une dégradation de la forêt (MEDDOUR, 1983).

6. AIRE DE REPARTITION DU PIN D'ALEP

L'aire de répartition du Pin d'Alep est circumméditerranéenne, essentiellement de la Grèce au Maghreb.

C'est une essence fréquente surtout en région méditerranéenne occidentale, mais qui se rencontre également en divers points du bassin méditerranéen oriental. Ses forêts occupent sans doute au total plus de 33 millions d'hectares.

- Zones à Pin d'Alep en Algérie

Le Pin d'Alep est l'essence la plus répandue en Algérie. S'étendant à lui seul sur près de 863 858 Ha (DGF ; 2000).

Le Pin d'Alep couvre 35% des surfaces boisées de l'Algérie du Nord (MEZALI, 2003). Sur la base des différents travaux, la superficie du Pin d'Alep est récapitulée dans le tableau suivant :

Tableau 1. Superficies de pinèdes à Pin d'Alep en Algérie
(Comparaison des données de la direction générale des forêts (2005)

Années	1955 (BOUDY)	1985 (SEIGUE)	1997 (GHAZI et LAGHOUATI)	2000 (RNE)	2005 (DGF)
Superficie (ha)	852.000	855.000	800.000	881.000	863.858

La comparaison des données de la direction générale des forêts (2005) avec celles de BOUDY (1955) met en évidence malgré une incertitude sur l'homogénéité des définitions, la stabilité et la progression des surfaces de Pin d'Alep imputable pour partie à l'importance des plantations auxquelles il a donné lieu sur des centaines de milliers d'hectares au cours de ces dernières décennies.

SCHÖNENBERGER in KADIK (1987) notait que le Pin d'Alep est une essence climacique des régions semi-arides.

En Algérie, il occupe le premier rang et constitue 35 % de la surface boisée, sa répartition est la suivante :

- à l'est, on le trouve dans la région de Tébessa.
- les plateaux constantinois et les Aurès.
- dans la région d'Alger, il constitue des peuplements assez importants de l'ouest à l'est. On peut citer les forêts de Médéa.
- à l'ouest, il marque bien sa présence à Bel Abbés, à Saida et dans l'Ouarsenis.
- le Pin d'Alep colonise même l'atlas saharien et il forme dans la région de Djelfa de beaux peuplements dans les Monts des Ouled-Neil.

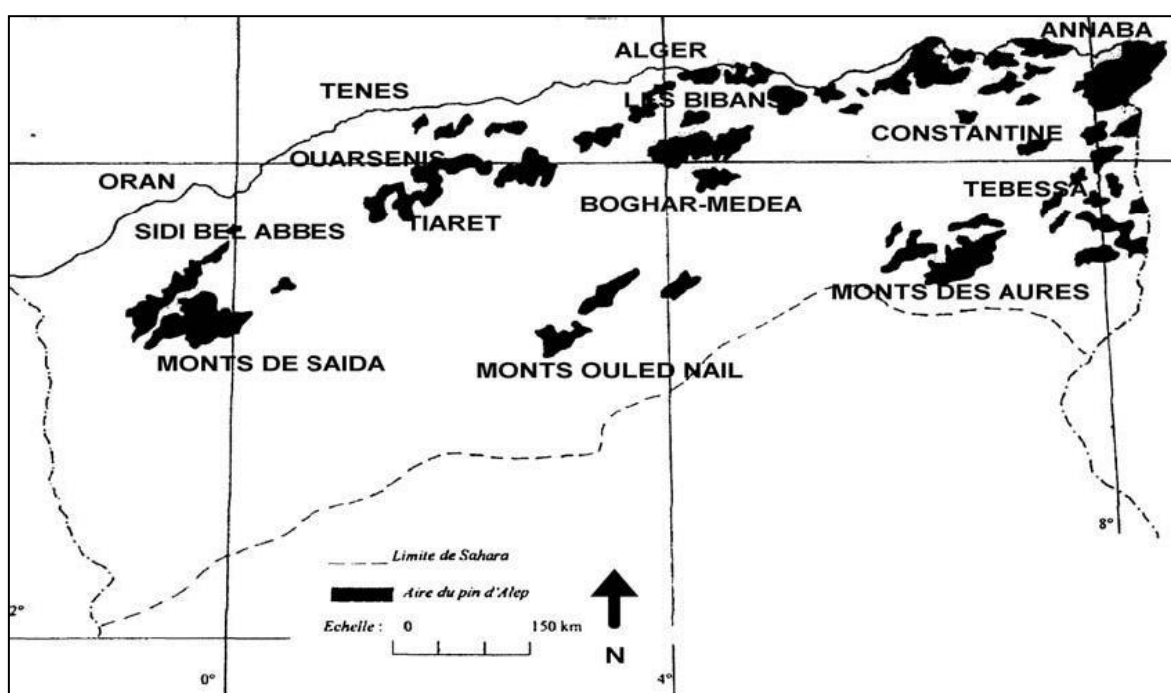


Figure 01- Aire de répartition du Pin d'Alep en Algérie (KADIK, 1987)

- Zones à Pin d'Alep dans le reste du monde

Nous rappelons à ce titre les synthèses publiées par NAHAL sur le Pin d'Alep (1962) : Les pays du Maghreb constituent la zone où il offre son plus grand développement puisqu'on le rencontre à peu près partout sur les massifs montagneux, à l'exception cependant du Maroc atlantique ainsi que des zones littorales du Tell constantinois et de Kroumirie.

Au Maroc, le Pin d'Alep est rare. Il constitue toutefois quelques peuplements généralement isolés sur le pourtour des grands massifs montagneux et en particulier du Rif où il est relativement fréquent sur le versant méditerranéen du Moyen Atlas (régions d'Azrou, Ahermoumou et versant Moulouya des hautes chaînes orientales), et aussi du

Haut Atlas où il est assez répandu dans les vallées internes du versant septentrional jusqu'au sud-ouest de Marrakech.

Il existe encore en quelques colonies isolées sur le versant saharien de la chaîne. Il forme enfin quelques peuplements dans le Maroc Oriental et en particulier sur les monts de DEBDOU.

En Tunisie c'est lui qui colonise essentiellement les monts de la dorsale tunisienne.

En Espagne il est bien développé sur les chaînes littorales de Catalogne, de la région de Valence et de Murcie ; par contre, il est moins fréquent en Andalousie.

Vers l'intérieur il existe en colonies disjointes dans la haute vallée du Tage ainsi que sur tout le pourtour de la vallée de l'Ebre. Il est présent dans toutes les îles Baléares.

En France, le Pin d'Alep est assez peu répandu et épars à l'ouest du Rhône mais beaucoup plus fréquent en Provence. Il est remonte dans la vallée du Rhône jusqu'aux environs de Montélimar.

En Corse, il n'existe, avec une spontanéité douteuse, que dans la région de saint-Florent.

En Italie, le Pin d'Alep n'est jamais abondant ; il s'observe ça et là, notamment dans le sud et en de rares localités de Sicile et de Sardaigne.

Dans les Balkans, il est présent sur le littoral adriatique surtout au Sud de Split et réapparaît en abondance en certaines zones de la péninsule hellénique notamment dans le Péloponnèse nord occidental, en Attique, en Eubée et en Chalcidique occidentale.

Au Proche-Orient, sa présence en Turquie n'est certaine qu'au nord-est d'Adana (QUEZEL, 1973). En Syrie, il constitue quelques boisements sur le revers occidental de la chaîne des Alaouites (QUEZEL, 1979) et se retrouve ensuite ça et là sur le littoral libanais (NAHAL, 1976).

Il constitue enfin quelques peuplements relativement importants en Palestine et en Jordanie (QUEZEL, 1973).

7. VALEUR ECOLOGIQUE ET SYNTAXONOMIQUE DU PIN D'ALEP

Dans la partie méridionale du bassin méditerranéen, le Pin d'Alep contribue largement à la reforestation des zones dégradées. Dans cette partie, il constitue de véritables forêts climaciques. Il possède aussi une grande affinité avec le Pin brutia avec lequel il peut s'hybrider. Cette essence résiste bien à la sécheresse et aux perturbations tout en étant d'une plasticité écologique remarquable (RATHGEBER, 2002).

Le rôle des Pins dans la dynamique de la végétation méditerranéenne a longtemps été débattu. En se fondant sur des observations réalisées surtout au nord-ouest du bassin, divers auteurs (notamment BRAUN-BLANQUET, 1936 ; MOLINIER, 1937 in QUEZEL et (MEDAIL, 2003) ont refusé à ces espèces toute valeur dans l'organisation de la

végétation potentielle ou climacique, les considérant comme constituant de simples stades plus ou moins bloqués de végétation (para climax), évoluant normalement vers la constitution de véritables climax à base de chênes, le plus souvent sclérophylles.

En fait, le développement des recherches notamment au sud et à l'est de la Méditerranée (NAHAL, 1962 ; ACHHAL et *al*, 1980 in QUEZEL et MEDAIL, 2003) a confirmé que ces arbres, dans un certain nombre des situations écologiques, étaient parfaitement capables de constituer de véritables structures de végétation potentielle.

En bioclimats sub-humide et humide et aux étages méso- et localement supra méditerranéen, très généralement pour *Pinus halepensis* et beaucoup moins pour *Pinus brutia*, ils constituent en effet des stades transitoires de végétation, s'inscrivant dans les séries dynamiques de végétation bien connues sur le pourtour méditerranéen (QUEZEL et BARBERO, 1992).

Pour *Pinus halepensis*, cette succession est devenue encore plus évidente depuis quelques décennies, à la suite des phénomènes de déprise agricole généralisée, survenus dans les pays du nord de la méditerranée (ACHERAR et *al*, 1984 ; BARBERO et *al*. 1990 in (QUEZEL et MEDAIL, 2003), où la stratégie expansionniste de ce pin l'a conduit à occuper de vastes territoires, aux dépens des cultures abandonnées, mais aussi des matorrals et des anciennes zones de pâturage.

Le passage progressif de ces pinèdes à des forêts dominées par les chênes sclérophylles (*Quercus ilex*), mais aussi par les essences caducifoliées sur sols profonds (*Quercus pubescens*) ou dans les secteurs à bioclimat humide (QUEZEL et MEDAIL, 2003).

Au contraire, *Pinus brutia* dans les mêmes situations bioclimatiques que le Pin d'Alep, accuse d'une façon évidente une forte tendance à constituer des peuplements stables et qu'il est bien difficile de ne pas considérer comme potentiels notamment en Anatolie (AKMAN et *al*, 1978 in QUEZEL et MEDAIL, 2003) et au Proche-Orient (ABI-SALEH et *al*, 1976 in QUEZEL et MEDAIL, 2003) (Fig.1).

Dans les autres situations bioclimatiques, la signification dynamique de ces pinèdes est variable.

À l'étage thermo-méditerranéen humide et sub-humide, les schémas sont théoriquement identiques à ceux évoqués ci-dessus. Toutefois, la faible représentation à ce niveau des espèces du genre *Quercus* permet l'individualisation de groupements climaciques à pins, comme LOISEL (1976) l'a montré en particulier en Provence, situation qui se retrouve assez couramment au Maghreb pour *Pinus halepensis*.

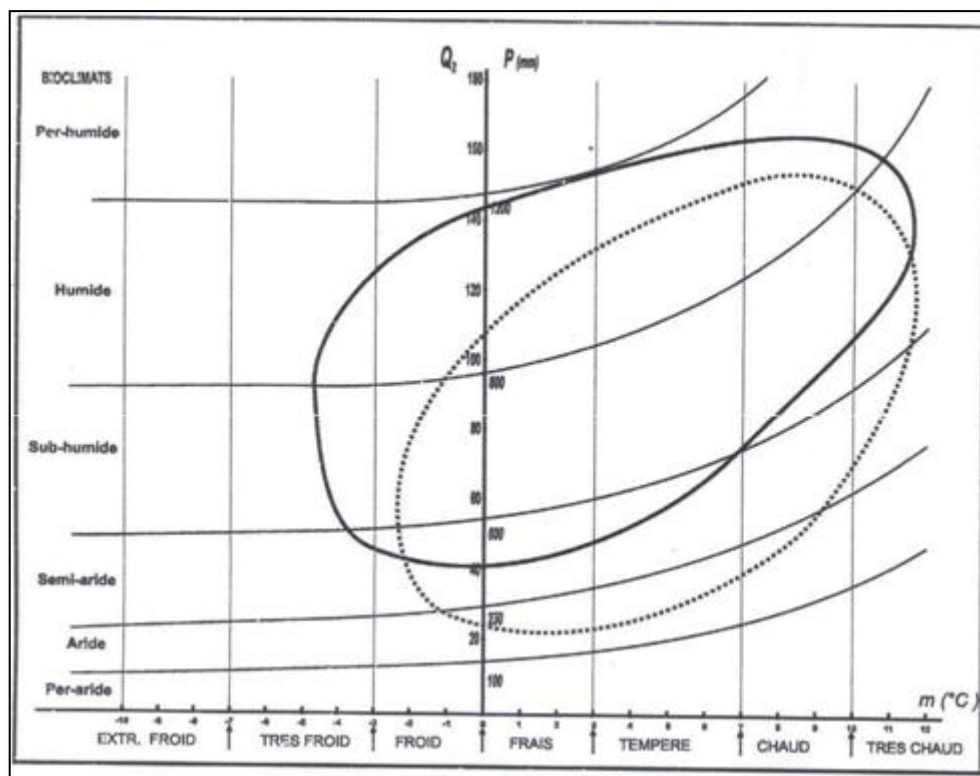


Figure 02- Aires de projection des exigences bioclimatiques du Pin d'Alep (Ligne pleine) et du Pin brutia (Pointillés) sur le climagramme d'EMERGER ;

[En ordonnées Coefficient pluviothermique Q_t ou précipitations moyennes annuelles P ; en abscisses : moyenne des minima du mois le plus froid de l'année, m . (QUEZEL et MEDAIL, 2003).]

8. SYLVICULTURE ET REBOISEMENT DU PIN D'ALEP

Sa sylviculture s'articule en fonction de certains aspects fondamentaux :

La typologie structurale des pinèdes d'origine naturelle et artificielle ;

La diffusion ou la rediffusion du Pin d'Alep pour étendre la surface forestière et augmenter la production de bois.

Les types structuraux qu'on rencontre le plus souvent et qui caractérisent les pinèdes du Pin d'Alep sont : peuplement jardinés ou plutôt avec une distribution irrégulière des classes d'âge et pluristratifiés ; peuplement mélangés avec majorité de Pin d'Alep.

La diffusion ou la rediffusion du Pin d'Alep avec le but principal d'augmenter la production en bois et d'agrandir la surface forestière est motivée par les énormes potentialités de cette essence telles que :

La capacité de coloniser des terrains très difficiles ;

La rapidité d'accroissement ;

La réponse immédiate et efficace aux opérations culturelles ;

La fructification précoce et abondante ;

La faculté de diffusion des graines ;

La capacité d'améliorer le sol.

8.1. Utilisation en reboisement

Dans la région méditerranéenne le Pin d'Alep peut donner une contribution notable à l'augmentation de la production en bois et à la restauration forestière sur des terrains nus ou avec un couvert d'arbrisseaux ou d'arbres très dégradés.

En climats chauds-arides il est préférable de faire des plantations à densités relativement élevées : ainsi se détermine la création d'un microclimat qui limite l'évaporation et favorise l'affirmation rapide et définitive du peuplement.

Le choix de densités élevées dérive aussi des considérations sur la nécessité d'atténuer certains caractères de cette essence : la tendance qui se manifeste souvent d'un accroissement tortueux du fut et d'un élargissement considérable des houppiers.

L'exécution régulière des soins culturaux est un facteur déterminant pour l'affirmation et le développement régulier du peuplement. L'élimination partielle de la végétation adventice et la rupture de la couche superficielle du sol au début de la saison sèche deviennent des opérations indispensables pour la survie et l'accroissement des plants.

8.2. Le Pin d'Alep dans la sylviculture des bois dégradés

Le Pin d'Alep peut être utilement employé pour la restauration des bois dégradés. L'introduction de cette essence favorise le développement d'une nouvelle et différente phase évolutive.

Il tend à envahir spontanément les bois dégradés et instables de chêne vert et d'autres chênes. Les opérations d'enrichissement ou de reboisement sont utiles pour accélérer la reconstitution de ces formations.

9. REGENERATION DU PIN D'ALEP

La régénération naturelle des pinèdes et le reboisement des sols dégradés et dépourvus de couverture forestière sont les problèmes le plus souvent rencontrés par les forestiers des pays méditerranéens qui s'occupent de cette précieuse essence.

La régénération du Pin d'Alep, est facile et abondante et se produit aussi bien en plein découvert qu'avec un sous-bois assez dense. Le jeune plant supporte le découvert pendant de longues années et repart dès que le sous-bois a été recépé, (BOUDY, 1950)

Les semis ont besoin de lumière mais un léger couvert leur est favorable, alors la régénération peut avoir lieu facilement en terrain découvert, mais elle est bien mieux assurée s'il existe un sous-bois de densité moyenne.

La question conditionnant la régénération du Pin d'Alep est avant tout celle du pâturage : comme pour le Cèdre et tous les résineux en général, la régénération est incompatible avec le parcours des chèvres et des moutons

Les quartiers en régénération doivent donc être rigoureusement mis en défens pour une longue période (6 ans sont généralement insuffisants).

Là où la forêt est ouverte aux troupeaux de moutons et de chèvres, la génération est insuffisante ou inexistante (BOUYD, 1950).

La génération des peuplements du Pin d'Alep peut être assurée aussi par le feu, qui fait tomber sur le sol une grande quantité de graines et favorise les semis par l'ameublissement de la couche superficielle du sol et par l'action chimique des sels se trouvant dans les cendres ; après un incendie, le sol se recouvre d'une brosse épaisse de jeunes semis donnant en suite un gaulis des plus denses.

10. ENNEMIS DU PIN D'ALEP

Le Pin d'Alep quitte souvent son aire naturelle pour envahir les forêts de chênes dégradés où il est plus sensible aux agents cryptogamiques et aux insectes parasites.

10.1. Les champignons

Lophodermium Pinastri provoque le rouge cryptogamique des aiguilles les dégâts apparaissant le plus souvent au printemps.

Cronartium flaccidum provoquent la rouille vésiculeuse de l'écorce et se manifestent notamment par des sacs orangés de 2 à 10 mm de hauteur ainsi à savoir un renflement du rameau ou de la tige atteinte.

Endocronartium harknessii nuisible par ses effets sur la forme, le volume du bois et la vitesse de croissance des pins. Les galles sur les tiges principales des jeunes arbres peuvent entraîner la mort de l'arbre, mais les galles des arbres âgés entraînent peu de pertes (GROSSE, 1983)

Cronartium fusiforme, provoque de graves rouilles, qui entraînent des malformations, une réduction de vigueur et la mortalité d'arbres et de plantules (GROSSE, 1983). C'est la plus grave maladie des arbres forestiers, attaquant le Pin immédiatement après la germination (OEPP/CABI, 1996).

10.2. Les scolytes

Les scolytes sont des insectes xylophages qui se développent pour la plupart sous l'écorce des arbres qu'ils tuent lors de leur attaque. Elles forent des galeries de ponte dans

le liber des arbres c'est-à-dire dans la couche située entre l'écorce et l'aubier (cerne de bois de l'année). Les larves s'alimentent en creusant d'autres galeries.

10.3. La Processionnaire du Pin

a\ Nomenclature (ANDRE, 1991) :

Ordre : Lépidoptère (papillon)

Famille : *Notodontidae* (Papillon nocturne)

Genre/espèce : *Thaumetopoea pityocampa*

Noms communs : Processionnaire du Pin

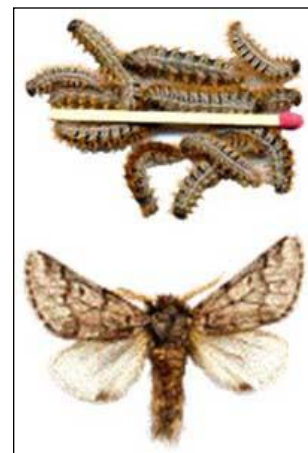


Figure 3. Papillon et chenilles de la Processionnaire du Pin en phase hivernale ; (ANDRE, 1991)



Photo. Nids définitifs ; (originale)

Dès l'éclosion, la chenille commence à se nourrir des aiguilles de son hôte. En plus d'une atteinte esthétique, cela a deux actions sur l'arbre. Le premier est directe : la défoliation provoquant des pertes de croissance (diminution du pouvoir photosynthétique) ; la deuxième est indirecte et peut conduire jusqu'à la mort de l'hôte : la défoliation conduit à l'affaiblissement de l'arbre, qui devient plus sensible aux attaques d'insectes xylophages par exemple.

10.4. L'incendie

L'incendie de forêt, naturel ou provoqué par l'homme, « est une combustion qui se développe sans contrôle, dans le temps et l'espace, brûlant la végétation de zones boisées ». 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.

L'évolution de la forêt méditerranéenne est conditionnée par les incendies. L'aire naturelle du Pin d'Alep est caractérisée par la sécheresse persistante et par les forts vents de terre créant des conditions très favorables à l'ignition des combustibles forestiers et à la propagation du feu. La région méditerranéenne est aussi très peuplée. Alors le risque d'incendie est très élevé tout au long de la saison sèche (VELEZ, 1981).

Le Pin d'Alep a développé une résistance active contre le feu à travers une régénération naturelle très poussée après le passage du feu. Beaucoup d'exemples montrent la capacité régénératrice de cette espèce et son caractère envahisseur.

La fréquence de feux dans les forêts de Pin d'Alep est comptable à celle des territoires non boisées. D'après les statistiques, on peut atteindre le passage du feu tous les 60 ans au maximum. Si la fréquence devient plus grande la régénération naturelle pourra devenir impossible (VELEZ, 1981).

Le transport de la chaleur émise par la combustion est assuré par 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.
- 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 convection, liée aux mouvements d'air chaud, dont l'importance augmente avec le vent et la pente.

Ces mouvements 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 (BRANKA, 2001).

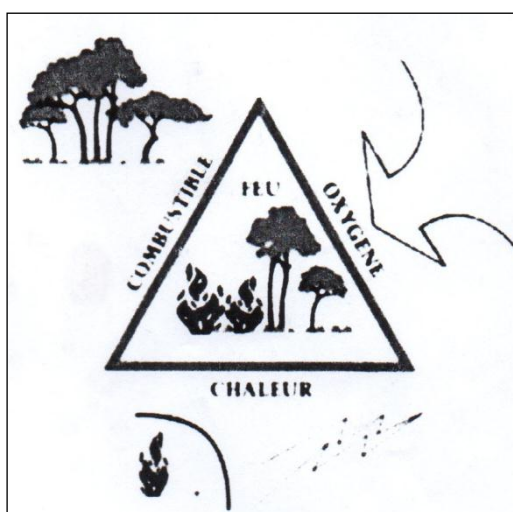


Figure 4 . Le Triangle de Feu¹

¹ (Source : Ministère de l'aménagement du territoire et de l'Environnement)

La prévention des incendies dans les forêts de Pin d'Alep doit être intégrée à la sylviculture. Dans ces forêts les objectifs de protection ont une importance comparable à celle de la production.

La sylviculture protectrice doit considérer la création de diversités pour empêcher la propagation du feu et pour favoriser la régénération des espèces après le feu.

Les différentes catégories de pare-feux, l'alternance d'espèces, l'introduction de plantes d'inflammabilité réduite, la réduction des accumulations de combustibles légers par le pâturage et le feu contrôlé, sont des méthodes classiques de prévention passive mais fondamentales pour une politique de prévention.

Cependant, de grands investissements dans les moyens de lutte auront une faible efficacité sans une sylviculture préventive complétée par des études sur le comportement du feu (VELEZ, 1981).

11. TYPES DE FORMATION VEGETALES

Lorsqu'on s'intéresse à la végétation, une première approche peut se faire sans tenir compte de la composition floristique, mais compte tenu de la physionomie de la végétation (OZENDA, 1982). La notion de formation végétale s'appuie sur les particularités d'aspect des végétaux qui la composent. Il s'agit de classer les principaux végétaux en fonction de leur physionomie.

Pour cela, il sera fait appel à la classification de RAUNKIAER (1934). Elle s'appuie sur la morphologie générale du végétal et notamment sur la position des bourgeons de rénovation à partir desquels se forment les nouveaux organes aériens après le passage de la mauvaise saison. LACOSTE et SALANON (2001) donnent les différents types (ou formes) biologiques.

La végétation actuelle des zones arides est le résultat des interactions de trois facteurs essentiels, climat, sol (FLOHN et KETTATA, 1971 ; LE HOUEROU, 1971), et action anthropique (LE HOUEROU, 1971, 1993, 1995), et provient de la dégradation de formations forestières primitives.

11.1. Les formations forestières et dégradation forestières

a) Les forêts

Toujours plus ou moins dégradées, à cause du climat et de l'homme (Pons, 1981 ; Barbero, 1990). LE HOUEROU (1971) appelle « forêt » toute formation ligneuse d'au

moins 100 arbres/hectare et dont la hauteur dépasse 7 m. Une forêt est *Dense* lorsque les frondaisons des arbres se touchent, *Trouée* ou *Clairière* lorsque les arbres constituent des bosquets denses juxtaposés en mosaïque avec des plages sans arbres ou *Claire* lorsque les arbres sont assez régulièrement disposés sans que leurs cimes se touchent.

Il s'agit de Pin d'Alep (*Pinus halepensis*) et de Chêne vert (*Quercus ilex*) qui se développent sur les massifs des atlas saharien.

b) Matorrals

Le terme d'origine espagnol à été adopté par l'UNESCO et SAUVAGE (1962), il subsiste alors une formation forestière dégradée, d'arbustes et d'arbres ne dépassant pas 7 m de haut. Il représente des formations végétales principalement arbustives et buissonnantes que l'on retrouve typiquement dans les milieux méditerranéens (DICASTRI, 1981).

Un matorral est *Haut* si sa hauteur dépasse 2 m, *Moyen* si elle est comprise entre 2 m et 0,6 m, *Bas* si elle est inférieure à 0,6 m. Il est *Dense* lorsque son recouvrement est supérieur à 75%, *Moyen* s'il est compris entre 75 et 50%, *Clair* s'il est inférieur à 50%(OTEDD, 2005).

Cette définition laisse entendre qu'un matorral peut être arboré ou non, haut ou bas, dense, moyen ou clair, dont on distingue (OTEDD, 2005) :

- **le Maquis**, C'est un matorral haut et dense, lié à un substrat siliceux et à une tranche pluviométrique annuelle moyenne de 600 mm.

- **la Garrigue**, C'est un matorral moyen, ouvert, lié à un substrat calcaire.

Le matorral est considéré comme issu de la régression de formations forestières suite à différentes perturbations. Selon TRACHAUD (1994), ce sont les feux répétés, la pauvreté du sol en éléments biogènes et l'action anthropozoïque qui ont favorisé la formation forestière.

Parmi les principales espèces dominantes, citons selon OZENDA (1994) : Les Genévriers (*Juniperus Phœnicea* et *J. oxycedrus*), le Chêne vert, le Pin d'Alep, le Romarin (*Rosmarinus officinalis*), etc.

11.2. Les formations steppiques

La steppe est l'écosystème où s'exacerbent l'ensemble des contraintes méditerranéennes par le déficit hydrique qui devient permanent (aridité) et par la pression anthropozoïque qui est dans la plupart des cas, de plus en plus intense (AIDOU, 1994).

Selon LE HOUEROU (1995), les steppes sont des formations végétales basses et ouvertes, dominées par des espèces pérennes, et dépourvue d'arbres, où le sol nu apparaît dans des proportions variables. On y distingue :

- *Les steppes à graminées* dont la plus importante est la steppe à Alfa ;
- *Les steppes à chaméphytes* dont les plus importantes sont celles aux Armoises ;
- *Les steppes à halophytes* des terrains salés et des bordures de sebkhas.

11.3. Action anthropique

Ce sont les effets et les modifications induites dans l'environnement par les diverses activités humaines (RAMADE, 2008). Ils portent sur l'intensité d'effet de l'homme, l'intensité d'effet des animaux, etc.

En Afrique du Nord, dans les milieux arides notamment les régions steppiques, la dégradation du couvert végétal a connu une ampleur alarmante ces dernières années, causant ainsi un déséquilibre écologique (LE HOUEROU, 1995).

Cette destruction du couvert végétal est due au climat et au sol, mais essentiellement à une action humaine.

11.3.1. Surpâturage

Il y a surpâturage dès que le prélèvement de la matière végétale par les animaux est supérieur à la production annuelle, ceci entraîne une réduction du couvert végétal et de la biomasse des espèces vivaces.

Selon PNAE- DD (2002), le Cheptel steppique en Algérie est passé d'un équivalent-ovin pour 4 ha en 1968 à un équivalent- ovin pour 0,78 ha, provoquant un pâturage excessif, la végétation, composée d'Alfa, de sparte et d'armoïse, etc., régresse progressivement jusqu'à l'apparition généralisée de la croûte calcaire.

Parallèlement une augmentation spectaculaire de la fréquence et de l'importance des vents de sable provoquée par la destruction du couvert végétal et par conséquent augmentation d'une érosion éolienne intense.

11.3.2. Extension des surfaces cultivées

Selon PNAE- DD (2002), la surface cultivée en Algérie est passée de 1,1 million d'hectares en 1968 à 2,1 millions d'hectares en 1990. L'extension des labours et l'introduction de la mécanisation sont des paramètres de dégradation aussi importante que le surpâturage. Les techniques de labours utilisées par les agro pasteurs ont une action érosive, détruisant l'horizon superficiel et stérilisant le sol, le plus souvent de manière irréversible.

Les espèces ligneuses qui retiennent le sol sont détruites et sont remplacées par des espèces adventices qui favorisent l'érosion éolienne.

11.3.3. Eradication des espèces ligneuses

Les espèces ligneuses pâturées par les troupeaux, déracinées par les tracteurs, subissent un arrachage par les éleveurs qui les utilisent à des fins domestiques comme bois de chauffage ou de cuisson (armoise, blancs, etc.).

Il s'ajoute un piétinement intense de la surface du sol, facteur favorable à l'action de l'érosion hydrique et éolienne. Les données récentes montrent que ces phénomènes ont provoqué d'énormes pertes : près de 600 000 ha de terres en zone steppique sont totalement désertifiées sans possibilité de remontée biologique et près de 6 millions d'hectares sont menacées par les effets de l'érosion éolienne (GHAZI et LAHOUEATI, 1997) cité in NEDJRAOUI (2003).

CHAPITRE II : PRÉSENTATION DE LA ZONE D'ÉTUDE

1. Cadre physique

1.1. Situation géographique

Au cœur de la chaîne montagneuse des Amours, centre de l'Atlas saharien, se situe la région de Madna commune d'Oued M'Zi, au Nord-Ouest de la wilaya de Laghouat, elle est délimitée au Nord par les communes d'Oued Morra et d'Aflou, et au Sud par les communes d'Ain Madhi et El-Gheicha et Tadjmout (fig.05).

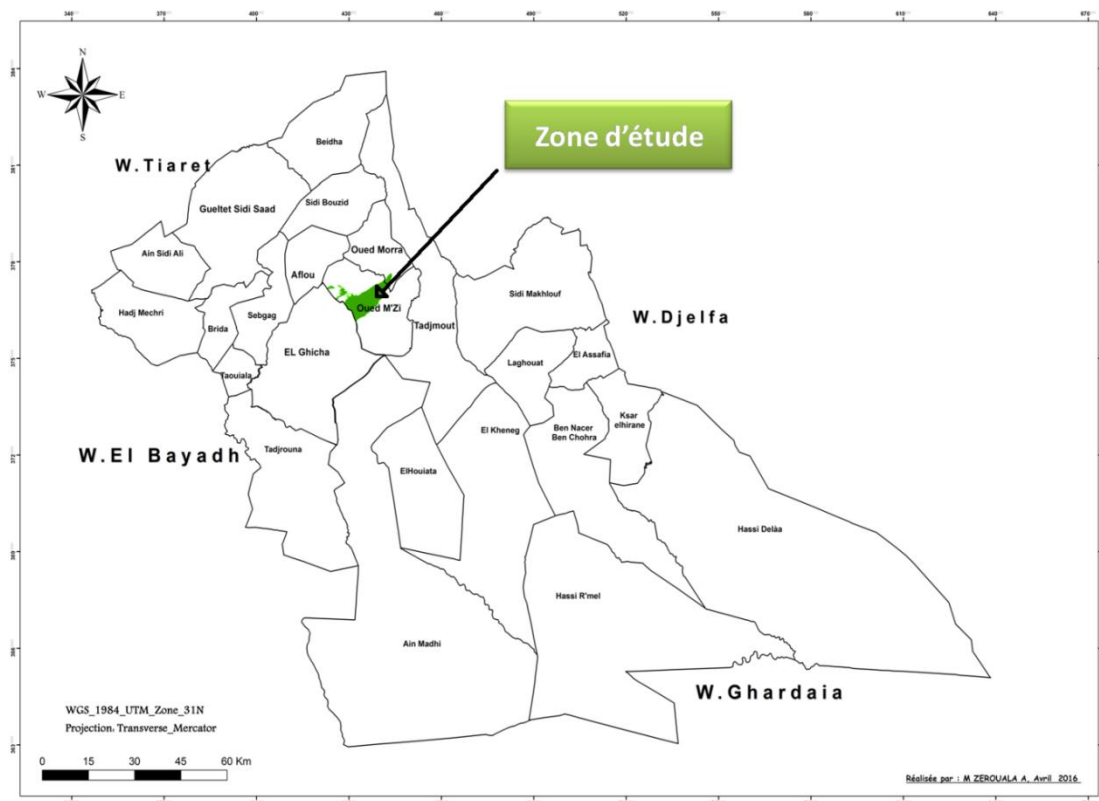


Figure 05. Carte de localisation de la région d'Oued M'Zi(DGF 2016)

1.2. Situation géographique du site d'étude

Notre étude s'est déroulée au mois d'avril 2016 au nord de la commune d'Oued M'Zi, au voisinage du village dit Madna. L'aire de l'étude est comprise entre les deux chainons montagneux dits « *Djebel Madna* » et « *Ktef El-Gaada* » (fig.06). Ces deux barrières écologiques avec la mise en défens plus ou moins contrôlée par les services forestiers ont favorisés l'homogénéité d'un véritable écosystème forestier.

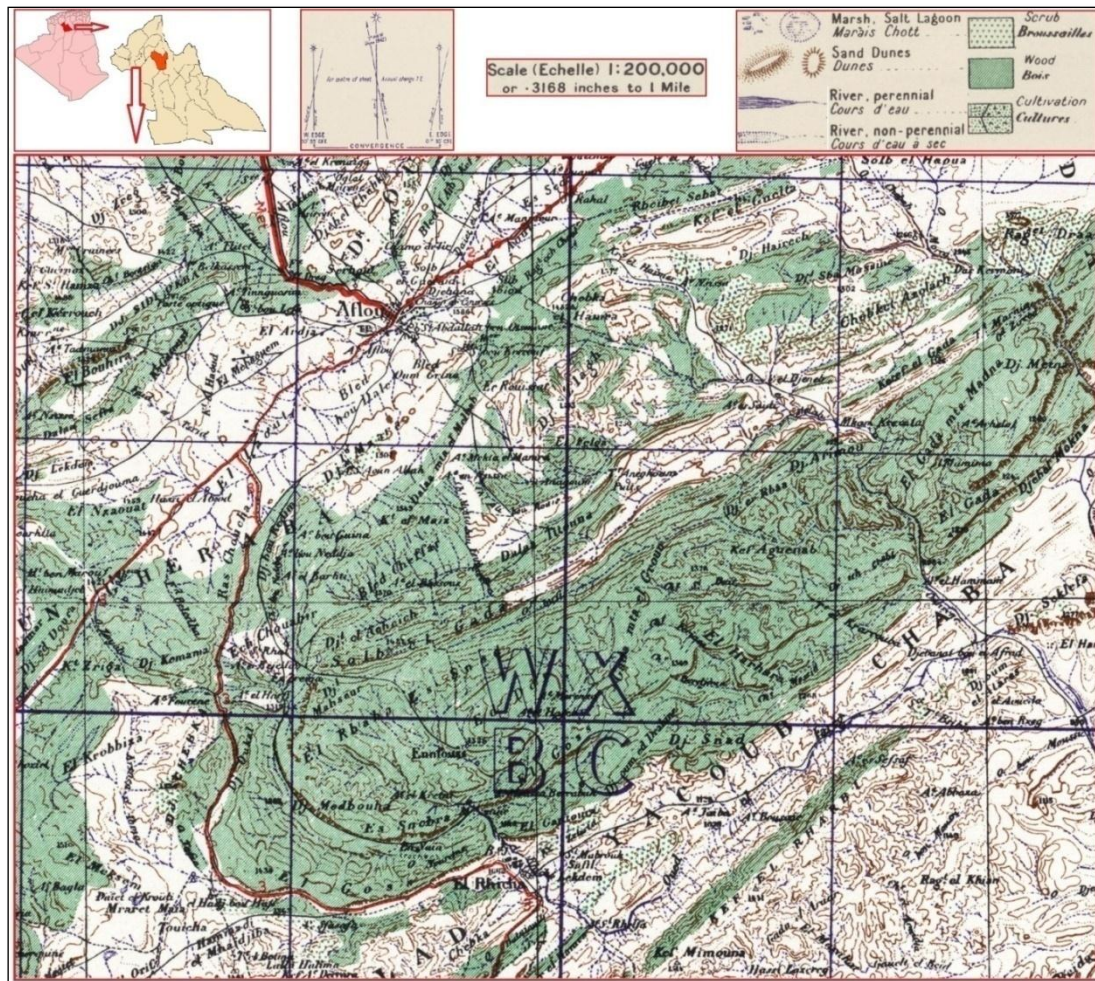


Figure 06 : Carte topographique du site d'étude (Forêt de Madna)

Au niveau du Djebel Amour, il ya quatre régions qui se succèdent du nord-ouest au sud-est est représentent les conditions générales caractérisant notre région d'étude :

- Les hautes plaines steppiques** : se situent entre 1100 et 1300 mètres au sud-ouest et 900 à 1000 mètres d'altitude au nord-est.
- Les parties hautes de la montagne** : au-dessus de la steppe, un relief s'élève en un glacis de pente assez forte, c'est le Djebel qui se définit par ses montagnes de 1400 à plus de 1700 mètres avec ses roches gréseuses et ses forêts.
- La partie méridionale de la montagne** : comporte un ensemble montagneux très important en bordure même du désert, mais aussi des altitudes plus basses. C'est une région montagneuse mais plus chaude et sèche que la précédente.
- Le piémont saharien** : c'est un piémont ou glacis d'érosion qui annonce le début du Sahara.

2. Géologie et géomorphologie

Au Nord, l'Atlas saharien se rattache au domaine des hauts plateaux Oranais dont il n'est séparé que par la ligne de fractures qui correspond à l'accident Nord Atlasique. Au Sud, la flexure qui le sépare de la plateforme saharienne apparait comme une entité structurale

majeure où se relaient divers types d'accidents. En se dirigeant de l'Est vers l'Ouest, les formations géologiques de l'Atlas Saharien deviennent de plus en plus anciennes (STAMBOULI, 2004).

D'ouest en Est, l'Atlas saharien peut être subdivisé en : Monts des Ksour, Massif du Djebel Amour, Monts des Ouled Naïl. Nous nous intéressons plus spécialement ici au Massif du Djebel Amour. Cette montagne aux formes massives où prévaut le paysage de plateau, est caractérisé par deux grands ensembles géologiques importants, le jurassique (calcaire et marno-calcaire) et le crétacé (grés) (ABED, 1982).

Du point de vue stratigraphique, l'Atlas Saharien Central est constitué par des affleurements Méso-Cénozoïques allant du Bathonien jusqu'à l'Actuel. Les séries paléozoïques n'affleurent pas. Du point de vue tectonique, ce domaine est caractérisé par des plis synclinaux et anticlinaux de grande dimension tantôt très allongé avec des flancs longs et courts, tantôt sous forme de dômes ou bombements à cœur érodé. Les structures sont allongées suivant une direction NE-SW dans la partie occidentale et E-W dans la partie Est du domaine (BETTATHAR, 2009).

3. Hydrologie

Pour le Djebel Amour, cela signifie que le ruissellement, et donc le régime de crue présenté par les oueds est essentiellement lié aux précipitations orageuses. La carte de la figure (07) donne un aperçu des pentes observables et le réseau hydrographique qui traverse la région. La zone de l'Atlas Saharien est caractérisée par des pentes de 12,5 à 25 % et la zone des Hauts Plateaux et des Plateaux Sahariens caractérisée par des pentes de 0 à 3 % (STAMBOULI, 2004).

Le Djebel Amour est en effet relativement riche en eau : les sources y sont assez nombreuses. Il donne naissance à de longs oueds pérennes sur une grande partie de leur cours, les principaux oueds sont les suivants (STAMBOULI, 2004) :

- **Oued Sebgag** : à 20 km à l'ouest d'Aflou, il existe un certain nombre de sources pérennes donnant naissance à l'Oued Sebgag qui reçoit en aval plusieurs affluents pour former l'Oued Touil, puis l'Oued Cheliff, le plus important oued d'Algérie. Son parcours est de 10 km et son bassin versant recouvre une superficie de 126.5 km².

- **Oued Seklafa** : situé au Sud-est d'Aflou, il constitue l'affluent le plus important de l'Oued M'Zi (d'une longueur de 40 km, il draine un bassin de 775.6 km²). C'est au niveau des grés du Barrémien - Aptien – Albien et des calcaires du Jurassique que jaillissent à débit très faible et variable les sources de l'Oued Morra dont la plus importante est l'Ain Aaraar (environs 41/s).

- **Oued Sidi Naceur** : prend sa naissance au niveau de la terminaison Nord occidentale du Djebel Amour. Plusieurs émergences contribuent à son alimentation, en particulier les sources de l'Hadj Mecheri et de Sidi Naceur. L'écoulement s'effectue du Sud-ouest vers le Nord-est avec un parcours de 120 km. Le bassin versant limité au Nord par celui du Chott Chergui qui couvre une superficie de 1972 km².

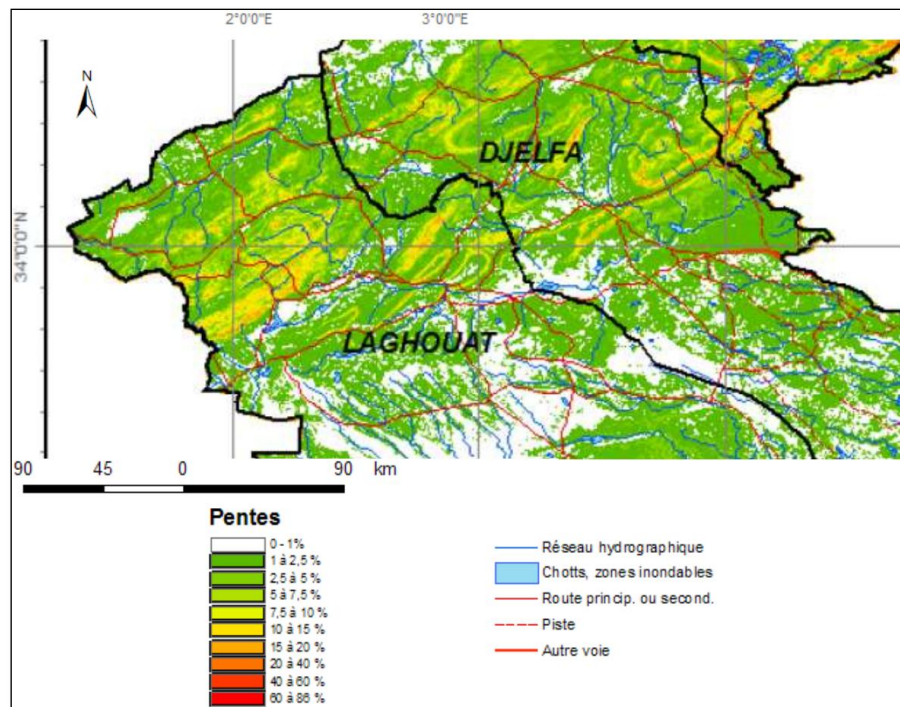


Figure07 : Carte des Pentes et réseaux hydrographiques de la région (S.R.A.T., 2006)

4.- Pédologie

La plus grande partie des hautes plaines a des sols calciques; le plus souvent squelettiques ou minces, ils s'épaississent dans les dayas où ils deviennent plus ou moins salins et dans les principales vallées où ils ont les caractères des alluvions. Assez riches en calcaire et non dépourvus de matières organiques, ils donnent de bonnes terres de culture lorsqu'ils sont assez épais et qu'ils sont irrigués ou inondés par les eaux de ruissellement. A l'inverse des steppes, les parties hautes du massif bien qu'elles soient abondantes en eau ont peu de bonnes terres (DESPOIS, 1957).

Les sols forestiers sont un peu humifères, les uns sont assez riches en calcaires, mais la plupart en sont dépourvus et donnent des sols « en équilibre » ou des sols « insaturés », en résultat des sols sablonneux, légers et pauvres non seulement en calcaire mais aussi en acide phosphorique (STAMBOULI, 2004).

KADIK (1983) les définit comme des sols sur calcaires durs plus ou moins dolomitiques ou sur grès siliceux à texture grossière et sont perméables. A la partie méridionale de la montagne les sols les plus largement représentés sont les sols calciques des steppes, mais ils ne sont un peu épais.

5. Caractérisation bioclimatiques de la zone d'étude

5.1. Le Climat

Trois facteurs principaux interviennent dans la définition du régime qui règne sur le Djebel Amour (STAMBOULI, 2004) :

- **La situation géographique** : distant de 300 km de la mer, la région se retrouve à la limite méridionale du secteur balayé par le Front polaire et le Front polaire dérivé. De ce fait, les influences Atlantico-méditerranéennes seront très dégradées, tandis que s'affirme l'empire saharien au fur et à mesure que l'on se déplace vers le Sud.
- **L'altitude** : dont les effets compensent partiellement ceux de la latitude et qui apportent des températures froides en hiver et chaudes en été en raison d'un fort ensoleillement. Au plan des précipitations, un accroissement pourrait être noté avec l'altitude. Pour une moyenne sur l'ensemble du massif qui serait de 200 mm, le maximum pourrait atteindre 400 mm sur les sommets les plus élevés. La (figure 08) porte les altitudes caractérisant la région.
- **L'orientation des versants** : lorsqu'ils sont exposés aux vents pluvieux se montrent plus humides que leurs revers. Cette orientation des versants conforte l'effet de l'altitude vis-à-vis des précipitations.

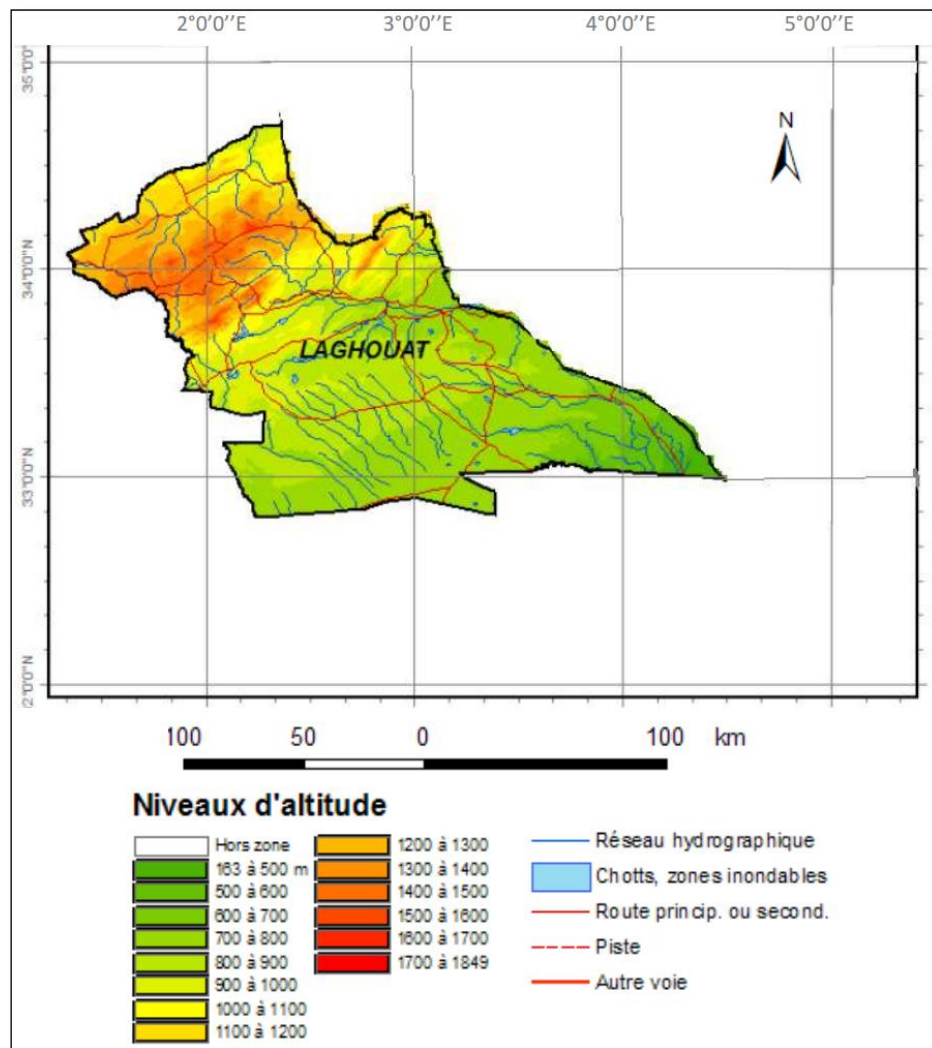


Figure 08 : Topographie de la région de Laghouat (Source : S.R.A.T., 2006)

[La zone étudiée se situe entre 1000 et 1400m d'Altitude]

5.2.- Source de données

Pour la caractérisation climatique de la région étudiée, nous nous sommes référés aux observations, notamment les précipitations et les températures, de la station météorologique d'Aflou qui est la plus proche et située à 22 km à vole d'oiseau et à 1425m d'altitude.

5.2.1.- Température

La température influence considérablement la végétation. Elle est l'élément climatique le plus important dans l'aire de répartition des végétations sur le globe (PREVOST, 1999).

Les données de la température enregistrées dans cette région, reflète l'image réelle de la particularité de certains composants du climat à savoir l'altitude et l'alternance saisonnière. Les températures maximales dans la région sont enregistrées en été avec 34.4°C (Juillet). Les plus faibles températures sont enregistrées pour le mois de janvier où la valeur est de -4,24°C. Le tableau ci-dessus exprime les températures mensuelles moyennes enregistrées de l'année 2001 jusqu'à 2014 de la région d'étude (O.N.M., 2014).

Tableau 02: Temmpératures moyennes mensuelles de la région d'étude de 2001 à 2014.

2001-2014	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Moy
T (°C)	<u>2,63</u>	3,55	6,81	10,42	14,6	20,25	<u>24,15</u>	23,52	19,03	13,73	6,93	3 ,38	12,42
M	9,46	10,27	14,41	18,72	23,44	29,61	<u>34,10</u>	32,92	27,73	21,42	13,81	9,42	20,44
m	<u>-4,24</u>	-3,07	0,93	2,11	5,90	10,87	14,83	14,18	10,36	6,05	0,05	-2,66	4,61

Source (O.N.M., 2014.)

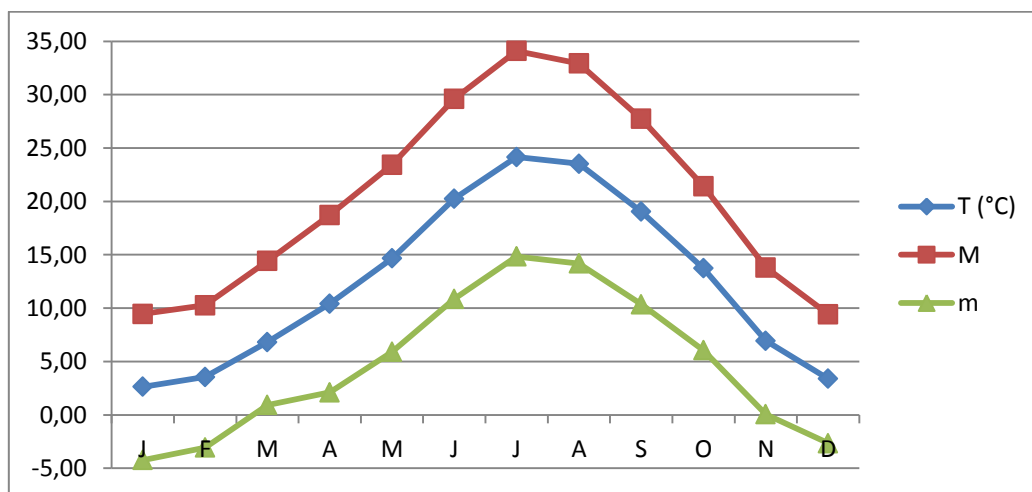


Figure.09 : Evolution de la Température annuelle dans la station d'oued M'Zi

5.2.2.- Précipitation

D'après DJEBALI (1978), la pluviosité c'est le facteur primordial qui permet de déterminer le type de climat.

A partir des données enregistrées sur une période de 13 ans (2001-2014). Les précipitations moyennes annuelles est d'environ 286.32mm. Les mois de septembre et Novembre sont les plus pluvieux avec des moyennes de 31.61 et 34,91 mm respectivement. Les valeurs de précipitation les plus faibles sont enregistrées au mois d'Aout avec 8.37mm.

Tableau 03 : Précipitations mensuelles enregistrées de l'année 2001 jusqu'à l'année 2014

2001-2014	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Moy
P (mm)	29,54	28,94	26,25	31,42	24,49	12,05	12,18	<u>8,37</u>	<u>31,61</u>	22,99	<u>34,91</u>	23,59	<u>286,32</u>

Source (O.N.M., 2014)

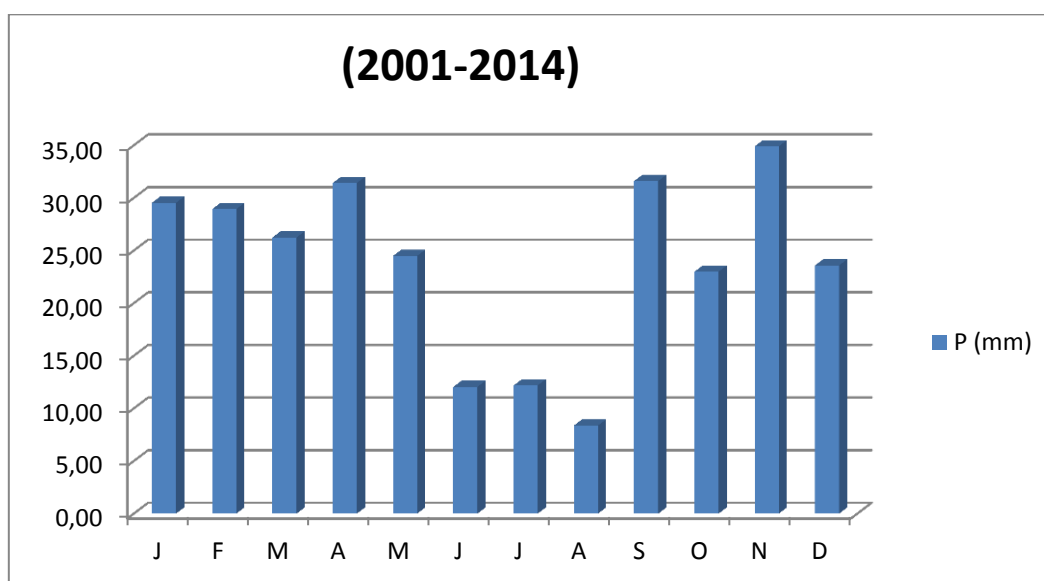


Figure 10 : Evolution de la précipitation annuelle dans la région d'étude [2001-2014]

- **Régime saisonnier**

La connaissance de la pluviométrie annuelle moyenne, est une donnée insuffisante pour caractériser un régime pluviométrique régional. Il est nécessaire de la compléter par la détermination de la répartition saisonnière des pluies de l'année et de sa variation (CHAUMONT et PAQUIN, 1971).

Le régime pluviométrique est également utilisé comme un élément caractéristique du climat. Pour le végétal, la répartition des pluies est plus importante que la quantité pluviométrique annuelle. L'eau qui lui est utile est celle qui est disponible durant son cycle de développement (AIDOU, 1983).

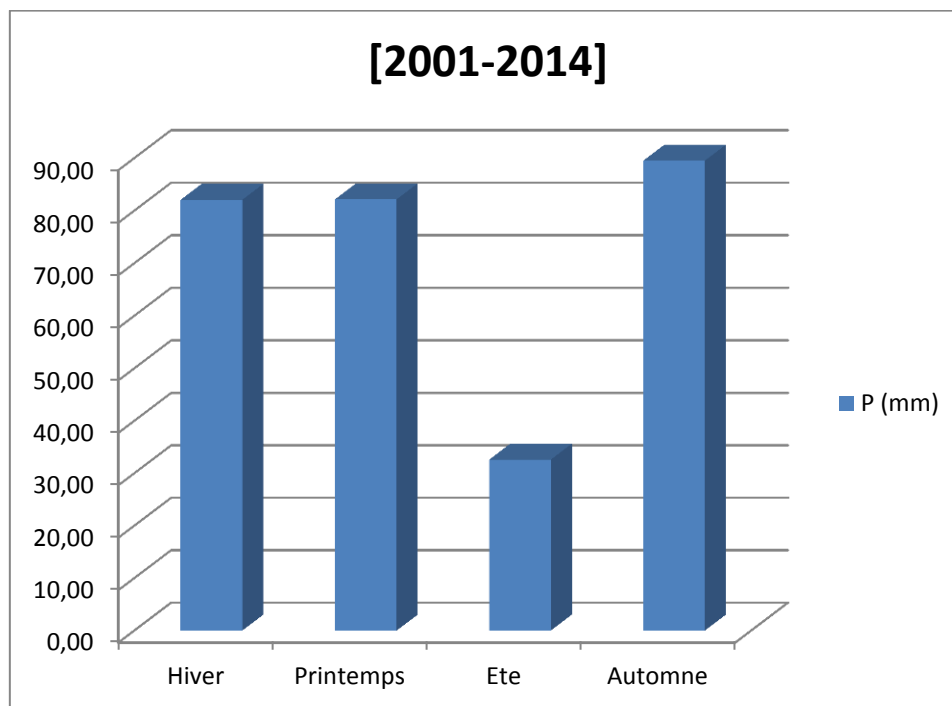
Le régime saisonnier est défini comme étant le calcul des quantités de pluie de chaque saison, nous avons considéré quatre saisons de trois mois chacune :

- Printemps : mars, avril et mai = P. ; - Automne : septembre, octobre et novembre = A. ;
- Hiver : décembre, janvier et février = H. ; - Été : juin, juillet et août = E.

Le régime saisonnier est caractérisé par le type A.H.P.E (tableau 04) et (fig.15).

Tableau 04: Le régime saisonnier de la zone d'étude.

Période	Hiver	Printemps	Eté	Automne	Type
P(mm)	82,06	82,15	32,60	89,51	<u>A.H.P.E</u>

**Figure11. Régime saisonnier de la zone d'étude**

Le tableau (04) et les histogrammes de la figure (11), montrent que, la saison la plus sèche est l'été, ce qui est l'une des caractéristiques principales du climat méditerranéen (DAGET, 1977).

6.- Synthèse climatique

Le climat a des répercussions sur les êtres vivants, il agit directement sur leur répartition et leur aptitude à se développer en un lieu donné, il est donc naturel que les climatologues et phytogéographes s'efforcent de comprendre les relations climat-végétation.

Ces liens qui existent entre les paramètres climatiques et la végétation ont fait l'objet de nombreuses études bioclimatiques où les auteurs ont conclu qu'indépendamment de leur composition floristique, tous les groupements végétaux qui se développent dans les zones isoclimatiques sont homologues et équivalents, ce qui revient à dire que le climat façonne la végétation et que celle-ci n'est que l'expression biologique du milieu (EMBERGER, 1955 ; LE HOUEROU, 1980).

Afin de comprendre ces relations climat-végétation, plusieurs auteurs ont proposé des méthodes de classification pour caractériser les différents bioclimats, et cela à travers des indices bioclimatiques qui tiennent compte des variables prépondérantes telles que la pluviosité, la température et l'évapotranspiration.

6.1.- Indice de MARTONNE

Cet indice est une expression très simple, qui permet de classer les stations selon leurs degrés d'élécité.

$$Aa = P/T + 10$$

Avec :

-P : Pluviosité moyenne annuelle en (mm).

-T : Température moyenne annuelle en (°C).

De Martonne a proposé une échelle de classification des climats selon l'indice d'aridité : Climat très sec ($Aa < 10$) ; climat sec ($Aa < 20$), climat humide ($20 < Aa < 30$) ; climat très humide ($Aa > 30$). L'indice est d'autant plus grand que le climat est plus humide (Prévost, 1999).

L'indice de De Martonne de la région d'étude est de l'ordre de **12,77**, ce qui permet de classer la région dans un climat sec.

II.6.2.- Climagramme pluviothermique d'EMBERGER

Il serait intéressant d'utiliser les deux précédents facteurs climatiques pour construire le Climagramme d'EMBERGER et le Diagramme ombrothermique de GAUSSEN (DAJOZ, 2006)

Le Quotient pluviothermique (Q_2) d'EMBERGER (1952, 1955) correspond à une expression synthétique du climat méditerranéen tenant compte de la moyenne annuelle des précipitations (P en mm) et, pour les températures, d'une part de la « moyenne des minimums du mois le plus froid ».

Selon PREVOST (1999) ; le Climagramme d'EMBERGER permet de connaître l'étage bioclimatique de la région d'étude, il est représenté en abscisse par la moyenne des minima des températures du mois le plus froid, en ordonnées par le quotient pluviométrie (Q_2) d'EMBERGER, nous avons utilisé la formule de STEWART adapté pour l'Algérie qui se présente comme suit :

$$Q_2 = 3.43 \times P / (M - m)$$

Ou :

$$Q_2 = 2000 \times P / (M + m + 546,4) \times (M - m)$$

Q_2 : Quotient pluviothermique d'EMBERGER.

P : Moyenne des précipitations annuelles en mm.

M : Moyenne des maximums du mois le plus chaud en degré Celsius.

m: Moyenne des minimums du mois le plus froid en degré Celsius.

A travers les tableaux 01 et 02, et après les calculs le Q_2 est égale à **25,91**.

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

Ou :

$$Q_2 = 1000 \times P / (M + m/2) \times (M - m)$$

Q_2 : Quotient pluviothermique d'EMBERGER.

P : Moyenne des précipitations annuelles en mm.

M : Moyenne des maximums du mois le plus chaud en degré Celsius ou en Kelvin.

m : Moyenne des minimums du mois le plus froid en degré Celsius ou en Kelvin.

Le tableau (04) ci-dessous exprime la pluviosité moyenne annuelle en (mm) et les températures moyennes annuelles en (Kelvin), de la région d'étude. (O.N.M., 2014).

Tableau (05) : Pluviosité et températures moyennes annuelles de la région d'étude [2001-2014] :

Station	Période	P(mm)	M (°k)	m (°k)
Aflou	2001-2014	286,32	307,25	268,91

Selon le tableau (04), et après les calculs le Q_2 est égale **25,92**.

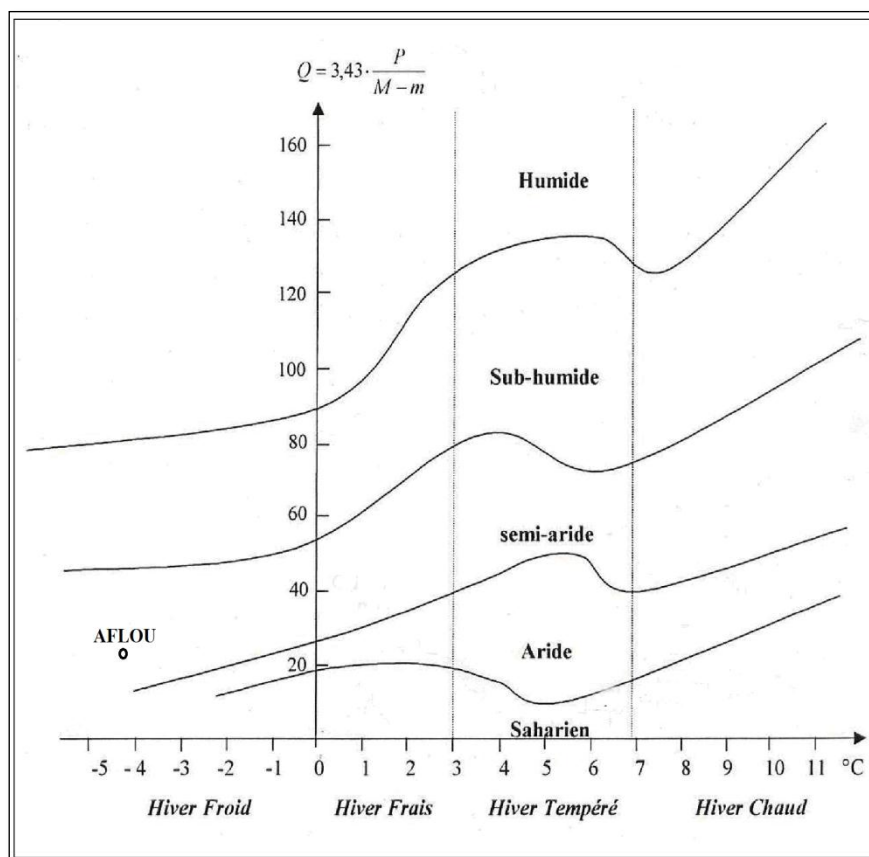


Figure 12. Climagramme pluviothermique d'EMBERGER de la région d'étude

D'après le Climagramme (fig.12), la région de Madna appartient à l'étage bioclimatique semi-aride à hiver froid.

II.6.3.- Diagramme ombrothermique de GAUSSEN

Il est construits en portant en abscisses les mois et en ordonnées les précipitations sur un axe et les températures sur le second en prenant soin de doubler l'échelle par rapport à celle des précipitations (FAURIE et *al.*, 2002).

La saison aride apparaît quand la courbe des précipitations se retrouve au-dessus des températures (GAUSENin FAURIE et *al.*, 2002).

Le diagramme ombrothermique de la région d'étude pour la période allant de 2001 à 2014, fait apparaître deux périodes au cours de l'année, l'une humide s'étale de la mi-octobre jusqu'à mi-mai, et l'autre sèche qui s'étend sur le reste de l'année (fig.13).

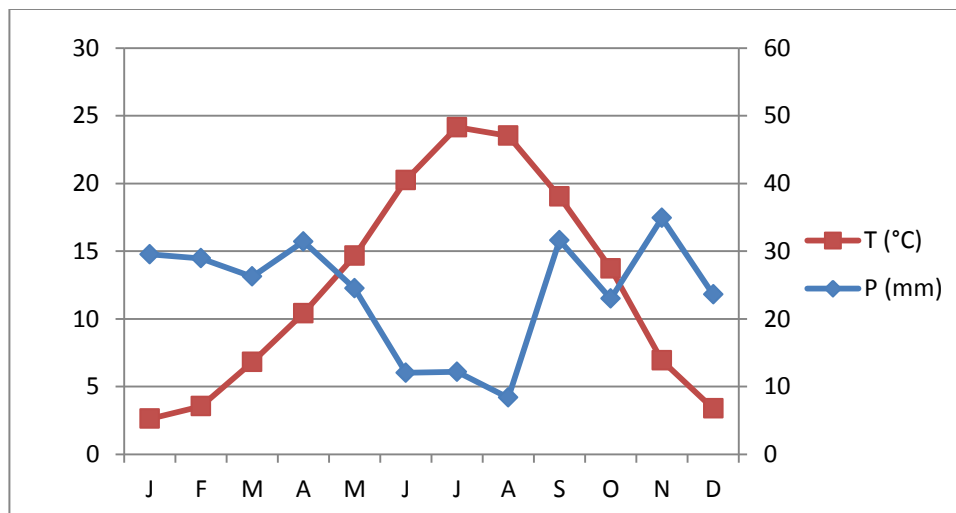


Figure 13. Diagramme ombrothermique de GAUSSEN de la région [2001-2014]

7. Flore et végétation

Le Djebel Amour est plus boisé que les massifs qui l'encadrent (DESPOIS, 1957), bien que ses forêts soient très claires et dégradées, mais elles comptent encore de nombreux chênes verts et des pins d'Alep. Les formations végétales caractérisant la région d'étude reflètent une écologie particulière.

La région nord située à la partie méridionale de Djebel Amour est caractérisée par des formations forestières à Pin d'Alep et Chêne vert et des formations à Genévrier rouge, Pistachier de l'Atlas et d'Alfa. La partie sud à la limite du piémont saharien est caractérisée essentiellement par des formations à Alfa qui occupent de vastes étendues. De nombreux oueds à Pistachier de l'Atlas, Jujubier, Tamaris et de Retam caractérisent la région. Enfin, des dayas parsemées en surface sont révélées par les pieds de Pistachier de l'Atlas et les buissons de Jujubier.

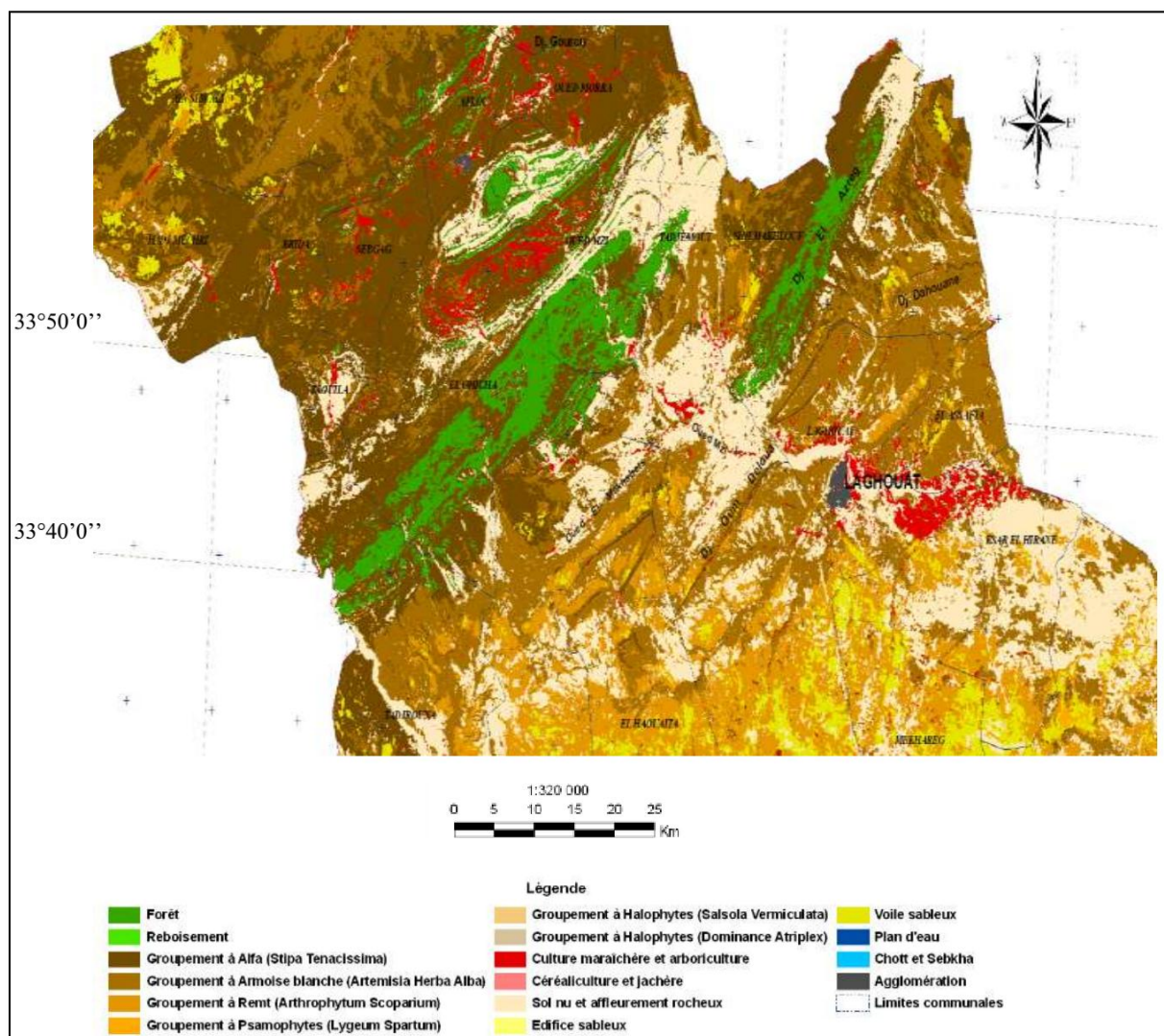
Toutefois, très peu de travaux de recherche ont été consacrés à l'étude de ces formations et leur répartition malgré l'intérêt fondamental qu'elles présentent du fait de leurs

diversités floristiques et de leurs adaptations à des conditions de milieu particulières. KADIK (1983) et BARBERO (1990) décrivent les forêts d'Aflou comme fortement soumises aux délits et plus ou moins dégradées, à cause du climat et de l'homme.

Il faut aussi signaler les formations de reboisements à Pin d'Alep qui occupent de vastes étendues dans la région avec des taux de réussite différents et des étagements très hétérogènes (KOUIDRI, 2013).

Selon la monographie de Laghouat (2011) la superficie des vieux massifs forestiers de la zone Djebel Amour est estimée à 47.095 ha, celle des nappes alfatières est de 315.125 ha, les pacages et parcours sont d'une superficie de 1.531.766 ha. La superficie de la zone constituée de vastes étendues steppiques est d'une superficie de 1.900.000 ha dont une grande partie a été dégradée sous l'effet des sécheresses prolongées. La figure suivante (figure14) donne un aperçu sur l'occupation des sols de la région.

1



CHAPITRE III. MATÉRIELS ET MÉTHODES

1. Choix de la station d'étude et des sites de prélèvements

1.1. Choix de la station d'étude

La vision à l'échelle paysagère basée sur la physionomie, amène à choisir les éléments majeurs, significatifs, représentatifs et répétitifs du paysage végétal (formations végétales) à étudier (GILLET, 2000). Le choix de la station est basé sur la présence de formations ligneuses à base de Pin d'Alep.

1.2. Choix des sites de prélèvements

Une vision à l'intérieur de l'élément paysager choisi, a guidé le choix d'emplacement des relevés et de leurs limites. Les critères fondamentaux de ce choix sont les trois (3) critères d'homogénéité (GILLET, 2000): Homogénéité floristique, homogénéité physionomique et homogénéité des conditions écologiques.

- *Homogénéité floristique*, apparition plus ou moins régulière de combinaisons définies d'espèces, c'est-à-dire répétitivité de la combinaison floristique;

- *Homogénéité physionomique*, aspect lié à la dominance d'une ou plusieurs espèces;

- *Homogénéité des conditions écologiques*, uniformité des conditions apparentes c'est-à-dire homogénéité dans la physionomie et la structure de la végétation ainsi que les conditions édaphiques (GILLET, 2000).

Le site étudié est homogène vis-à-vis des contrastes du milieu, tels que l'exposition, la lumière, la microtopographie, etc. A l'intérieur de la surface choisie des relevés, le choix est orienté par l'absence de variations significatives de la composition floristique ou du milieu.

2. Présentation de la station d'étude

La station d'étude fait partie de la forêt domaniale d'Ouaren, d'une superficie totale de 9358 Ha, répartis entre la Commune d'El Ghicha et la Commune de Oued M`zi, constituée d'une série de montagnes et de coteaux, dont l'altitude est comprise entre 1200 et 1400 m environ.

La forêt est essentiellement composée d'anciens peuplements de Pin d'Alep (pho05), de Genévrier de Phénicie et de Chênes verts très clairiérés sur l'ensemble des massifs avec la présence aussi d'autres essences forestières avec des individus isolés les uns des autres, formant des agrégats ou de petites groupes, mais jamais un large tapis, citant parmi ces espèces : le Cade (*Juniperus oxycedrus*), l'Olivier Sauvage (*Olea europaea* var. *oleastre*), le Pistachier de l'Atlas (*Pistacia atlantica*), le Pistachier lentisque (*Pistacia lentiscus*), l'Arbousier commun (*Arbutus unedo*)... etc.



Photo 05. Station d'étude (Originale, 2016)

3. Principe adopté

L'objectif de la présente étude est de contribuer à la caractérisation de la flore forestière qui suit cette espèce dans la région de Djebel Amour (*Pinus halepensis* Mill.) afin de disposer des données écologiques précises sur la formation végétale et la composition floristique de l'espèce sujette. La méthodologie adoptée est orientée sur :

- Sorties de prospection
- Caractérisation de la station d'étude;
- Etablissement des relevés floristiques;
- Identification des espèces rencontrées;
- Réalisation des relevés floristiques.

4. Etude des caractéristiques floristiques

L'étude de la flore porte sur la réalisation des relevés phytoécologiques et le traitement des résultats par l'application d'indices écologiques.

Elle s'appuie sur la technique du relevé phytosociologique de BRAUN-BLANQUET qui consiste à dresser la liste des plantes présentes dans un échantillon représentatif et homogène du tapis végétal en opérant strate par strate (GILLET, 2000).

À l'intérieur de chaque phytocénose reconnue sur le terrain, il est recherché une surface de végétation homogène et représentative afin d'y effectuer les relevés phytoécologiques (GILLET, 2000).

FLAHAUT et SCHRÖTER (1910), notent qu'une association végétale est une communauté végétale de composition floristique déterminée, présentant une physionomie uniforme et croissante dans des conditions situationnelles uniformes (WALTER, 2006).

Pour BRAUN-BLANQUET (1915), une association végétale est un groupement végétal plus ou moins stable, en équilibre avec le milieu ambiant, caractérisée par une composition floristique déterminée, dans laquelle certains éléments exclusifs, ou à peu près, appelés espèces caractéristiques, indiquent par leur présence une écologie particulière et autonome (WALTER, 2006).

Un groupement végétal, est une communauté végétale concrète dont on ne connaît pas encore la composition floristique, structurale et écologique qui permettrait de la situer dans un système phytosociologique, physionomique ou phytoécologique (EVRARD, 1968).

La forme biologique, est la physionomie que prend une espèce au cours de son cycle biologique en relation avec le comportement vis-à-vis des facteurs du milieu et notamment son aptitude à supporter la mauvaise saison (SCHMITZ, 1971).

4.1. Echantillonnage floristique

L'échantillonnage consiste à faire l'inventaire des relevés réalisés dans la station en général à choisir dans un ensemble un nombre limité d'éléments, de façon à obtenir des informations objectives et d'une précision mesurable sur l'ensemble (GOUNOT, 1969).

L'étude de la structure spatiale s'appuie sur la technique de l'échantillonnage systématique (GOUNOT, 1969; CHESSEL et *al.* 1975; FRONTIER, 1983; PETTINI, 1992). Il consiste à disposer des échantillons selon un mode répétitif pouvant être représenté par transects (LONG, 1974; DAGET, 1982; GOUNOT, 1969).

L'échantillonnage se réalise le long de transect de placettes traversant la communauté végétale de Djebel Madna depuis le fond du vallon jusqu'au sommet de la montagne dans le but d'enregistrer à la fois les variations floristiques, topographiques et édaphiques (GUL et *al.*, 2001 ; OMER, 2004).

Le choix du nombre de prélèvements et de leur répartition, sont portés afin de présenter significativement l'aire étudiée. Cette dernière comprise entre deux chaînons montagneux, constitue un véritable écosystème forestier dont la phytocénose est plus homogène en sa composition floristique et sa physionomie. Ce qui a permis de limiter le nombre de prélèvements en 5 relevés espacés en fonction de la topographie de la montagne (Fig. 15) [fond de vallon, bas versant, mi-versant, haut de versant et sommet].

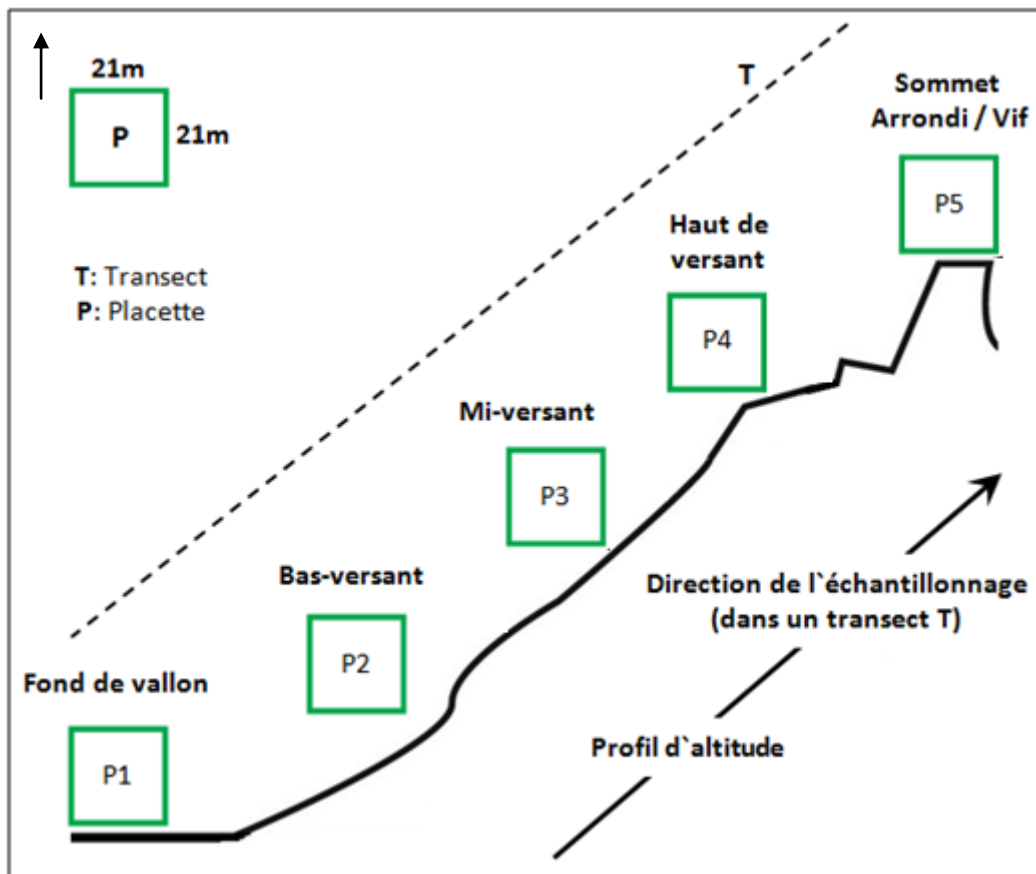


Figure 15: Croquis du transect des placettes échantillonnées (Originale, 2016)

4.2. Etude qualitative

4.2.1. Aire minimale

La surface du relevé doit être égale à l'aire minimale ou autrement dit une surface suffisamment grande pour contenir la quasi-totalité des espèces présentes sur l'individu d'association (GUINOCHET, 1973).

GOUNOT (1961), signale que l'aire minimale correspond à l'aire dans laquelle la quasi-totalité des espèces de la communauté végétale est représentée. C'est la plus petite surface sur laquelle ressort la plupart des espèces (LEMEE, 1967). Elle varie selon les groupements végétaux (DJBAILI, 1984).

En pratique, la valeur de l'aire minimale s'apprécie assez facilement (LEMEE, 1967). Elle est sensiblement constante pour les divers relevés d'un groupement déterminé, mais varie beaucoup d'un groupement à l'autre (OZENDA, 1982).

Cette aire est de l'ordre de 100 à 400 m² pour les groupements forestiers, de 50 à 100 m² pour les formations de matorral (BENABID, 1984), de 20 à 50 m² pour les groupements de prairies, de pelouses et quelques mètres carrés seulement pour les plus denses et homogènes (OZENDA, 1982).



Photo 06. Prélèvement floristique (Originale, 2016)

Pour le présent travail l'aire minimale sera fixée à 441 m² vu que la formation forestière étudiée est trouée par des éclaircies plus ou moins grandes, cela a permis de regrouper la totalité des espèces présentes.

Les parcelles sont matérialisées à l'aide de petits pieux et d'un ruban pour bien délimiter la surface du relevé.

4.2.2- Exécution des relevés phytoécologiques

Après détermination de l'aire minimale, il s'effectue des relevés phytoécologiques avec les informations concernant les variables géographiques (Date, localité, coordonnées, altitude, pente et exposition), les variables environnementales notamment édaphiques et les variables spécifiques ou floristiques (Liste des espèces végétales présentes, et indices de structure).

4.3 Etude quantitative

4.3.1 Abondance-dominance de BRAUN-BLANQUET

L'échelle des coefficients d'abondance-dominance de Braun-Blanquet (1951), est notée de:

- 5: Nombre quelconque d'individus, recouvrement $> 3/4$ de la surface de référence ($> 75\%$);
- 4: Recouvrement entre $1/2$ et $3/4$ (50–75% de la surface de référence);
- 3: Recouvrement entre $1/4$ et $1/2$ (25–50% de la surface de référence);
- 2: Recouvrement entre $1/20$ et $1/4$ (5–25% de la surface de référence);
- 1: Recouvrement $< 1/20$, ou individus dispersés à couvert jusqu'à $1/20$ (5%);
- +: Peu d'individus, avec très faible recouvrement;
- r: rare.

4.4 Exploitation des résultats par l'application des indices écologiques

L'application des indices écologiques, notamment la richesse, le paramètre de pondération (abondance, dominance), la distribution, la sociabilité, le type de formation et le type biologique permettent de mieux caractériser la flore des différentes stations d'étude.

4.4.1 Richesse spécifique

La biodiversité floristique des différents types de parcours peut être mesurée par leur richesse floristique (DAGET, 1982; DAGET et POISSONET, 1997).

La richesse spécifique, désigne le nombre d'espèces présent dans un écosystème donné ou dans une aire préétablie de ce dernier. Il se distingue en richesse totale et richesse moyenne (RAMADE, 2008).

- Richesse totale (S)

C'est le nombre total d'espèces présentes dans un biotope ou une station donnée.

$$S = sp1 + sp2 + sp3 + sp4 + \dots + spN$$

S: Nombre total des espèces observées

sp1; sp2; sp3; sp4; spN : Espèces observées

- Richesse moyenne (Sm)

C'est le nombre moyen d'espèces présentes dans les échantillons d'un peuplement étudié.

$$Sm = \sum S / N \text{ où } \sum S = sp1 + sp2 + sp3 + sp4 + spN$$

Sm : Somme du nombre d'espèces recensées pour les N relevés

N : Nombre total de relevés

La richesse moyenne apporte des informations sur l'homogénéité (ou l'hétérogénéité) de la distribution spatiale des espèces constituant le peuplement étudié (RAMADE, 2008).

DAGET et POISSONET (1991), ont proposé l'échelle de référence suivante pour cette richesse floristique stationnelle. Elle permet d'établir des comparaisons entre stations :

- flore raréfiée = moins de 5 taxons dans l'unité de milieu ;
- flore très pauvre = de 6 à 10 taxons ;
- flore pauvre = de 11 à 20 taxons ;
- flore moyenne = de 21 à 30 taxons ;
- flore assez riche = de 31 à 40 taxons ;
- flore riche = de 41 à 50 taxons ;
- flore très riche plus de 51 à 75 taxons ;
- flore particulièrement riche = plus de 75 taxons.

-Indice de richesse de MARGALEF (Dm)

L'indice de MARGALEF est un indice de richesse spécifique souvent employé (INGRAM, 2008).

$$Dm = (S - 1) / \ln N$$

S : Nombre d'espèces

N : Nombre d'individus dans un échantillon

4.4.2.- Abondance-dominance

Une communauté d'espèces végétales peuplant un micro habitat et présentant de ce fait des exigences écologiques très voisines, constitue une synusie à l'intérieur de laquelle chaque idiotaxon élémentaire est affecté d'un indice semi-quantitatif (ou coefficient) d'abondance-dominance et d'un indice d'agrégation ou coefficient de sociabilité (GILLET, 2000).

L'indice d'abondance-dominance est une estimation globale de la densité (nombre d'individus, ou abondance) et du taux de recouvrement (projection verticale des parties aériennes des végétaux, ou dominance) des éléments de la synusie (organismes individuels représentant l'idiotaxon élémentaire) dans l'aire-échantillon (GILLET, 2000).

BRAUN-BLANQUET a inventé le coefficient d'abondance-dominance, qui associe les concepts d'abondance et de dominance. L'abondance exprime le nombre d'individus qui forment la population de l'espèce présente dans le relevé. La dominance représente le recouvrement de l'ensemble des individus d'une espèce donnée, comme la projection verticale de leur appareil végétatif aérien sur le sol. Le coefficient d'abondance-dominance est estimé visuellement (WALTER, 2006).

Cet indice sera estimé selon l'échelle de BRAUN-BLANQUET, de la manière suivante :

- L'espèce couvre plus de 50% :
 - Si plus de 75%, coefficient (5).
 - Si moins de 75%, coefficient (4).
- L'espèce couvre moins de 50% :
 - Si plus de 25%, coefficient (3).
 - Si moins de 25%, coefficient (2).
- L'espèce couvre moins de 5% :
 - Si individus abondants, coefficient (1).
 - Si individus peu abondants, coefficient (+).
- L'espèce est rare (individu unique, très faible recouvrement) : Coefficient (r).

4.4.3.- Sociabilité

L'indice d'agrégation (ou de sociabilité) est une estimation globale du mode de répartition spatiale et du degré de dispersion des individus dans l'aire-échantillon. La sociabilité d'une espèce dépend pour une part des caractéristiques biologiques de celle-ci, mais, elle varie aussi pour une même espèce selon les conditions du milieu et les processus écologiques (compétition, dynamique,...etc.) (BRAUN-BLANQUET, 1964; SCAMONI et PASSAGER, 1963; WESTHOFF, 1965).

Pour une même abondance-dominance, la répartition des individus peut être différentes selon que les individus soient isolés les uns des autres, qu'ils forment des agrégats, de petites groupes, un large tapis ou une population presque pure. Elle permet de distinguer les espèces dont les individus ont tendance à se regrouper de celles qui ne représentent pas ce caractère.

Dans la présente étude cet indice sera estimé selon l'échelle de BRAUN-BLANQUET.

4.4.4 Recouvrement

Le recouvrement désigne la proportion de la surface totale d'une station couverte par une espèce végétale. Le degré de couverture, désigne le pourcentage de la surface du sol couverte par la végétation (RAMADE, 2008).

L'approche de calcul du recouvrement est en fonction de la forme de la surface résultant de la projection de la partie aérienne du végétal (DURANTON et al., 1982).

$$R (\%) = \pi (d/2)^2 \times (N/S) \times 100 \quad (\text{forme circulaire})$$

$$R (\%) = a \times b \quad (\text{forme rectangulaire})$$

d : diamètre moyen en m

N : nombre de pieds de l'espèce

S : surface échantillonnée

a : longueur

b : largeur

4.4.5 Taux de recouvrement

D'après GOUNOT (1969), le taux de recouvrement est calculé selon la formule suivante :

$$TR = (R_{ci} / R_{ct}) \times 100$$

TR : Taux de recouvrement

Rci : recouvrement de l'espèce i

Rct : recouvrement total

4.4.6 Densité

Les mesures de la densité sont exprimées en nombre d'individu par unité de surface (100 m²), elle a été estimée à l'aide d'un cadre de (0,25 m²) pour le cas de phragmites. Il est utilisé parfois le terme d'abondance pour celui de densité.

$$D = n_i/s \text{ (GOUNOT, 1969)}$$

n_i : nombre d'individus d'une espèce i

s : la surface (m²)

4.4.7 Dominance

La coexistence des espèces dans les communautés écologiques est presque toujours asymétrique, où certaines espèces deviennent dominantes par rapport à d'autres. Cette inégalité de contribution des espèces est reflétée par le degré de dominance, qui peut être fortement évidente quand certaines espèces monopolisent l'occupation de l'espace et caractérisent du point de vue physiologique la structure de l'association végétale (CARDINALE et al., 2006).

- Indice de dominance de SIMPSON (DS)

Pour cet indice, la dominance se réfère à l'ampleur à laquelle, une ou plusieurs espèces soient abondantes d'une façon disproportionnée dans une communauté végétale. L'abondance des espèces varie le long de gradients environnementaux ou par rapport à des impacts sur l'environnement (INGRAM, 2008).

Les applications les plus communes de l'indice de SIMPSON incluent les comparaisons de différents assemblages de la communauté végétale à travers des emplacements dans un même écosystème, est écrit comme suit (INGRAM, 2008) :

$$DS = \sum_{i=1} [(n_i (n_i - 1)) / (N (N - 1))]$$

Où : N est le nombre total des individus dans un échantillon ;

n_i est le nombre d'individus de l'espèce i dans l'échantillon.

Plus la valeur de D est grande, plus est élevée l'équité de l'espèce dans tout l'échantillon, et comme la valeur de D diminue dans un échantillon, la dominance d'autres espèces serait prévue à augmenter (INGRAM, 2008).

L'indice de dominance de SIMPSON s'est avéré plus sensible pour détecter de petites différences entre les échantillons (INGRAM, 2008).

5. Exploitation des résultats par l'Analyse en composantes principales (ACP)

Est une méthode statistique essentiellement descriptive; son objectif est de présenter sous une forme graphique, le maximum de l'information contenue dans un tableau de données. Les données comportent n variables quantitatives. Les individus peuvent être représentés dans un espace à p dimensions (PHILIPPEAU, 1986).

Dans le présent travail des tests statistiques (d'ACP et de Corrélation) ont été procédés principalement pour le recouvrement de la végétation afin de faire sortir les groupes d'espèces ayant un même comportement.

CHAPITRE IV. RÉSULTATS ET DISCUSSION

L'objectif de la présente étude est de caractériser la pineraie de la région de Madna (*Djebel Madna*) par le biais de son cortège floristique et ce d'un point de vue composition floristique et structure de végétation.

Selon BARRY et CELLES (1972-1973) et sur des bases phytogéographiques (KAABECHE, 1990), la zone d'étude fait partie de :

- l'Empire Holarctis ;
- la Région Méditerranéenne ;
- la Sous-région Eu-Méditerranéenne
- le Domaine Magrébin Steppique ;
- le Secteur Saharo-Atlasique (de l'Atlas Saharien) ;
- le District Atlasique Naïli-Amourien (AS2).

1. Diversité et abondance des taxons

Les individus recensés se répartissent en 24 familles, 50 genres et 60 espèces (tab.6.7).

Tableau 6. Liste des familles avec le nombre de genres et d'espèces

Familles	Espèces	Genres	Familles	Espèces	Genres
Apiaceae	1	1	Fagaceae	1	1
Asparagaceae	1	1	Gentianaceae	1	1
Asteraceae	14	12	Geraniaceae	3	1
Boraginaceae	2	2	Lamiaceae	3	3
Brassicaceae	5	5	Papaveraceae	1	1
Caprifoliaceae	1	1	Pinaceae	1	1
Caryophyllaceae	1	1	Plantaginaceae	3	2
Cistaceae	5	3	Poaceae	5	4
Crassulaceae	2	2	Resedaceae	1	1
Cupressaceae	2	1	Rhamnaceae	1	1
Ephedraceae	2	1	Thymelaeaceae	1	1
Fabaceae	2	2	Zygophyllaceae	1	1

De point de vue richesse floristique, la station étudiée est floristiquement très riche selon l'échelle de DAGET et POISSONET (1991) avec un total de 60 espèces.

La famille des Asteraceae est la plus représentée avec 12 genres, suivie par les Brassicaceae 05 genres ; Cistaceae et Lamiaceae ont 03 genres chacune ; et 02 genres pour les familles Boraginaceae, Crassulaceae, Fabaceae, Plantaginaceae, le reste des

familles (15) sont représentées par un seul taxon chacune dont les Pinaceae, Dipsacaceae ... etc.

Le genre les plus présent est l'*Erodium* avec 3 taxons ; les genres *Artemisia*, *Cistus*, *Ephedra*, *Helianthemum*, *Juniperus*, *Launaea*, *Sedum*, *Plantago*, sont représentés par deux 02 espèces chacun, les autres genres restent monospécifiques citant *Alyssum*, *Pinus*, *Globularia*, *Calendula*... etc.

Tableau -7- Listes des espèces recensées avec leurs familles types biogéographiques et biologiques

[QUEZEL et SANTA (1962-1963) ; DOBIGNARD et CHATELAIN (2010-2013)]

[**T.bio. : Type biologique** Pha : Phanérophyte ; Cha : Chaméphyte ; Hém : Hémicryptophyte ; Géo : Géophyte ; Thé : Thérophyte ; **T.biog. : Type biogéographique** Méd : Méditerranéen ; M-A : Méditerranéo-Atlantique ; M-S-S : Méditerranéo-Saharo-Sindien ; M-O : Méditerranéo-Occidental ; M-M : Méditerrané ; C-B : Circum-Boréal ; I-T : Irano-Touranien ; H : Holarctique ; E-M : Euro-Méditerranéen ; E-A : Endémique Algérien ; M-I-T : Méditerranéo-Irano-Touranien ; END : Endémique ; P : Plurirégional

Espèces	T,Bio.	T,Biog.	Familles
<i>Alyssum granatense</i> Boiss. & Reut.	Thé	End.	Brassicaceae
<i>Anisantha rubens</i> (L.) Nevski	Thé	Méd	Poaceae
<i>Artemisia herba alba</i> Asso	Cha	Méd	Asteraceae
<i>Artemisia campestris</i> L.	Cha	Circu	Asteraceae
<i>Asparagus officinalis</i> subsp. <i>officinalis</i>	Géo	Eur	Asparagaceae
<i>Astragalus sinaicus</i> Boiss.	Thé	M-I-T	Fabaceae
<i>Atractylis cancellata</i> L.	Thé	Méd	Asteraceae
<i>Bombycilaena discolor</i> (Pers.) Laínz	Thé	Cosm.	Asteraceae
<i>Calendula arvensis</i> L.	Thé	Euro-M	Asteraceae
<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik.	Thé	Cosm	Brassicaceae
<i>Carum meifolium</i> (M. Bieb.) Boiss.	Hém	Eur	Apiaceae
<i>Centaurium erythraea</i> Rafn	Thé	Eur	Gentianaceae
<i>Cichorium intybus</i> L.	Hém	Eur-M	Asteraceae
<i>Cistus creticus</i> L.	Cha	Méd	Cistaceae
<i>Cistus libanotis</i> L.	Cha	Méd	Cistaceae
<i>Elytrigia repens</i> (L.) Desv. ex Nevski	Géo	Ho	Poaceae
<i>Ephedra alata</i> DC subsp. <i>alata</i> (Stapf) Trab.	Nan	M-I-T	Ephedraceae
<i>Ephedra major</i> Host	Nan	Méd	Ephedraceae
<i>Erodium triangulare</i> (Forsk.) Muschler	Thé	Méd	Geraniaceae
<i>Erodium laciniatum</i> (Cav.) Willd.	Thé	M-I-T	Geraniaceae
<i>Erodium trifolium</i> (Cav.) Guitt.	Thé	Méd	Geraniaceae
<i>Eruca vesicaria</i> (L.) Cav.	Thé	Méd	Brassicaceae

<i>Fumana scoparia</i> Pomel	Cha	Méd	Cistaceae
<i>Globularia alypum</i> L.	Cha	Méd	Plantaginaceae
<i>Helianthemum apenninum</i> subsp. <i>croceum</i> (Desf.) G.López	Cha	Euro-M	Cistaceae
<i>Helianthemum lippii</i> (L.) Dum.Cours.	Cha	M-S-S	Cistaceae
<i>Helichrysum stoechas</i> (L.) Moench	Cha	M-A	Asteraceae
<i>Hypocoum procumbens</i> L.	Thé	Eur	Papaveraceae
<i>Juniperus phoenicea</i> L.	Pha	Méd	Cupressaceae
<i>Juniperus oxycedrus</i> L.	Pha	Méd	Cupressaceae
<i>Lappula spinocarpus</i> (Forssk.) Asch. ex Kuntze	Thé	Méd	Boraginaceae
<i>Launaea fragilis</i> (Asso) Pau	Cha	M-S-S	Asteraceae
<i>Launaea lanifera</i> Pau	Cha	M-S-S	Asteraceae
<i>Leontodon saxatilis</i> subsp. <i>saxatilis</i> L.	Hém	Euro	Asteraceae
<i>Lomelosia stellata</i> (L.) Raf.	Thé	M-S-S	Caprifoliaceae
<i>Macrochloa tenacissima</i> (L.) Kunth	Hém	Méd	Poaceae
<i>Medicago laciniata</i> (L.) Mill.	Thé	Eur	Fabaceae
<i>Micromeria graeca</i> (L.) Benth. ex Rchb.	Cha	Méd	Lamiaceae
<i>Moricandia nitens</i> (Viv.) E.A.Durand&Barratte	Cha	Méd	Brassicaceae
<i>Nardus stricta</i> (L.) Boiss.	Thé	Méd	Poaceae
<i>Nasturtium officinale</i> (Rostk. Schmidt) Boiss.	Thé	M-S-S	Brassicaceae
<i>Neotoma apulum</i> (L.) I.M.Johnst.	Thé	Méd	Boraginaceae
<i>Pallenis spinosa</i> (L.) Cass.	Hém	Méd	Asteraceae
<i>Paronychia argentea</i> Lam.	Hém	Méd	Caryophyllaceae
<i>Picris hispanica</i> (Willd.) P.D.Sell	Hém	Euro	Asteraceae
<i>Pinus halepensis</i> Mill.	Pha	Méd	Pinaceae
<i>Plantago arenaria</i> Waldst. & Kit.	Thé	Eur	Plantaginaceae
<i>Plantago ciliata</i> Desf.	Hém	Méd	Plantaginaceae
<i>Poa bulbosa</i> L.	Hém	E-M	Poaceae
<i>Quercus ilex</i> L.	Pha	Méd	Fagaceae
<i>Reichardia tingitana</i> (L.) Roth	Thé	M-I-T	Asteraceae
<i>Reseda alba</i> L.	Thé	M-I-T	Resedaceae
<i>Rhamnus lycioides</i> L.	Nan	M-O.	Rhamnaceae
<i>Rosmarinus officinalis</i> L.	Nan	Méd	Lamiaceae
<i>Scorzonera undulata</i> Vahl	Géo	Méd	Asteraceae
<i>Sedum album</i> L.	Cha	Eur	Crassulaceae
<i>Sedum sediforme</i> (Jacq.) Pau	Cha	Méd	Crassulaceae
<i>Teucrium polium</i> L.	Cha	Méd	Lamiaceae
<i>Thymelaea passerina</i> (L.) Coss. & Germ.	Thé	Eur	Thymelaeaceae
<i>Tribulus terrestris</i> L.	Thé	Cosm	Zygophyllaceae

1.1. Diversité des familles

Quatre familles constituent près de 50 % du total des espèces sont les familles les plus représentées telles que les Asteraceae 23%, Poaceae, Brassicaceae, Cistaceae 08% chacune, puis les Lamiaceae, Plantaginaceae et Geraniaceae avec 05% de contribution. Les autres familles sont représentées à moins de 4% (Figure 16).

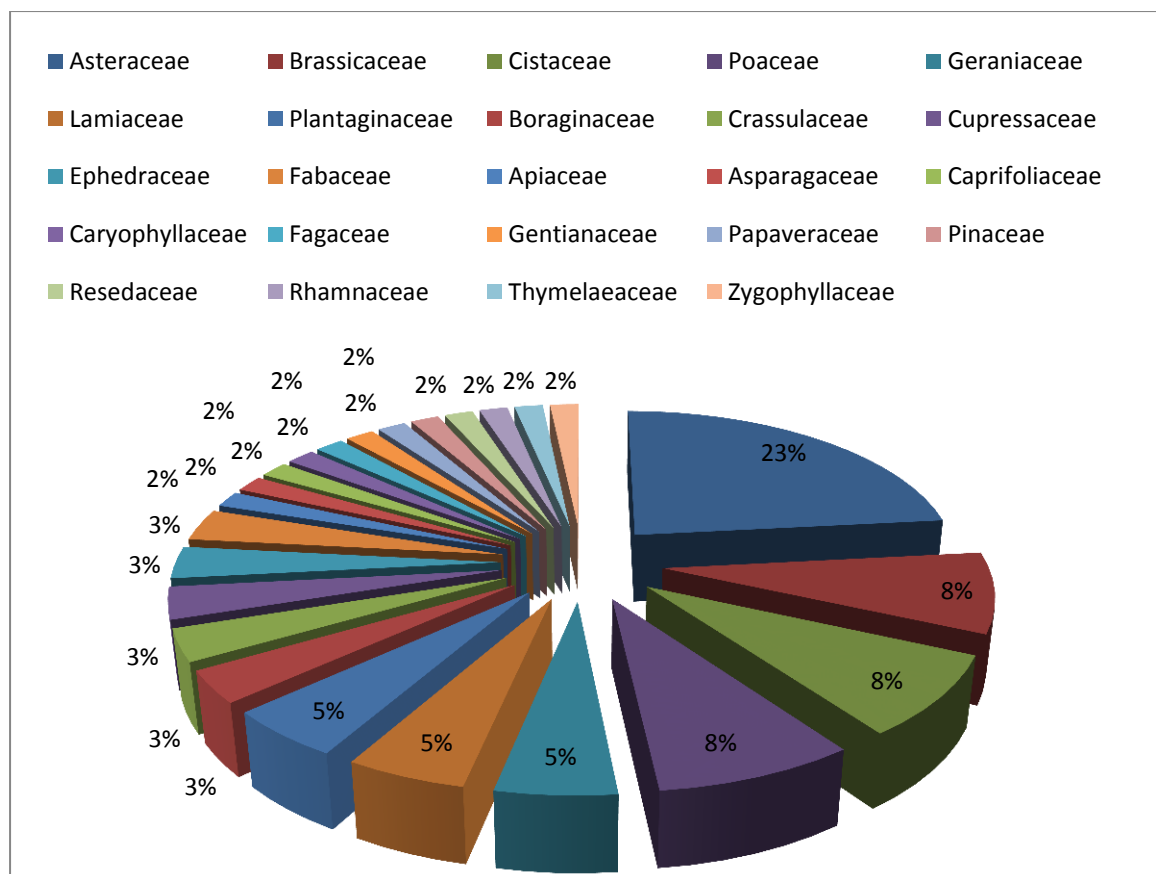


Figure 16. Contribution spécifique des familles

2. Spectre biogéographiques

L'élément phytogéographique correspond à «l'expression floristique et phytosociologique d'un territoire étendu bien défini; il englobe les espèces et les collectivités phytogéographiques caractéristiques d'une région ou d'un domaine déterminés» (BRAUN-BLANQUET, 1919 cité in KAABECHE, 1990).

Un spectre biogéographique a été établi à partir des listes floristiques des relevés (fig.17). Les pourcentages retenus correspondent aux regroupements des éléments : Cosmopolite (*Cosm.*), Méditerranéen (*Méd.*), Endémique Nord Africain (*E. N.A.*), Méditerranéen Occidental (*M. Occ.*), Circumboréal (*Circ.*), Méditerranéo-Irano-Touranien (*M-I-T*), Eurasiatique (*Eur*), Méditerranéo-Saharo-Sindien (*M-S-S*), Eurasiatique-Méridional (*Eur-M*), Européen (*Euro*), Européen-Méridional (*E-M*), Holarctique (*Ho*), Méditerranéen-Atlantique (*M-A*).

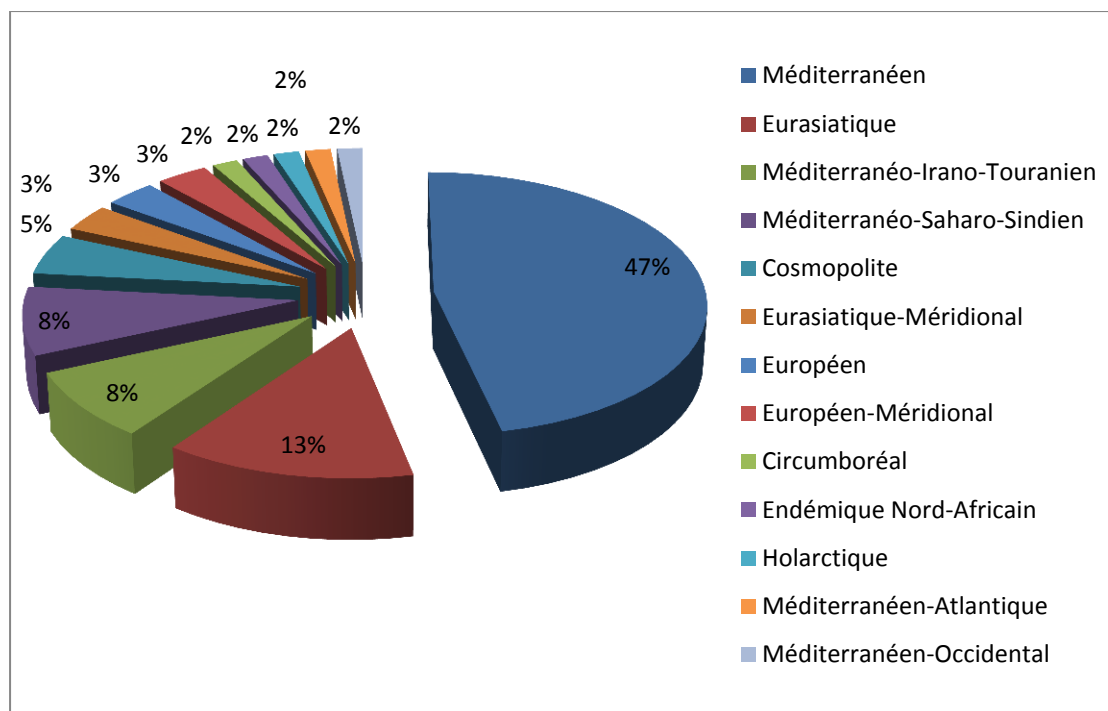


Figure17. Spectre biogéographique brut des espèces recensées

L'examen de la figure 17 montre une forte prédominance de l'élément méditerranéens avec de 47% dans le site de prélèvement. L'importance de cet élément peut s'expliquer par le fait que la zone d'étude s'est appartenu au domaine Maghrébin-Steppique auquel s'ajoutent des pénétrations méditerranéennes.

3. Spectres biologiques

Les «*formes biologiques*» (DELPECH et al, 1985) constituent un élément de référence intervenant dans la définition des formations végétales. Depuis le premier système de classification, purement descriptif, basé sur l'observation de la capacité d'une plante à fleurir et fructifier une ou plusieurs années successives, la plupart des auteurs ont tenté d'intégrer les variables écologiques dans les systèmes de classification proposés (GRISEBACH, 1872; WARMING, 1908; OZENDA, 1977 cités par KAABACH, 1990).

Toutefois, la classification la plus utilisée, celle de RAUNKIAER (1905, 1918) est de nature «morphologique». Permet de reconnaître, en ce qui concerne les «végétaux vasculaires», les 6 principaux types biologiques suivants: Phanérophyte, Nanophanérophyte, Chaméphyte, Hémicryptophyte, Géophyte, Thérophyte.

Cette classification a été depuis élargie à l'ensemble du Règne végétal (BRAUNBLANQUET, 1928; ROTHMALER, 1955 in KAABECHE, 1990); d'autre part, diverses catégories ont été définies à l'intérieur d'un même type (GODRON et al., 1968).

Selon la participation de chaque type biologique à l'ensemble de la flore, le spectre biologique peut être dressé et donne de précieuses indications sur la structure, la physionomie et les stratégies adaptatives de la communauté végétale (GILLET, 2000).

3.1. Spectre biologique simple

Un spectre biologique simple a été établi à partir des types biologiques des espèces recensées (fig.18). Ce spectre a été construit à partir du nombre d'espèces par chaque type biologique.

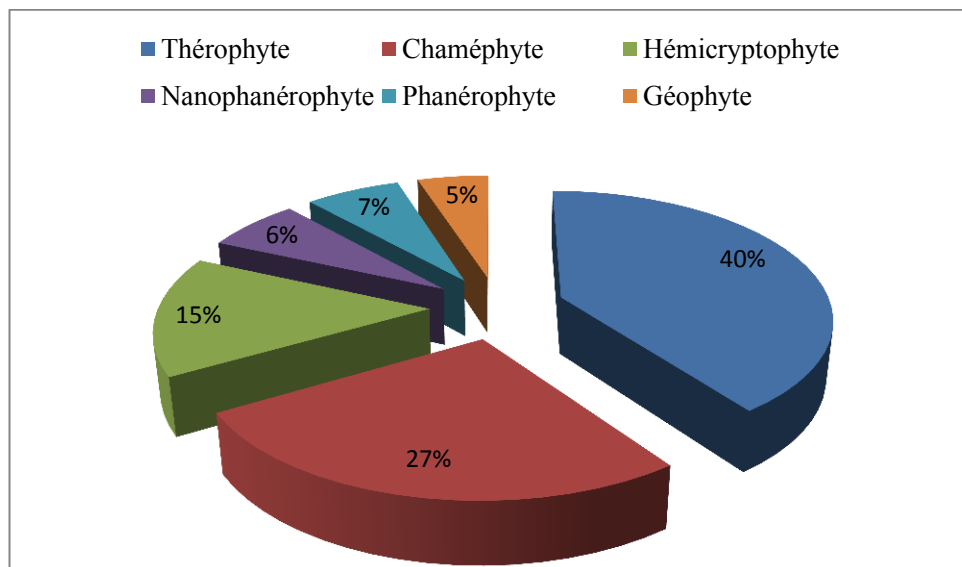


Figure18. Spectre biologique simple des espèces recensées

Le spectre biologique simple présenté (fig.18 ;) montre la prédominance les plantes vivaces (pérennes) plus de 50% dont les plus importantes sont les Chaméphytes 27%, et les Hémicryptophytes 15%, et les géophytes bisannuelles plus de 5% des types biologiques présents.

Les plantes annuelles thérophytiques occupent plus de 40% des types biologiques présents, Notons que la majorité des espèces recensées sont des espèces vivaces. Ces dernières, étant plus adaptées, se retrouvent de façon permanente dans le milieu, et traduisent au mieux les conditions écologiques.

3.2. Spectre biologique pondéré

Il est établi un deuxième spectre biologique *pondéré* obtenu à partir de la pondération des espèces avec le produit de leur fréquence relative ou de leur recouvrement moyen dans les relevés (GILLET, 2000). Le spectre présenté (fig.25), est construit à partir de la pondération de la contribution des espèces recensées avec le produit de leurs recouvrements afin de permettre une figuration de la structure physionomique de la végétation sujette.

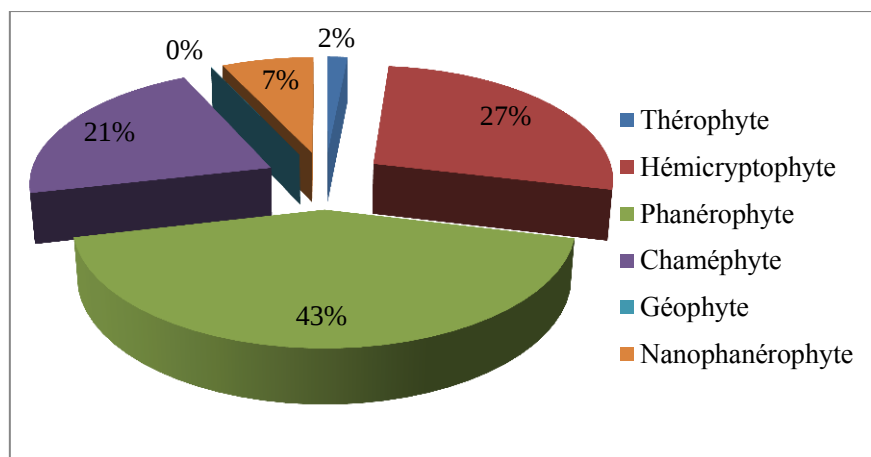


Figure19. Spectre biologique pondéré des espèces recensées

L'examen de la figure 19 montre la prédominance des Phanérophytes (43%) telles que *Pinus halepensis*, *Juniperus phænicea* et *Juniperus oxycedrus*. Cette dominance donne à la végétation une physionomie forestière par une strate arborée d'un couvert plus au moins clair à cause des éclaircies. Les Hémicryptophytes présentent 27% dont essentiellement *Plantago ciliata*, *Paronychia argentea*, *Macrochloa tenacissima*. Les Chaméphytes à 21% principalement *Artemisia sp.*, *Helianthemum lippii*, et *Cistus creticus*, et les Nanophanérophytes 7% par *Ephedra major* et *Rosmarinus officinalis*. Les Thérophytes 2% dont *Alyssum granatense*, *Anisantha rubens* et enfin les Géophytes très faiblement représentés 0.1% tels que *Asparagus officinalis*, *Scorzonera undulata*... etc.

4. Diversité spécifique

Les résultats de mesure des indices de diversité spécifique sont donnés dans le tableau 8.

Tableau 8. Richesse et diversité spécifique du site de prélèvement

S	Indice de MARGALEF
60	6.08

L'examen des résultats montre que la station étudiée est floristiquement très riche selon l'échelle de richesse floristique de DAGET et POISSONET (1991). La valeur de l'indice de MARGALEF augmente parce que la diversité est divisée par la densité. Cette augmentation est conforme aux prévisions de MARGALEF (1983) : lorsque la productivité diminue, la diversité augmente mais seulement jusqu'à un certain point au-delà duquel elle diminue de nouveau.

5. Etude de peuplements végétaux

Pour l'étude des peuplements végétaux, il sera présenté les résultats de mesure de la dominance, du recouvrement et de la densité des espèces végétales recensées. Les résultats des différents indices mesurés sont donnés ci-dessous (fig.20 et 21).

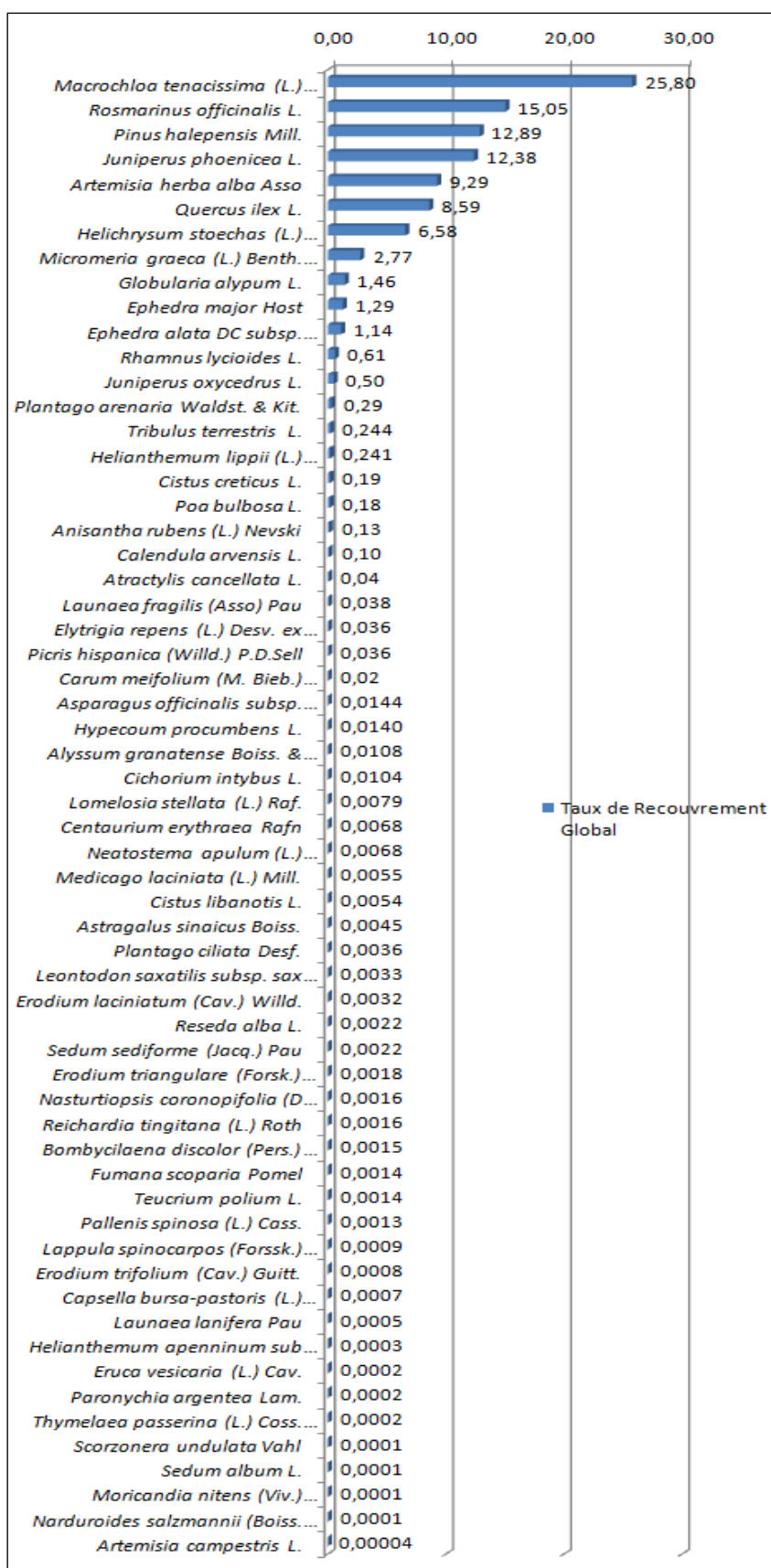


Figure 20. Taux de recouvrement et indice d'Abondance-Dominance des espèces recensées

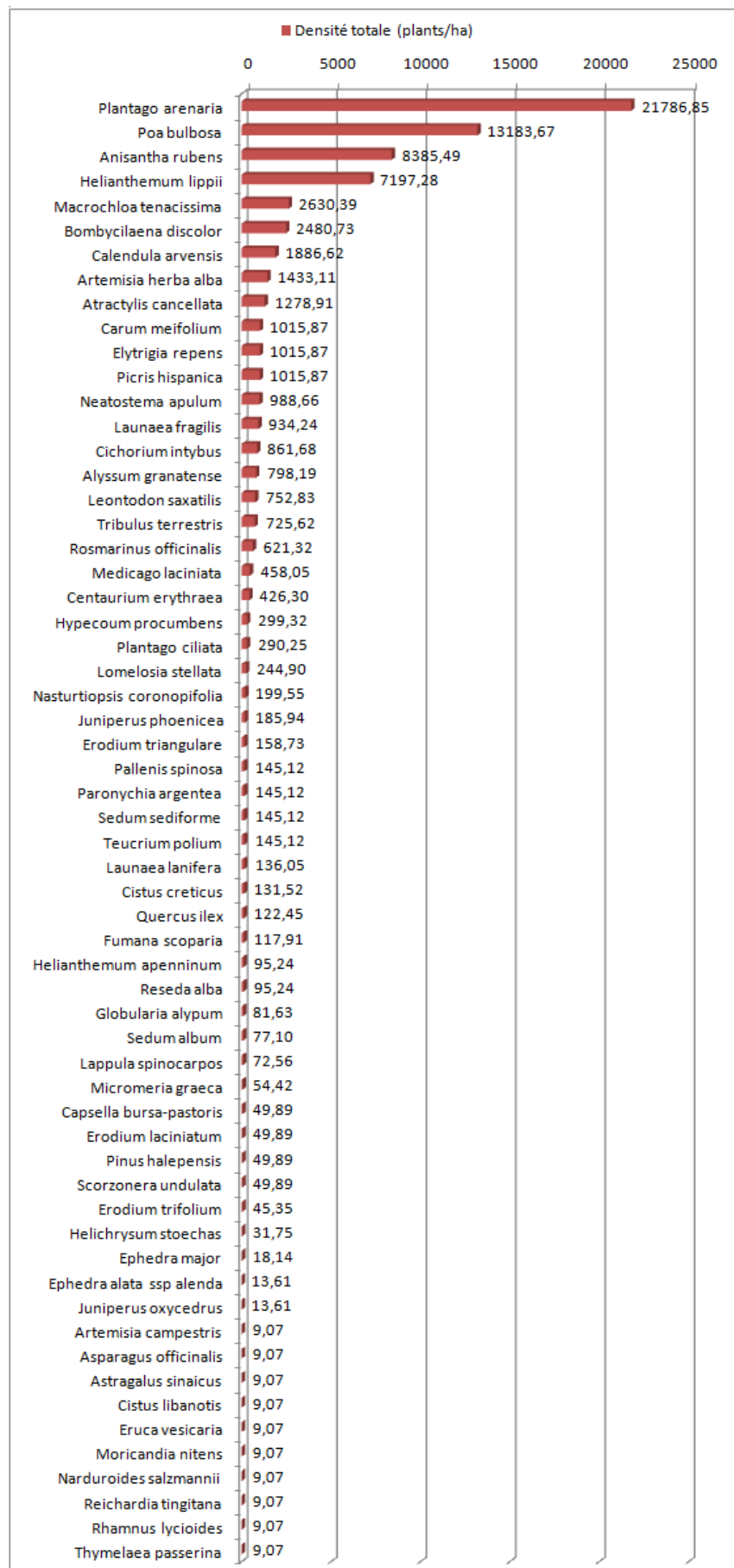


Figure 21. Densité des individus des espèces recensées

L'examen des figures 20 - 21 montre :

- Une forte dominance des touffes de *Macrochloa tenacissima* avec un taux de recouvrement de plus de 25% et une densité de plus de 2600 touffes/ha ; une dominance aussi notée pour les arbrisseaux de *Rosmarinus officinalis* avec 15% de taux de recouvrement et plus de 600 plants/ha de densité ;

- les arbres de *Pinus halepensis* et les arbustes de *Juniperus phoenicea* sont représentés avec des taux de plus 12% chacun et des densités respectivement de 50 et 186 plants/ha.

- une dominance plus au moins notée de l'arbre *Quercus ilex* avec un taux de recouvrement de près de 10% et une densité de plus de 120 arbres/ha ;

Les résultats des indices de sociabilité (Soc.) et de vigueur (Vig.) ainsi que les observations sur l'état phénologique des individus de quelques espèces rencontrées sont donnés dans le tableau suivant (tab.09) :

Tableau09 : Indices de vigueur et de sociabilité et état phénologique des individus (ozenda 1982).

Espèces végétales		Soc.	Vig.	E.Ph.
Arbres	<i>Pinus halepensis</i>	2	3	Fructifiés
	<i>Quercus ilex</i>	2	3	Fleuris
Arbustes	<i>Juniperus oxycedrus</i>	2	3	Fructifiés
	<i>Juniperus phoenicea</i>	2	3	Fructifiés
Arbrisseaux	<i>Rhamnus lycioides</i>	2	2	Feuillus
	<i>Rosmarinus officinalis</i>	2	3	Fleuris
Sous-arbrisseaux	<i>Ephedra alata</i> subsp. <i>alenda</i>	2	3	Feuillus
	<i>Ephedra major</i>	2	2	Feuillus
	<i>Globularia alypum</i>	2	2	Feuillus
Herbacés buissonnant	<i>Artemisia campestris</i>	2	3	Feuillus
	<i>Artemisia herba alba</i>	2	3	Feuillus
	<i>Asparagus officinalis</i>	2	3	Fleuris
	<i>Cistus creticus</i>	2	3	Fleuris
	<i>Helianthemum lippii</i>	2	3	Fleuris
	<i>Helichrysum stoechas</i>	2	2	Fleuris
	<i>Launaea fragilis</i>	2	3	Fleuris
	<i>Launaea lanifera</i>	2	3	Fleuris
	<i>Macrochloa tenacissima</i>	2	3	Feuillus
	<i>Moricandia nitens</i>	2	3	Fleuris
	<i>Teucrium polium</i>	2	2	Feuillus
	<i>Alyssum granatense</i>	2	3	Fleuris
Herbacés dressés	<i>Anisantha rubens</i>	2	3	Feuillus
	<i>Calendula arvensis</i>	2	2	Fleuris
	<i>Capsella bursa-pastoris</i>	2	3	Fleuris
	<i>Carum meifolium</i>	2	3	Fleuris
	<i>Centaureum erythraea</i>	2	3	Fleuris
	<i>Cichorium intybus</i>	2	3	Fleuris
	<i>Cistus libanotis</i>	2	3	Fleuris

	<i>Diplotaxis harra</i>	2	3	Fleuris
	<i>Eruca vesicaria</i>	2	2	Fleuris
	<i>Fumana scoparia</i>	2	3	Fleuris
	<i>Helianthemum apen. ssp. Croc.</i>	2	3	Fleuris
	<i>Lomelosia stellata</i>	2	3	Fleuris
	<i>Pallenis spinosa</i>	2	2	Fleuris
	<i>Plantago albicans</i>	2	3	Feuillus
	<i>Plantago arenaria</i>	2	3	Feuillus
	<i>Poa bulbosa</i>	2	3	Feuillus
	<i>Reseda alba</i>	2	2	Fleuris
Herbacés érigés	<i>Atractyliscancellata</i>	2	3	Fleuris
	<i>Bombycilaena discolor</i>	2	3	Fleuris
	<i>Neotostema apulum</i>	2	3	Fleuris
	<i>Sedum sediforme</i>	2	3	Feuillus
	<i>Erodium trifolium</i>	2	3	Fleuris
	<i>Leontodon saxatilis</i>	2	3	Fleuris
	<i>Leontodon saxatilis</i>	2	3	Fleuris
	<i>Picris hispanica</i>	2	2	Fleuris
	<i>Plantago ciliata</i>	2	3	Feuillus
	<i>Reichardia tingitana</i>	2	3	Fleuris
Herbacés rampants	<i>Astragalus sinaicus</i>	2	3	Fleuris
	<i>Erodium laciniatum</i>	2	3	Fleuris
	<i>Erodium triangulare</i>	2	3	Fleuris
	<i>Hypocoum procumbens</i>	2	3	Fleuris
	<i>Medicago laciniata</i>	2	3	Fleuris
	<i>Micromeria graeca</i>	2	2	Fleuris
	<i>Paronychia argentea</i>	2	3	Fleuris
	<i>Paronychia chlorothyrsa</i>	2	3	Fleuris
	<i>Sedum album</i>	2	3	Fleuris
	<i>Tribulus terrestris</i>	2	2	Fleuris

6. Analyse en composantes principales (ACP)

Des tests d'Analyse en Composante Principale et de Corrélations ont été procédés pour l'écoulement des espèces rencontrées avec les différents indices mesurés, les résultats obtenus sont présentés ci-dessous (fig.22).

L'examen de la figure (22) laisse tirer les remarques suivantes :

- l'affleurement de la Roche-Mère est significativement corrélé à l'élévation de la topographie.
- la richesse floristique (Rich.tot. et Rich.Margalef) est négativement corrélée à l'élévation et à l'affleurement de la Roche-Mère.
- le recouvrement de l'arbre sujet *Pinus halepensis*, semble être fortement corrélé à l'élévation et à l'affleurement de la Roche-Mère.
- le recouvrement de *Pinus halepensis* est plus élevé au sommet (25,65%) et en haut du versant (19,89%) contre (10,23%) à mi-versant et (2,08%) au bas-versant, cela

peut être dû au comportement de l'espèce elle-même, elle est indifférente à la nature de la Roche-Mère et s'accommode des sols les plus secs et plus rocheux (LOISEL, 1971).

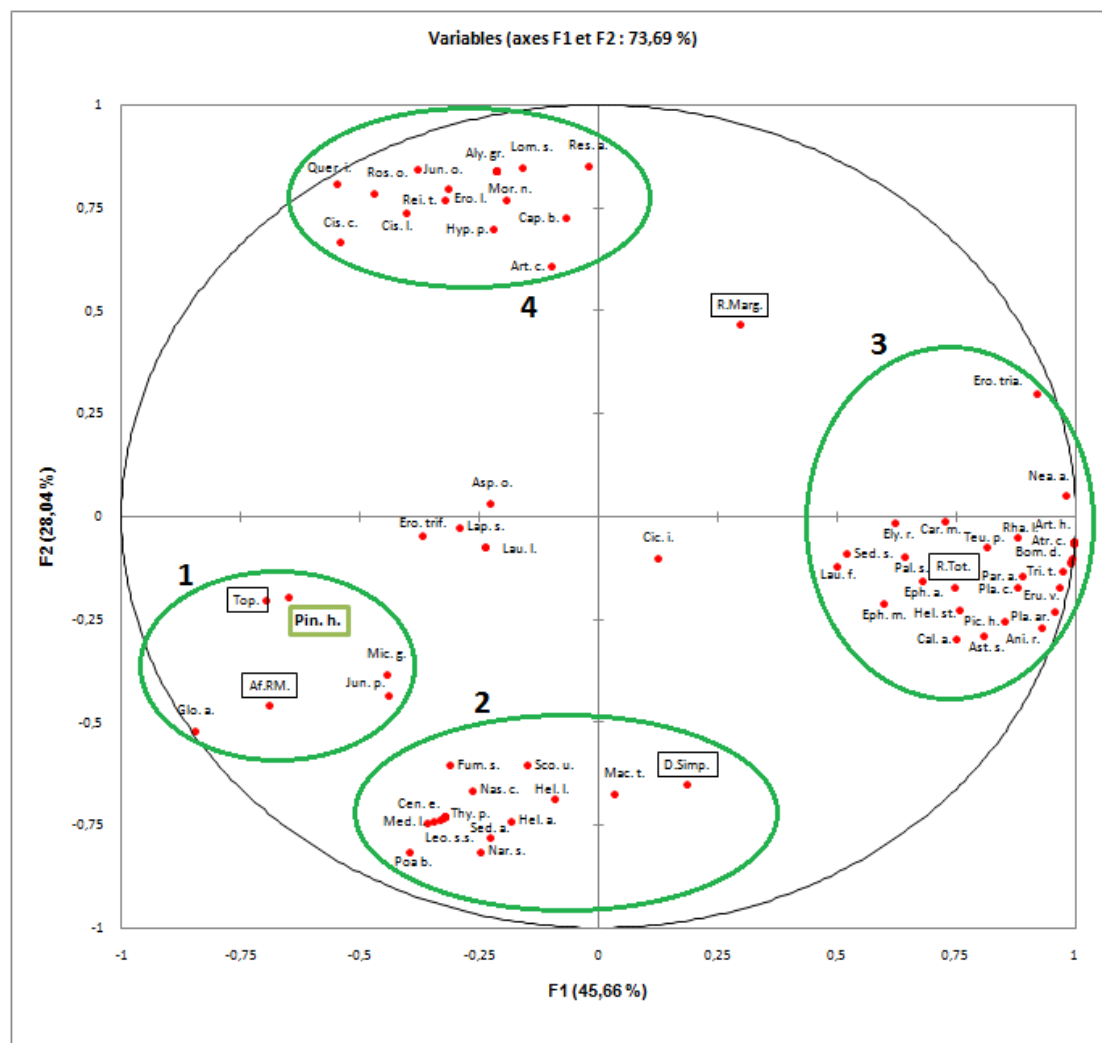


Figure 22 : Analyse en composantes principales (ACP)

Cet ACP permet de distinguer grossièrement quatre (04) groupes :

- **Groupe 1** : les espèces dont le comportement semble aller dans le même sens que *Pinus halepensis* : *Juniperus phœnicea*, *Globularia alypum*, *Micromeria graeca*.

- **Groupe 2** : les espèces qui sont positivement corrélées à l'affleurement de la R.M. plus qu'à l'élévation de la topographie : *Fumana scoparia*, *Centaureum erythraea*, *Helianthemum apenninum subsp. croceum*, *Helianthemum lippii*, *Leontodon saxatilis subsp. saxatilis*, *Macrochloa tenacissima*, *Medicago laciniata*, *Narduroides salzmännii*, *Nasturtiopsis coronopifolia*, *Poa bulbosa*, *Scorzonera undulata*, *Thymelaea passerina*, *Sedum album*.

- **Groupe 3** : les espèces qui semblent être négativement corrélées aux groupes précédents et négativement corrélées à l'élévation de la topographie et à l'affleurement de la R.M. : *Anisantha rubens*, *Artemisia herba alba*, *Atractyliscancellata*, *Bombycilaenadiscolor*, *Calendula arvensis*, *Carummeifolium*, *Elytrigia repens*, *Ephedraalatasubsp. alenda*, *Ephedra major*, *Eruca vesicaria*, *Helichrysum stoechas*, *Launaeafragilis*, *Pallenis spinosa*, *Paronychia argentea*, *Picris hispanica*, *Plantago ciliata*, *Plantago arenaria*, *Rhamnus lycioides*, *Teucrium polium*, *Tribulus terrestris*, *Neatostema apulum*, *Erodiumtriangulare*, *Sedum sediforme*.

- **Groupe 4** : les espèces qui sont moins différentes à l'élévation de la topographie mais qui sont négativement corrélées à l'affleurement de la R.M., sont : *Alyssum granatense*, *Artemisia campestris*, *Capsella bursa-pastoris*, *Cistus creticus*, *Cistus libanotis*, *Erodium laciniatum*, *Hypocoum procumbens*, *Lomelosiastellata*, *Moricandia nitens*, *Reichardia tingitana*, *Quercus ilex*, *Rosmarinus officinalis*, *Reseda alba*, *Juniperus oxycedrus*.

Les espèces au centre du graphique telles que : *Erodium trifolium*, *Asparagus officinalissubsp. officinalis*, *Cichorium intybus*, *Lappula spinocarpos*, *Launaea lanifera*, semblent indifférentes à l'élévation de la topographie et à l'affleurement de la Roche-Mère.

7. Caractérisation de la formation végétale étudiée

L'étude de notre formation végétale par le biais de son cortège floristique laisse tirer de point de vu *composition floristique* et *structure de végétation* les résultats suivants :

- La formation végétale étudiée est floristiquement très riche avec 60 espèces se répartissant en 24 familles et 50 genres ; (*composition*)
- De point de vue phytogéographique, l'élément méditerranéen est hautement le plus abondant ; (*composition*)
- Les familles les plus représentées sont les Asteraceae, Brassicaceae, Cistaceae et les Poaceae ; (*composition*)
- Les genres les plus abondants sont : *Juniperus*, *Pinus*, *Ephedra*, *Rosmarinus*, *Artemisia*, *Macrochloa*, *Helianthemum*, *Plantago*, *Helichrysum* ; (*composition*)
- Le pourcentage des phanérophytes, des hémicryptophytes et des chaméphytes semble élevés, alors que celui des éphytes et des nanophanérophytes est réduit ; (*structure*)

- Forte dominance des plantes buissonnantes, tels que des arbrisseaux (*Rosmarinus officinalis*... etc.) et des herbacés (*Artemisia campestris*... etc.) ; (structure)

8. Bilan diagnostique de la formation végétale

Elle est principalement arbustive et buissonnante et typiquement méditerranéenne. Constituant un véritable *matorral arboré haut et moyen* qui s'établit selon KADIK (1987) sur un substrat siliceux très rocheux, un sol peu profond à faible taux d'humus (un *maquis*) ;

Sur la base des résultats obtenus ainsi que sur les travaux de nombreux auteurs sur la phytoécologie des groupements végétaux de la région méditerranéenne (RIVAS-MARTINEZ, 1975 ; QUEZEL & BARBERO, 1986 ; QUEZEL & *al.*, 1987 ; DJEBAILI, 1990 ; BENABID, 2000) : du point de vue phytosociologique les groupements relatifs à ces formations de *Pinus halepensis* Mill., relèvent de :

- La Classe des *Quercetea ilicis* (Br.-Bl. ex A. BOLOS et O. BOLOS 1950)
- L'Ordre des *Pistaciolentisci-Rhamnetalia alaterni* (RIVAS-MARTINEZ 1975)
- L'Alliance : *Pino halepensis-Quercion rotundifoliae* (DJEBAILI 1978)

Sont des groupements préforestiers des sommets de l'Atlas saharien, xériques, en ambiance bioclimatique semi-aride à hiver froid (DJEBAILI, 1978, 1990). Les espèces caractéristiques et différentielles sont : *Pinus halepensis*, *Juniperus oxycedrus*, *Phillyrea angustifolia*, *Asparagus acutifolius*, *Cistus villosus*, *Teucrium pseudochamaepitys*, *Leuzea conifera* (DJEBAILI, 1978, 1990).

- L'association *Dorycniosuffruticosi-Pinetum halepensis* DJEBAILI 1978

Pinèdes denses à Pin d'Alep et Chêne vert des sommets et des hauts versants de l'Atlas saharien (Senalba, Djebel Amour, Aurès), localisées entre 1000 et 1800 m d'altitude, du semi-aride supérieur voire au subhumide frais et froid [AS2, AS3] (DJEBAILI, 1978, 1990).

Cette formation végétale résulte de la dégradation avancée d'une forêt de *Quercus ilex*, elle est d'origine anthropozoïque et peut passer progressivement à la formation de la garrigue (*matorral moyen et ouvert* sur un substrat calcaire). Cette dégradation est mise en évidence par la chaméphytisation et la thérophytisation progressive de la végétation, et par les nombreuses infiltrations steppiques telles que : *Artemisia sp.*, *Macrochloa tenacissima*, *Paronychia argentea*, *Bombycilaena discolor*, *Plantago albicans*.

Les espèces liées à cette forêt présteppique sont celles de la classe *Quercetea ilicis* (QUEZEL, 1978) : *Quercus ilex*, *Juniperus phœnicea*, *Juniperus oxycedrus*, *Rosmarinus officinalis*, *Sedum sediforme*, *Globularia alypum*, *Helianthemum* sp., *Teucrium polium*...etc. et celles du groupement des steppes arborées à *Juniperus phœnicea* et *Macrochloa tenacissima*, effectivement GAOUAR (1980) considère que «l'Alfa est un stade ultime de dégradation de l'*ilex*».

CONCLUSION

L'étude recherche à caractériser la formation végétale de Pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.) par le biais de son cortège floristique de points de vue composition et structure ; La méthodologie adoptée est celle de l'échantillonnage systématique, et est orientée sur la réalisation des relevés phytoécologiques et sur le traitement des résultats par l'application d'indices écologiques.

Les résultats obtenus laissent apparaître que la formation végétale étudiée est typiquement méditerranéenne contenant de nombreuses infiltrations steppiques, elle est principalement arbustive et buissonnante, donnant la physionomie d'un véritable matorral moyen et ouvert qui s'établit sur un substrat siliceux très rocheux, un sol peu profond à faible taux d'humus (un *maquis*). Floristiquement elle est très riche avec 60 espèces se répartissant en 24 familles et 50 genres dont les familles les plus représentées sont les Asteraceae et les Poaceae, les Brassicaceae, Cistaceae.

Le recouvrement de *Pinus halepensis* Mill. est plus élevé au sommet et en haut du versant par rapport à la mi-versant et au bas-versant, cela est dû au comportement de l'espèce-même, elle est indifférente à la nature de la Roche-Mère et s'accommode des sols les plus secs et plus rocheux.

Ce type de formation végétale résulte de la dégradation avancée des forêts de *Quercus ilex*, elle est d'origine anthropozoïque et peut passer progressivement à la formation de la garrigue. Cette dégradation est mise en évidence par la chaméphytisation et la thérophytisation progressive de la végétation, et par les nombreuses infiltrations steppiques telles que : *Artemisia* sp., *Macrochloa tenacissima*, *Paronychia argentea*, *Bombacillaenadiscolor*, *Plantago albicans*.

L'étude phytoécologique est d'une importance primordiale dans la connaissance de la composition floristique, la dynamique et la structure des végétations forestières de la région de Djebel Amour compte tenu de leur dégradation alarmante. De ce point de vue, l'étude de *Pinus halepensis* Mill. qui constitue la seule espèce arborée omniprésente dans toute la région mérite des études plus approfondies et pointues.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. **ABED, 1982.** Lithostratigraphie et sédimentologie du Jurassique moyen et supérieur du Djebel Amour (Atlas saharien). Thèse 3^{ème} cycle, Univ. de Pau. 242 p.
2. **AIDOU A., 1983 :** Contribution à l'étude des écosystèmes steppiques du Sud-Oranais. Thèse 3^{ème} cycle, Univ. d'Alger. 257 p.
4. **AIDOU A., 1994:** Pâturage et désertification des steppes arides d'Algérie, cas des steppes d'alfa (*Stipa tenacissima*). Paraleo. 37 p. 33-42 pp
5. **ACHERAR M. 1981.** La colonisation des friches par le pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.) dans les basses garrigues du Montpellier. Thèse de doctorat, USTL Montpellier, 210 p.
6. **ACHERAR M., LEPART J. & DEBUSSCHE M. 1984.** La colonisation des friches par le pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.) en Languedoc méditerranéen. *Oecologia Plantarum* 5 (19) : 179-189
7. **ANDRE, 1991** Les pages entomologiques d'André Lequet : La chenille processionnaire du Pin, (1991). <http://perso.wanadoo.fr/insectes.net/pdf>.
8. **AOUNI, 1980** EL AOUNI, M, (1980). Processus déterminant la production du Pin d'Alep. Photosynthèse, croissance, répartition des assimilés. Thèse de l'Université de Paris VI, 164 p.
9. **AUBERT G., 1976** - Les Ericacées en Provence. Répartition, édaphologie, phytosociologie, croissance et floraison, Thèse Doct. ès Sciences, Université d'Aix-Marseille III. 283 p.
10. **BETTATHAR, 2009** BETTAHAR A. (2009) Les accidents majeurs de l'Atlas saharien central et les structures associées. Thèse de Doctorat d'Etat, Univ. H. BOUMEDIENE, Alger, 210 pp.
11. **BARBERO (1990)** BARBERO M. (1990) Méditerranée : bioclimatologie, sclérophylle, sylvigénèse. *Ecologia Mediterranea* ; XVI : 1-12.
12. **BARBERO M., QUEZEL P. ET LOISEL R., 1990** - les apports de la phytoécologie dans l'interprétation des changements et perturbations induits par l'homme sur les écosystèmes forestiers méditerranéens. *Forêt méditerranéenne*. Xii. Pp 194-215.
13. **BEDEL J. (1986):** Aménagement et gestion des peuplements de pin d'Alep dans la zone méditerranéenne française. Options méditerranéennes. Série d'étude CIHEAM 86/1, 127-156
14. **BENABID A. 1984-** Etude phytoécologique des peuplements forestiers et préforestiers du Rif centre-occidental (Maroc), Trav . Inst. Sc., Sb. bot. N 34, Rabat, 64 p.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

15. **BOUDY, 1950** Boudy, P, (1950).Economie forestière Nord Africaine, Monographie et traitement des essences forestières - Essences résineuses Tome II, fasc. II ;pp .639-681.
16. **BOUDY P., 1955** - economie forestière nord-africaine. Tome 4 : description forestière de l'algérie et de la tunisie. Larose, paris, 483 p.
17. **BOWEN, 1973** Bowen, G.D (1973). Dans: Ectomycorrhizae - Their Ecology and Physiology. Marks, G.D. Kozlowski, T.T (éds) .Academic Press, New York, pp.151-205.
18. **BENTOUATI A. (2006)**, croissance, productivité et aménagement des forêts de pin d'alep (*pinus halepensis m.*) Du massif d'ouled yagoub (khenchela-aurès). Thèse de doctorat d'état en sciences agronomiques. Université colonel el hadj lakhdar, batna, algérie. P 119.
19. **BRAUN-BLANQUET J., 1964-** Pflanzensoziologie. Grundzuge der vegetationskunde. Springer-Verlag, Wien and New York,865p.
20. **BRAUN-BLANQUET J., 1952** - phytosociologie appliquée. Comm. S.g.m.a. n° 116.
21. **COUHERT B. & DUPLAT P. 1993.** Le Pin d'Alep. Rencontres forestiers-chercheurs en forêt méditerranéenne. La Grande-Motte (34), 6-7 octobre 1993. Ed. INRA, Paris 1993. (Les colloques n° 63), 125-147.
22. **DAGET P. ET POISSONET J., 1997-** biodiversité et végétation pastorale. Revue elev. Med. Vet., pays tropages., 50 (2) : 141-144.
23. **DAHMANI M., 1996** : diversité biologique et phytogéographique des chênaies vertes d'algérie. Ecologia mediterranea xxii (3-4), pp : 10- 38.).
24. **DAJOZ, R., 2006** :Précis d'écologie.8ème Ed. Paris : Gautier-Villars.503p
25. **DESPOIS, 1957** DESPOIS J. (1957) Le Djebel Amour (Algérie). Publications de la faculté des lettres d'Alger. II^e série - Tome XXXV. 158p.
26. **DAGET, 1977** DAGET, ph,(1977). Le bioclimat méditerranéen : caractères généraux, modes de caractérisation. Végétation, 34, 1, 1-20.
27. **DILEM, 1992** Dilem A. (1992). Contribution à l'étude de déterminisme de quelques propriétés de base du bois de Pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.).

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 28. DELPECH R., DUME G. ET GALMICHE, 1985-** typologie des stations forestières, vocabulaire. Inst. Dével. Fores., minist. Agr., direction des forêts, 243 p. Dendrométrie, morphologie thèse doct. Etat. Aix-marseille iii. 313 p
- 29. DAHMANI M.M., 1997.** Le chêne vert en Algérie. Syntaxonomie, phytoécologie et dynamique des peuplements. Thèse Docteur en Sciences, USTHB, Alger, 383 p.
- 30. DJEBAILLI S, 1978 :** recherche phytosociologiques et phytoécologiques sur la végétation des hautes plaines steppiques et de l'Atlas Saharien Algérien. Thèse de Doctorat : Université de science et technologie de Montpellier. 200 p
- 31. D.G.F., 2000) :** DIRECTION GÉNÉRALE DES FORÊTS
- 32. D.G.F., 2005) :** DIRECTION GÉNÉRALE DES FORÊTS
- 33. (D.G.F., 2013) :** DIRECTION GÉNÉRALE DES FORÊTS : rapport annuel 2013 (conservation des forêts de la wilaya de Laghouat)
- 34. DICASTRI F., 1981:** ecosystems of the world 11: mediterranean - type shrublands, pp: 1-52
- 35. DJEBAILI S. 1984.** Steppes algériennes : phytosociologie et écologie, opu, alger. 177p.
- 36. DOBIGNARD ET CHATELAIN ,2010-2013** Dobignard, A. & C. Chatelain (2010-2013) Index synonymique et bibliographique de la flore d'Afrique du Nord. vol. 1-5. "Base de données des plantes d'Afrique (version 3.4.0). Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève and South African National Biodiversity Institute, Pretoria".
- 37. DSF, 2015.** Direction générale des forêts 2015
- 38. EMBERGER L., 1955 :** une classification biogéographique des climats. Trav. Ins.Bot. Montpellier. 7, pp : 3- 43
- 39. DURANTON J. ET AL, 1982-**Manuel de prospection acridienne en zone tropicale sèche. Ed.
- 40. EVRARD C., 1968,** Recherche écologique sur les peuplements forestiers des sols hydromorphes de la cuvette centrale congolaise, INEAC, Colonie Belge, 295 pages.
- 41. FLOHN H ET KATTATA M., 1971:** étude des actions climatiques de l'actions du sahara tunisien. Note tech. n°116.o.m.m. Genève, 20

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 42. FLORET CH ET PONTANIER R., 1982.**-L'aridité en Tunisie présaharienne. Trav. Et Doc de l'ORSTOM, N° 150, Paris, 580p p
- 43. GHAZI A. et LAHOUATI R., 1997-** Algérie 2010. Sols et ressources biologiques. Inst.
- 44. GILLET F., 2000-** la phytosociologie synusiale integree. *Guide méthodologique*. Documents du laboratoire d'écologie végétale et de phytosociologie. Doc.1. Mars 2000, 1^{ère} édition, univ. Neuchâtel – inst. Bot. Suisse : 68 p.
- 45. GOUNOT M., 1969** - méthodes d'études quantitatives de la végétation. Masson et cie. Paris. 314 p.
- 46. GODRON M.1995** : L'écologie des parcours. Pastoralisme : Troupeaux, espaces et sociétés. Hatier - Aupelf .UREF. Hérissé. France.; 590p.
- 47. GROSSE, 1983)** Grosse, H.L. (1983). Negligiblecull and growthloss of jack pine associatedwithglobosegallrust. Forestry Chronicle 59, 308-311.
- 48. IKERMOUD M., 2000** – Evaluation des ressources forestière nationales. Alger, DGF, 39p.
- 49. INGRAM J. C., 2008-** Berger- Parker Index. Encyclopedia of Ecology. The Earth Institute at Columbia University, New York, ed. Elsevier , N.Y.,USA : 339-346.
- 50. KAABECHE M., 1990-** les groupements végétaux de la région de bou-saada. Essai de synthèse sur la végétation steppique du maghreb. Th. Doct. Es sce., univ. Paris-sud., fac. Sces, orsay, 134 p.
- 51. KAABACHE M. 1995.** Les forêts de pin d'Alep de l'Atlas saharien (Algérie). Essai de synthèse phytosociologique par application de techniques numériques d'analyse. *Docu. Phytoso.* N° spé 15 : 235-251. Camérino, Italia
- 52. KADIK (1983)** KADIK B. (1983) Contribution à l'étude du Pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill) en Algérie. Ecologie, dendrométrie, morphologie, OPU, Alger, 581p.
- 53. KADIK B. 1987.** Contribution à l'étude du pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill) en Algérie : Ecologie, Dendrométrie, Morphologie. Office des publications universitaires (Alger). 585 p.
- 54. (KOUIDRI, 2013)** KOUIDRI M. (2013) Contribution à l'étude de l'avifaune nicheuse de la région de l'Atlas saharien. Doc. Bio. Animale ; Univ. Badji Moktar Annaba.
- 55. LEMEE G., 1967-** Précis de la biogéographie. Masson et Cie, 285 p.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 56. LEUTRECH, 1982** Leutrech N.B, (1982) . Cours de sylviculture approfondie 4^{ème} année foreêt.Inst. Nat.agro. Alger.22 pages.
- 57. L'IONESCO,T. et SAUVAGE CH., 1962** - Les types de végétation du Maroc : essai de nomenclature et de définition. Rev. Géogr. Maroc 1-2. pp 75-86.,
- 58. LONG.G, 1960.** Les terrains de parcours de plaines, de plateaux et de basses montagnes dans la région méditerranéenne (extrait de fourrage n°4 pp97-127).
- 59. LE HOUEROU H. N. 1969.** La végétation de la Tunisie steppique. *Ann. Inst. Nat. Rech. Agron. Tunisie*, 42 (5), 624 p.
- 60. LE HOUEROU H.N, 1995:** bioclimatologie et biogéographie des steppes arides du nord de l'afrique. Diversité biologique, développement durable et désertification. Option méditerranéenne. Série b : études et recherches n 10 ; cheam. Montpellier, 397 p.
- 61.LE HOUEROU H.N., 1971** - les bases écologiques de la production pastorale et fourragère en algérie. F.a.o. rome. 60 p.
- 62. LE HOUEROU H.N., 1990** : définition et limites bioclimatiques du sahara sécheresse. 1(4), pp = 246- 259.
- 63.LOISEL R., 1971** - Séries de végétation propres en Provence aux massifs des Maures et de l'Estérel. Bull. Soc. Bot. de France, 118, p. 203-236.
- 64.LOISEL R. 1976.** Place et rôle des espèces du genre *Pinus* dans la végétation du sud-est méditerranéen Français. *Ecologia Mediterranea* 2 : 131-152.
- 65 MATHIEU .A.,1897** - *Flore forestière*. 4ème édition, (revue par P. Fliche. Paris).
médit, (10):pp 1-397
- 66. MEDDOUR, 1983)** Meddour H, (1983). Contribution à l'étude de la croissance de *Pinushalepensis* Mill en relation avec les groupements végétaux dans la forêt de Bainem. ThèseIng. Agron.INA 62pages.
- 67. MELZI S., 1986.**-Approche phytoécologique du processus de la désertification dans un secteur présaharien : Messaad-Djelfa. Thèse. Mag.USTHB. Alger.133 p.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 68. NAHAL, 1962** NAHAL, I. (1962). Le Pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill). Etude taxonomique, phytogéographique, écologique et sylvoécon. Annales de l'Ecole Nationale Eaux et Forêts. Nancy 19, no 4, pp.1-207.533-627
- 69. NAHAL, 1974** NAHAL,I.(1974). Taxonomie et aire géographique des du groupe *halepensis*. Extra. Biol. Ecol. Med, 'l, pp.1-10.
- 70. NAHAL I. 1986.** Taxonomie et aire géographique des pins du groupe *halepensis*. CIHEAM-Options Méditerranéennes. N° 1, pp. 1-9
- 71. NEDJRAOUI D., 2003:** country pasture , forage resource profiles . Ed. Fao. Grassland and pasture crops algérie, pp: 1-29.
- 72. OTEDD 2005.** Guide forêts durables édition : novembre 2005/ministère de l'environnement et du développement durable/agence nationale de protection de l'environnement/observatoire tunisien de l'environnement et du développement durable.
- 73. OZENDA P., 1977 :** flore du sahara. 2^{ème} edition. Cnrs. Paris, 622p.
- 74. OZENDA P., 1982-**Les végétaux dans la biosphères. Ed. Doin éditeurs, Paris, 431 p.
- 75. OZENDA P., 1994-** végétation du continent européen de la chaux et niestlé. Lausanne. Paris, 271 p.
- 76. (OEPP/CABI, 1996)** OEPP/CABI (1996). *Cronartium coleosporioides*. In : Organismes de Quarantaine Pour l'Europ. 2ème édition CAB INTERNATIONAL, Wallingford, Royaume-Uni.
- 77.O.N.M, 2013.** Office National de Météorologie. Wilaya de Laghouat. 5 p.
- 78.O.N.M., 2008-** Bulletin d'informations climatiques. Ed. Office National Meteorologique, Ouargla, 5 p.
- 79. PONS A., 1981-** the history of the mediterranean shrublands. R. C (eds). Elsevier. Amsterdam, p: 52.
- 80. PONS A. ET QUEZEL P., 1985 -** The history of the flora and vegetation and past and present human disturbance in the mediterranean region. In: C. Gomez-Campo (éd.). Plant conservation in the Mediterranean area. Geobotany 7. pp. 25-43. W. Junk, Dordrecht. PaysBas.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 81. QUEZEL, 1979)** QUEZEL, P. (1979). Les forêts du pourtour méditerranéen. Notes tech.M.A.5. 2, U.N.E.S.C.O. paris, 9-34.
- 82. (QUEZEL, 1978)** QUEZEL, P. ; BARBERO, M. ; AKMAN, Y. (1978). Interprétation phytosociologique des groupements forestiers dans de bassin méditerranéen oriental. Doc. Phytosoc. Lille, II, 329-352.
- 83. (QUEZEL, 1980)** QUEZEL, P. ; BARBERO, M ; AKMAN, Y. (1980).Contribution à l'étude de la végétation forestière d'Anatolie septentrionale. Vol. 8, no 314, pp.365-519.
- 84. (QUEZEL, 1983)** QUEZEL, P. (1983). Problemes of dynamic in mediterranean forest. Lazaroa, 5,25-32, Madrid.
- 85. QUEZEL et BARBERO, 1990)** Pierre QUEZEL & Marcel BARBERO, Les forêts méditerranéennes problèmes posés par leur signification historique, écologique et leur conservation. Acta Botánica Malacitana, 15: 145-178 Málaga, 1990.
- 86. QUEZEL P. & BARBÉRO M. 1992.** Le pin d'Alep et les espèces voisines : répartition et caractères écologiques généraux, sa dynamique récente en France méditerranéenne. *Forêt Méditerranéenne* □III (3) : 158-170.
- 87. QUEZEL P. & MÉDAIL F. 2003.** Écologie et biogéographie des forêts du bassin méditerranéen. Éditions scientifiques et médicales Elsevier SAS. Paris, pp. 28-125, 571p.
- 88. QUEZEL P. & BARBERO M., 1986.** Aperçu syntaxonomique sur la connaissance actuelle de la classe des Quercetea ilicis au Maroc. Ecol. Medit., 12 (3-4): 105-112.
- 89. QUEZEL P., BARBERO M. & BENABID A., 1987.** Contribution à l'étude des groupements forestiers et pré-forestiers du Haut Atlas oriental (Maroc). Ecol. Médit., Marseille, 13 (1/2), pp. 107-117.
- 90. QUEZEL P. ET SANTA S., (1962 -1963)** - nouvelle flore de l'algérie et des régions désertiques méridionales. C.n.r.s. paris. 2 vols. 1170 p.
- 91. TRACHAUD L., 1994:** post fire plant community dynamics in the mediterranean bassin. Univ. Moreno v.m et oechel n.c (eds).the role of the fire in mediterranean. Type ecosystems , pp 1-15..
- 92. RAMADE F., 2008** - dictionnaire encyclopédique des sciences de la nature et de la biodiversité. Ed. Dunod, paris, 737 p.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 93. RAUNKIARE, C.1934** : recherches statistiques sur les formations végétales. *Del.Kgl. Danske . Vidsensk. Selskab., Biol.Med.*, vol.1, 3-80 pp.
- 94. RIVAS-MARTINEZ S. & RIVAS GODAY S., 1975.** Schéma syntaxonomique de la classe des Quercetea ilicis dans la péninsule Ibérique. In: La flore du bassin méditerranéen : essai de systématique synthétique, Coll. Intern. du CNRS, 235, pp. 431-445.
- 95.SEIGUE A 1985.**la forêt circum méditerranéenne et ses problèmes. Maisonneuve et Larose edition. Paris. 502p.
- 96.SOLTNER, D. 1982.**Alimentation des animaux domestiques.Ed.Sciences et techniques agricoles, paris ,392p.
- 97. STAMBOULI, 2004.** Contribution à l'étude hydrogéologique de l'Atlas Saharien, l'exemple de Djebel Amour. Thèse de Doctorat : Institut des Sciences de la terre d'Oran, 329p.
- 98. (S.R.A.T., 2006)** Schéma Régional d'Aménagement du Territoire (SRAT).
- 99. (S. D. F, 2010)** Services des forêts de la Wilaya de Laghouat (2010)
- 100. SCHMITZ, 1971,** La vegetation de la plaine de Lubumbashi(Haut Katanga),Série scientifique N113, INCAC,388 pages
- 101. LACOSTE A. et SALANON R., 2005** - Elément de biogéographie et d'écologie « une compréhension de la biosphère par l'analyse des composantes majeures des écosystèmes» 55p
- 102. VELEZ, 1981** VELEZ, R, (1981).Fire effects and fuel management in Mediterranean-ecosystems, in Spain. Symposium on Dynamics and Management of Mediterranean-type ecosystems, University of San Diego, California.
- 103. WALTERS B.B., 2006-** Local mangrove planting in the philippines: are fisherfolk and fishpod owners effective restorationists ? *Restoration Ecology* , 8:237-246.

ANNEXES

Annexe 1. Relevé phytosociologique

IDENTITE DU RELEVÉ N°	
Projet :	
Observateur(s) :	
Date de l'observation (jj/mm/aaaa) :/...../.....	
Lieu-dit : Commune(s) : Dépt :	
☐ Coordonnées GPS (WGS84) : Lat : Long : (en degrés décimaux) Précision (..... m.)	
☐ Pointage de la localisation du relevé phytosociologique sur orthophotographie au 1/5000ème (à défaut sur carte au 1/25000ème)	
Altitude (..... m.) Forme du relevé ☐ linéaire ☐ spatiale	
Caractéristiques de l'échantillonnage : Homogénéité non respectée ☐ oui ☐ non Méthode synusiale ☐ oui ☐ non	
Aire minimale non respectée ☐ oui ☐ non Fractionnement ☐ oui ☐ non	
DONNEES STATIONNELLES	
Description floristico-écologique :	
Physionomie : ☐ forêt ☐ fourré ☐ fourré nain ☐ végétation herbacée ☐ bryo-lichénique ☐ aquatique	
Topographie : ☐ plat ☐ pentu ☐ dépression ☐ fond de vallon ☐ escarpement ☐ replat ☐ anfractuosité ☐ sommet (☐ arrondi ☐ vif) ☐ haut de versant ☐ mi versant ☐ bas de versant ☐ talus Pente (°) :	
Exposition : ☐ N ☐ NE ☐ E ☐ SE ☐ S ☐ SO ☐ O ☐ NO ☐ indifférente Luminosité : ☐ lumière ☐ mi ombre ☐ ombre	
Humidité du substrat : ☐ toujours immergé (niveau d'eau :) ☐ périodiquement submergé ☐ inconnu ☐ suintement ☐ hygrophile ☐ mésohygrophile ☐ mésophile ☐ mésoxérophile ☐ xérophile	
Roche mère ☐ Eruptive : ☐ granite ☐ microgranite ☐ Métamorphique : ☐ gneiss ☐ ardoise ☐ schiste ☐ micaschiste ☐ marbre ☐ quartzite ☐ serpentine ☐ Sédimentaire : ☐ poudingue ☐ grès ☐ schiste argileux ☐ sable ☐ calcaire ☐ craie ☐ marnes ☐ travertin ☐ tourbe ☐ alluvions ☐ colluvions ☐ argile ☐ limon ☐ loess ☐ autre :	
Type de sol : ☐ sol squelettique : ☐ lithosol ☐ régosol ☐ fluvisol ☐ colluviosol ☐ sol peu évolué : ☐ rankosol ☐ organosol ☐ arénosol ☐ pélosols ☐ sol carbonaté : ☐ rendosol ☐ rendisol ☐ calcosol ☐ calcicol ☐ brunisol : ☐ saturé ☐ mésosaturé ☐ oligosaturé ☐ alocrisol ☐ luvisol : ☐ néoluvisol ☐ typique ☐ dégradé ☐ planosol ☐ podzosol : ☐ typique ☐ ocrique ☐ leptique ☐ sec ☐ sol hygromorphe : ☐ rédoxysol ☐ réductisol ☐ histosol ☐ inconnu	
Texture du sol en surface : ☐ argileux ☐ limoneux ☐ sableux ☐ graveleux ☐ caillouteux ☐ rocheux ☐ tourbeux	
Salinité : ☐ milieu salé ☐ saumâtre ☐ ni salé ni saumâtre ☐ inconnu	
Humus : ☐ mor (☐ peyromor ☐ lithomor ☐ hydromor ☐ hémimor ☐ mor ☐ humimor) ☐ moder (☐ peyromoder ☐ lithomoder ☐ hydromoder ☐ hémimoder ☐ dysmoder ☐ (eu)moder) ☐ mull (☐ peyromull ☐ hydromull ☐ eumull ☐ mésomull ☐ oligomull ☐ dysmull) ☐ tangel ☐ anmoor ☐ amphimus ☐ tourbe ☐ inconnu	
Etat dynamique : ☐ régressive ☐ progressive ☐ stable ☐ inconnu	
Gestion observée :	
Actions biotiques :	
Contact écologique : relevé ☐ oui ☐ non ; n°..... description :	
Contact dynamique : relevé ☐ oui ☐ non ; n°..... description :	
Commentaires :	
Photo : ☐ oui ☐ non Num (personnel) :	
CBN Brest - version avril 2015	

Transect, schémas, végétations de contact...

Figure d'un modèle de relevée phytosociologique

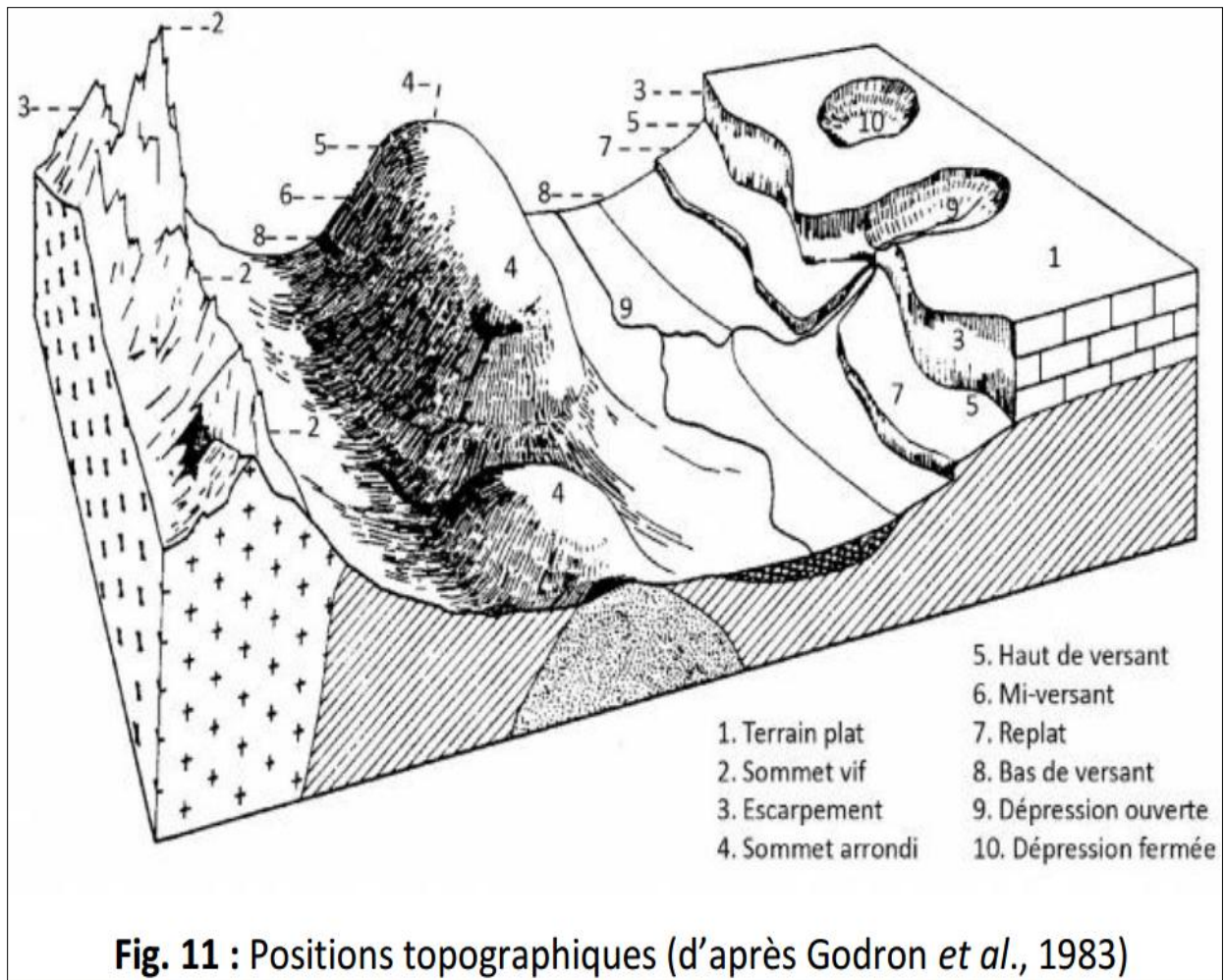
RELEVE

Identification bryophytes ☐ oui ☐ non ; lichens ☐ oui ☐ non *Nombre de strates herbacées* :

[illegible]

St : strate (A, a1, a2, h, m) R : abondance/dominance ;
So : sociabilité ; V : vivacité

Figure d'un modèle de relevée phytosociologique



Pour mesurer un arbuste ou un petit arbre, situer la hauteur de 2m et reporter mentalement cette hauteur autant de fois que nécessaire pour atteindre le haut de l'arbuste.

Pour mesurer un grand arbre sur terrain plat, utiliser « la croix du bûcheron » :

- Prendre deux crayons (ou bâtons) de même dimension (sur le schéma : $ab = oh$)
- Placer le premier crayon en position horizontale et le deuxième en position verticale.
- Se placer face à l'arbre à une distance voisine approximativement de sa hauteur.
- Faire coïncider sur une même ligne, le pied de l'arbre, le bas du bâton et son oeil.
- Faire de même, en se déplaçant si nécessaire, pour que coïncident le haut de l'arbre, le haut du bâton et l'oeil.
- Lorsque les deux extrémités de l'arbre correspondent bien aux extrémités du bâton, mesurer la distance entre soi et l'objet. (BC sur le schéma)
- La hauteur de l'arbre (ici AB) est alors égale à la distance BC.

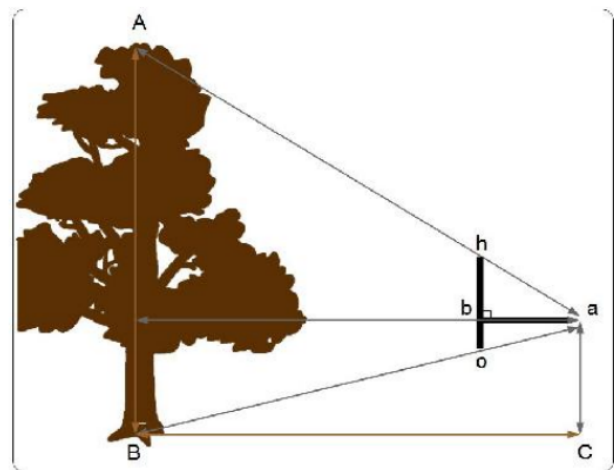


Fig. 6 : Mesure de la hauteur d'un arbre à l'aide de la croix du bûcheron

ANNEXES



Photo : Echantillonnage floristique (Originale, 2016)