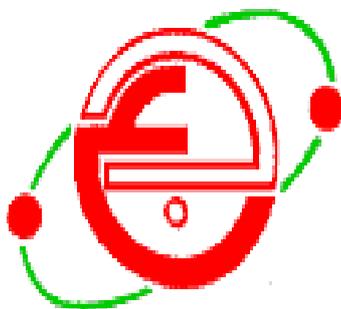


REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE BADJI MOKHTAR ANNABA  
FACULTÉ DES SCIENCES ET DE L'INGÉNIERIE  
DÉPARTEMENT DE BIOLOGIE



**MEMOIRE**

Présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Magister en

**ÉCOLOGIE VÉGÉTALE**

**Option : Cartographie des écosystèmes  
forestiers de l'Est Algérien**

**THÈME**

**ETUDE ÉCOLOGIQUE ET  
CARTOGRAPHIQUE DE LA VÉGÉTATION DU  
MASSIF DE LA MAHOUNA (GUELMA)**

Présenté par :

**BELDJAZIA Amina**

Membres du Jury :

Président : DJEBAR M.R. (Prof.)

Promoteur : TOUBAL O. (M.C.)

Examineur : DJAMAI R. (M.C.)

Examineur : AOUADI H. (M.C.)

Université de Annaba

Université de Annaba

Université de Annaba

Université d'El Taref

**« *Les forêts ont une fonction sacrée* »**

*Citation de Louis Nucéra*

## REMERCIEMENTS

Au terme de ce travail, *Je remercie Allah, le bon Dieu miséricordieux de m'avoir aidé à réaliser ce travail.*

Je tiens à adresser l'expression de mes vifs remerciements à :

Mme Toubal Oumessaad., Maître de Conférence à l'université de Annaba, pour son aide précise dans l'encadrement de mon travail ; ses conseils, sa disponibilité, ses encouragements, la confiance qu'elle m'a faite ; elle m'a fait bénéficier de son expérience de terrain et de laboratoire, aussi bien en botanique qu'en cartographie.

Mr Djabar Rhéda, Professeur à l'université de Annaba, qui me fait l'honneur de présider le jury et d'examiner mon travail.

Mr Aouadi Hocine, Maître de conférence à l'université d'El teref, pour m'avoir accepté d'examiner mon travail, ses critiques et suggestions me seront utiles.

Mr Djamai Rachid, Maître de conférences au département de Biologie pour avoir accepté d'examiner mon travail ; ses remarques et conseils me seront profitables.

Mr Yahiaoui Ahmed, conservateur de la forêt de Guelma, pour son accueil chaleureux (véhicules et documentations) sa collaboration et pour nous avoir facilité la tâche durant l'expérimentation sans oublier le personnel de circonscription des forêts de Guelma : Mr Hadjaj H. (chef de circonscription des forêts de Guelma), Mr Boukachabia R., Mr Ghiyat S. et Mr Lamouada M. (des Ingénieurs en forêt) qui m'ont toujours aidé et donné les moyens d'aller sur le terrain.

Je tiens à remercier également Mr Benrazek S. (Ingénieur en Forêt) pour son aide scientifique sur le terrain.

Mes sincères remerciements vont également à Mr Gouaref K. (Ingénieur en forêt) pour son aide technique et informatique (utilisation des logiciels MAPINFO et ENVI) ainsi que ces conseils scientifiques sur le terrain.

Enfin, je tiens à exprimer ma reconnaissance à ma famille pour le soutien moral et les encouragements.

Je n'oublierai pas mes collègues pour leur aide et soutien, qu'ils soient vivement remerciés : Hedef A., Boushaba A. et Ali tatar B.

Que ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail, trouvent, ici, l'expression de ma profonde gratitude.

## RESUME

Nôtre travail a porté sur l'étude écologique et cartographique de la forêt de la Mahouna ; l'intérêt de cette étude est que cette région est jusqu'alors inconnue du point de vue floristique, écologique et cartographique.

L'étude botanique a révélé une richesse floristique remarquable de 70 espèces environ ; l'étude bioclimatique situe le massif forestier de la Mahouna entre les bioclimats semi-aride tempéré et humide froid. Les étages de végétation déterminés sont, le thermoméditerranéen domaine de l'oléo-lentisque et du chêne kermès (*Quercus coccifera*) , le mésoméditerranéen où on trouve la subéraie (*Quercus suber*) et la formation mixte chêne liège et chêne zéen et l'étage supraméditerranéen domaine de la chênaie caducifoliée à chêne zéen (*Quercus canariensis*).

L'étude dynamique a montré que la Mahouna est une zone fortement influencée par l'intensité et la fréquence des facteurs de la dégradation (incendie, défrichage, surpâturage).

La carte de végétation faite à partir des techniques modernes de télédétection (logiciel MAPINFO 8, ENVI 4.5, ARCVIEW appliqués sur les images satellitaires et les photos aériennes) représente la répartition de la végétation réelle actuelle sur le terrain en fonction de leurs affinités écologiques et consécutive aux feux de dégradation (à une échelle de 1/35 000 ème).

Compte-tenu de son intérêt écologique et floristique, cette zone constitue un patrimoine forestier qu'il est urgent de le protéger pour sa conservation et l'utilisation durable de sa diversité biologique.

**Mots-clés :** Mahouna, écologie, groupements végétaux, télédétection, cartographie, diversité floristique, dynamisme.

## SUMMARY

Ours work has focused on the ecological and cartographic studies of the forest of the Mahouna; the interest of this study is that this region was previously unknown in terms of floristic, ecological and cartographic.

The botanical survey revealed a remarkable rich flora of about 70 species about; bioclimatic study puts the massive forest of Mahouna between bioclimates semi-arid temperate and humid cold. The vegetation levels determined are: the thermomediterranean domain of the oléo-lentisque and oak kermes (*Quercus coccifera*), the mesomediterranean where the suberaie (*Quercus suber*) is fined and the formation mixed cork oak and oak zéen and the floor supramediterranean domain of oak zéen (*Quercus canariensis*).

The dynamic study showed that Mahouna is an area heavily influenced by the intensity and the frequency factors of damage (fire, clearing, overgrazing).

The vegetation map made from the modern techniques of teledetection (MAPINFO 8.0 software, ENVI 4.5, ARCVIEW applied on satellite images and aerial photographs) represents the distribution of actual vegetation present on the ground according to their affinities and ecological succession to fire damage (on a scale of 1/35 000 h).

Given its ecological and flora interest, this area is a forest estate that should be urgently protected for its conservation and sustainable use of biological diversity.

**Words-key:** Mahouna, ecology, plant communities, teledetection, cartography, floral diversity, dynamism.

## المخلص

يركز عملنا على الدراسات البيئية و رسم خرائط الغابات لماونة، الفائدة من هذه الدراسة هو أن هذه المنطقة كانت غير معروفة من قبل في مجال رسم الخرائط النباتية و الإيكولوجية. الدراسة النباتية كشفت عن وجود عدد كبير من النباتات بشكل ملحوظ من حوالي 70 نوعا، الدراسة البيومناخية تضع ماونة بين المناخ الشبه جاف المعتدل و المناخ الرطب البارد. تمثلت مستويات الغطاء النباتي في thermoméditerranéen و الذي يعتبر منطقة الضرو و الزيتون (Oléo-lentisque) و بلوط الكرماس (*Quercus coccifera*) ، mésoméditerranéen أين نجد السنديات (*Quercus suber*) و بلوط الفلين المزدوج مع بلوط الزان و supraméditerranéen الذي هو مكان تواجد بلوط الزان (*Quercus canariensis*). أظهرت الدراسة الدينامية لماونة أنها منطقة متأثرة بقوة بكثافة و شدة عوامل التلف (الحرائق، الرعي الجائر...).

خريطة الغطاء النباتي مصنوعة بالتقنيات الحديثة في مجال الاستشعار عن بعد (برنامج يطبق على صور القمر الصناعية و الصور الجوية) يمثل توزيع الغطاء النباتي الحالي الفعلي على ارض الواقع وفقا لمولاتهم الإيكولوجية و مواقع أضرار الحرائق (على مقياس 1/35000 عشر). نظرا لأهميتها الإيكولوجية و النباتية، فالغابات هناك بحاجة ماسة للحماية و الحفظ و الاستعمال المستدام للتنوع البيولوجي.

**كلمات المفتاح:** ماونة، البيئة، المجمعات النباتية، الاستشعار عن بعد، رسم الخرائط، التنوع النباتي، الدينامية.

## SOMMAIRE

<b>INTRODUCTION.....</b>	<b>1</b>
<b>TRAVAUX ANTERIEURS DES CARTES DE LA VEGETATION REALISES EN ALGERIE .....</b>	<b>2</b>
<b>CHAPITRE I: INVESTIGATION BIBLIOGRAPHIQUE.....</b>	<b>4</b>
1-Qu'est ce qu'une carte ?.....	4
2- Evolution du terme « cartographique ».....	4
3- Classification des échelles cartographiques.....	5
4- Problèmes posés par la cartographie conventionnelle.....	6
5- Les différents types de cartes.....	7
5-1- La carte des pentes.....	7
5-2- La carte des altitudes.....	7
5-3- La carte des isohyètes et des étages bio-climatiques.....	7
5-4- La carte des ressources en eau.....	7
5-5 La carte d'occupation de sol.....	8
6- Quels outils utiliser pour cartographier les stations forestières ?.....	9
7- L'imagerie satellitaire et la photographie aérienne .....	9
7-1 Qu'est ce que la télédétection ?.....	9
7-2- Apport de l'imagerie satellitaire pour la cartographie.....	9
7-3- Apport de la photographie aérienne pour la cartographie.....	10
7-4- Caractéristique des images satellitaires... ..	11
7-5- La résolution.....	12
8- Traitement de l'image.....	13
9- Le GPS.....	14
9-1- Qu'est-ce qu'un GPS ?.....	14
9-2- Comment fonctionne un GPS ?.....	14
<b>CHAPITRE II : PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE.....</b>	<b>15</b>
1- Situation géographique de la wilaya de Guelma.....	15
2- Limites géographiques de la zone d'étude.....	17
3- Le cadre physique.....	17
3-1 Géologie.....	17
3-2- Réseau hydrographique .....	20
3-3- Description de la forêt domaniale de la Mahouna.....	20
3-4- Caractéristiques climatiques.....	21
3-4-1- Correction des données.....	21

3-4-2- Les précipitations.....	22
3-4-3- La température.....	24
3-4-4- L'humidité.....	24
3-4-5- Les vents.....	25
3-4-6 La gelée.....	26
3-4-7- Synthèse climatique.....	26
3-4-7-1- Diagrammes ombrothermiques de Bagnouls et Gausson.....	26
3-4-7-2- Situations des stations dans le climagramme d'Emberger.....	31
3-5- Etagement de la végétation.....	36
<b>CHAPITRE III : MATERIELS ET METHODES.....</b>	<b>38</b>
1- Matériels utilisés .....	38
2- La méthodologie :.....	38
2-1- Méthode d'étude de la végétation.....	39
2-2- Choix de zonage.....	40
2-3- Choix des stations.....	40
2-4- Réalisation des relevés phytoécologiques.....	41
<b>CHAPITRE IV : PARTICULARITES FLORISTIQUES ET ECOLOGIQUES DES PRINCIPALES FORMATIONS VEGETALES.....</b>	<b>43</b>
1- Le chêne liège.....	43
1-1- Particularités écologiques.....	43
1-2- Les groupements du chêne liège (peuplement).....	45
2- Le chêne zéen.....	50
2-1- Caractères botaniques et forestiers.....	50
2-2- Les groupements types du chêne zéen.....	51
2-3- Particularités écologiques de la forêt du chêne zéen de Mahouna.....	52
2-4- Particularités floristiques de la forêt du chêne zéen de la Mahouna.....	52
3- Le chêne kermès.....	54
3-1- Particularités écologiques du chêne kermès de la Mahouna.....	55
3-2- Particularités floristiques de la forêt du chêne kermès de la Mahouna .....	56
4- Le groupement à Oléo-lentisque ( <i>Olea oleaster</i> et <i>Pistacia lentiscus</i> ).....	58
4-1- Particularités écologiques de l'Oléo-lentisque de la Mahouna.....	59
4-2- Particularités floristiques de l'Oléo-lentisque de la Mahouna.....	59
5- Les groupements hygrophiles.....	61
5-1- Le groupement à <i>Nerium oleander</i> et <i>Tamarix gallica</i> .....	61
5-2- Le groupement à <i>Ulmis campestris</i> et <i>Alnus glutinosa</i> .....	61
6- Dynamisme de la forêt de la Mahouna.....	64

6-1- Les incendies.....	64
6-1-1- Causes des incendies de forêts.....	64
6-2-Le surpâturage.....	67
6-3- Les activités humaines.....	67
6-4- Les conséquences de dégradation.....	68
7- Le reboisement.....	69
<b>CHAPITRE V : ETUDE CARTOGRAPHIQUE.....</b>	<b>70</b>
1- Echelle.....	70
2-Base des données.....	70
2-1- Les données rasters.....	70
2-2-Les plans scannés.....	73
2-3-Les grilles de données.....	73
3- Matériels utilisés.....	74
3-1- Logiciel ENVI 4.5.....	74
3-2- Logiciel MAPINFO.....	75
4- Utilisation des logiciels sur les différents types de base des données.....	76
4-1-La limite de la zone d'étude.....	76
4-2 Les photos aériennes.....	79
5- Résultats et interprétation des cartes thématiques élaborées.....	80
5-1- Carte topographique.....	80
5-2- La carte des classes des pentes.....	82
5-3- La carte des expositions.....	84
5-4- Carte du réseau hydrographique.....	86
5-5- Carte de végétation.....	88
<b>CONCLUSION .....</b>	<b>91</b>
<b>PERSPECTIVE.....</b>	<b>92</b>
<b>REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....</b>	<b>93</b>
<b>ANNEXES</b>	



# ***INTRODUCTION***

## INTRODUCTION

Ce travail est une contribution à l'étude de la végétation de la Mahouna ; c'est une zone qui fait partie de la zone tellienne de la chaîne alpine ; elle reste encore inconnue tant du point de vue floristique que du point de vue écologique. La première partie consiste en la présentation de la zone d'étude (sol, climat, géographie).

Notre but est :

- L'inventaire de la flore régionale et du patrimoine forestier ; en déterminant les principaux groupements végétaux et leur composition floristique.

- L'étude bioclimatique constituera à la détermination des différents étages bioclimatiques, ainsi que les étages de végétation.

- La réalisation d'une carte de végétation à moyenne échelle, avec l'utilisation des techniques modernes (photos aériennes, images satellitaires) nouvelles.

- L'étude dynamique de la végétation est indispensable car il semble que cette zone soit influencée par l'intensité et la fréquence des facteurs de dégradation (défrichement, incendies, parcours intensif, industrialisation, urbanisation) ce qui entraîne une dégradation de certaines formations végétales, leur appauvrissement floristique et leur remplacement par des groupements de substitution (maquis, broussailles, pelouses).

Cette étude présentent un intérêt certain pour :

- La conservation et la sauvegarde de l'écosystème forestier menacé, élément du patrimoine naturel local (subéraie et zêenaie).

- La mise en valeur de l'espace forestier de la forêt de la Mahouna qui constitue une ressource économique non négligeable.

## **TRAVAUX ANTERIEURS DES CARTES DE LA VEGETATION REALISEES EN ALGERIE**

La première représentation cartographique de la végétation figure dans les travaux de Lapie (1909) ; une carte phytogéographique de l'Algérie et de la Tunisie a été établie par Maire (1926) au 1/1500 000 ème et reprise dans de Peyerrimhoff (1941) à la même échelle.

Au 1/200 000 ème, les cartes réalisées en Algérie centrale et occidentale par le Centre National de la Recherche Scientifique français concernent les feuilles de :

- Oran, par Santa (S) (1954)
- Mostaganem-Bosquet, par Dumas (P) et Santa (S) (1958)
- Guelt-Es-Stel-Djelfa, par Ozenda (P) et Keraudren (J) (1960)
- Béni-Abbès, par Guinet (1960)

Plus tard, a été cartographiée par la F.A.O. (1972), la région du Hodna en deux feuilles, au 1/200 000 ème également.

- Au 1/500 000 ème a été dressée la carte de Ghardaia par Barry, Faurel et coll. (1973).

- A petite échelle, une partie de la végétation de l'Algérie nord-orientale figure sur la carte internationale du tapis végétal par Gaussen et Vernet (1985) au 1/1 000 000 ème.

- Toubal (O), Debelaire (D), Djemai (R) et les étudiants ont réalisé la carte de la végétation du Parc National d'El Kala.

- Aouadi à réalisé la carte de l'Est algérien à 1/200 000 ème en 1989.

- A grande échelle, il est signaler la feuille de Tipaza au 1/50 000 ème par Negre (1964). A noter que pour les régions steppiques, Djebaili (1989) lors d'une conférence à Constantine a fait état du levé de 36 feuilles à différentes échelles et parmi lesquelles n'ont été publiées que trois seulement.

- Des cartes de végétation de l'Edough : carte au 1/25 000 ème de Seraïdi et Cap de Fer ont été établies par Toubal O. (1986). Chouier et Benabadji (N) ont également réalisé des cartes de la région de Tlemcen (1988).

Les recherches phytosociologiques et phytoécologique commencèrent avec les travaux de Killian (1949-1950), Braun-Blanquet (1949), Guinochet (1951), Guinochet et Quezel (1954), Ozenda (1954), suivis de ceux de Dubius et

Simonneau (1954), Monjauze (1955), Quezel et Santa (1962), Barry et Fraurel (1973).

Actuellement, le BNEDER a réalisé la carte d'affectation des terres de Guelma à 1/50 000 ème et la carte des formations forestières de la wilaya de Guelma à 1/50 000 ème en 2009.

# *CHAPITRE I*

## **INVESTIGATION BIBLIOGRAPHIQUE**

## **I- INVESTIGATION BIBLIOGRAPHIQUE**

L'histoire et l'évolution de la cartographie sont intimement liées aux techniques employées ; ainsi, au XIX siècle, il aurait fallu 100 ans pour cartographier une superficie de 250 000 km<sup>2</sup>, au moyen de mesure au sol (levés à la planchette). Au cours de la seconde moitié du XX siècle, la même tâche aurait été accomplie en 10 ans grâce à la photographie aérienne ; avec les techniques de cartographie par satellite aujourd'hui, disponibles on réduit considérablement ces délais.

L'imagerie spatiale est en effet utilisée depuis une quinzaine d'années pour cartographier rapidement des zones étendues, mais il faut des données à haute résolution des satellites Landsat (instrument TM) pour voir le développement de nouvelles applications cartographiques, topographiques et thématiques à moyenne échelle (en général du 1/25 000 ème au 1/200 000 ème) (INCT, 1999).

Toutefois, la réalisation de ce type de bases de données géographiques ne va pas sans difficultés. Le système informatique doit intégrer les contraintes professionnelles actuelles et futures (Crausaz, 1997).

### **1- Qu'est ce qu'une carte ?**

La carte est la représentation d'un espace ; c'est la transcription dans une image de phénomènes localisés et des relations qui se développent entre ces phénomènes. La carte est un des outils essentiels du géographe, écologue, aménageur... pour analyser, comprendre et communiquer l'information.

Connaître et figurer la terre ont été les premiers objectifs de la cartographie ; c'est encore aujourd'hui sa préoccupation majeure à laquelle s'attache l'activité d'organismes puissants et officiels (CEA, 1993).

### **2- Evolution du terme « cartographique »**

Le concept d'information géographique et les classifications qui s'y rattachent sont d'origine récente ; pendant des siècles les termes, géographie, cartographie, topographie, ont été plus ou moins confondus. Ptolémée définissait la géographie comme étant « la représentation graphique de la totalité des parties connues de la terre avec tout ce qui y figure ».

L'Ecole Militaire de l'Europe en 1938 considérait la topographie comme la science qui a pour objet l'établissement et l'emploi des cartes.

L'ONU en 1949 donnait de la cartographie la définition suivante « c'est la science qui traite de l'établissement des cartes de toutes sortes ; elle englobe toute les phases de travaux, depuis les premiers levés jusqu'à l'impression finale des cartes ».

Cette confusion est surtout due aux méthodes artisanales qui ont longtemps prévalu dans l'établissement de la carte ; chaque spécialiste, quel que soit son domaine de compétence propre, interférait tout au long du processus d'élaboration du produit, jouant tour à tour et selon les nécessités, le rôle de géographe, géodésien, topographe ou cartographe.

Il a fallu attendre les progrès technologiques de ce dernier quart de siècle pour séparer les tâches, assigner définitivement à chacun sa place et clarifier du même coup les concepts (Weger G., 1999).

Depuis 1966 on se réfère à la définition que l'ACI (association Cartographique Internationale) qui définit la cartographie comme l'ensemble des études et des opérations scientifiques, artistiques et techniques intervenant à partir des résultats d'observations directes ou de l'exploitation d'une documentation, en vue de l'élaboration de cartes et autres modes d'expression, ainsi que leur utilisation » (Pornon, 1989 in Abdedou M., 2002).

### **3- Classification des échelles cartographiques**

Les cartes à très grande échelle ou plans, sont à l'échelle plus de 1/10 000 ème. Elles sont souvent exemptes d'altimétrie, comme les plans cadastraux, ou simplement cotées, sans courbe de niveau.

Les cartes à grande échelle, (du 1/10 000 ème au 1/25 000 ème), et les cartes à moyenne échelle (du 1/50 000 ème au 1/100 000 ème), portent à la fois la planimétrie et l'altimétrie, régulières ou expédiées, et contiennent normalement tous les détails nécessaires à une étude minutieuse du terrain. Ce sont de véritables cartes topographiques.

Les cartes à moyenne échelle, vont du 1/25 000 ème au 1/100 000 ème.

Les cartes à petites échelles, inférieures au 1/100 000 ème, ne sont plus des cartes topographiques, ni par la précision ni par l'usage ; seuls les points principaux sont en place ; beaucoup de figurés sont purement conventionnels. Telles sont les cartes chorégraphiques et les cartes d'ensemble.

Les plans parcellaires, à une échelle voisine du 1/1 000 ème ; comportent le tracé des limites des parcelles, des murs, haies et fossés, des chemins, des ruisseaux, la mise

en place des bâtiments, l'indication de la nature des cultures, et des noms des lieux-dits et des propriétaires.

Les plans cadastraux à l'échelle du 1/2 500 ème environ, regroupent les plans parcellaires d'une commune, et s'accompagnent de documents annexes sous formes de registres.

Les plans urbains, sont souvent au 1/5 000 ème ou même au 1/2 000 ème (CEA, 1993).

#### **4- Problèmes posés par la cartographie conventionnelle**

Les méthodes conventionnelles de production de cartes topographiques se sont avérées insuffisantes pour répondre à la demande et aux besoins en matière cartographique, car elles sont lentes et onéreuses ; il peut parfois s'écouler cinq ans depuis la décision d'établir une carte et la date à laquelle elle devient disponible.

Toutes les cartes topographiques sont actuellement toujours réalisées suivant des procédés photogrammétriques, avec le recours de plus en plus fréquent aux ordinateurs et aux données numériques ; les différentes étapes de l'établissement des cartes requièrent un savant mélange de science, de technologie et d'art.

La première étape, qui consiste à prendre, depuis un avion, des photographies aériennes, nécessite un soin, une préparation minutieuse ainsi que d'importants moyens financiers. Les conditions de prise de vues pour avoir des photographies exploitables sont très strictes.

Les étapes suivantes ; restitution, travaux de complètemnt, rédaction et impression prennent parfois beaucoup de temps, ce qui fait que les délais d'établissement des cartes sont très longs. Il est donc probable que des détails du paysage cartographique aient déjà changé à la parution de la carte. Une réactualisation de la carte s'impose au bout d'un certain nombre d'années (5 ans, 10 ans ou plus), car les activités de l'homme se développent ou changent, les détails de la végétation peuvent être modifiés (disparition de vignes, de forêts, etc...). Pour les régions désertiques, une carte topographique est généralement établie définitivement et n'a pas besoin d'être réactualisée à moins, bien entendu, que le terrain n'ait subi une modification importante due à un tremblement de terre ou un glissement de terrain (CEA, 1993).

## **5- Les différents types de cartes**

### **5-1- La carte des pentes**

Principale caractéristique physique du milieu montagneux, la forte pente constitue un facteur limitant en matière de possibilités d'utilisation des sols et plus particulièrement pour les pratiques agricoles et l'intensification des systèmes de cultures ; de plus, associée à des roches tendres, à une faible couverture végétale pérenne, et à des précipitations intenses, elle constitue un facteur d'érosion et de dégradation des sols (CEA, 1993).

### **5-2- La carte des altitudes**

C'est une carte qui représente les variations d'altitude d'une surface par rapport à une référence, généralement plane ; ces variations d'altitude sont représentées par des courbes de niveau, courbes fermées qui relient les points de même altitude, complétées par l'indication des altitudes des lieux remarquables (tels que sommets ou fonds de dépressions). Les cartes topographiques sont le plus souvent altimétriques.

L'altitude est un facteur du milieu physique qui a une influence directe sur le climat (précipitations, températures, enneigement...) et par conséquent sur la pratique agricole et le développement de la végétation naturelle.

### **5-3- La carte des isohyètes et des étages bioclimatiques**

Le climat est un facteur du milieu naturel, qui influe positivement ou négativement sur l'agriculture : choix des cultures en fonction de leurs besoins hydriques, définition du calendrier cultural en rapport avec les saisons de pluies et les périodes de gel, nature des aménagements de protection contre les vents, etc... ; en plus, il représente d'une part, une source d'alimentation en eau pour les nappes et les ouvrages de mobilisation hydraulique et, d'autre part, un facteur de dégradation des ressources naturelles (sol et végétation).

La caractérisation générale du climat des zones montagneuses étudiées est faite à partir de la carte climatique réalisée par le BNEDER dans le cadre de l'étude d'inventaire des terres et forêts de l'Algérie du Nord.

La carte climatique indique les classes de précipitation délimitées par des isohyètes et la carte des étages bioclimatiques, qui sont les deux facteurs les plus déterminants pour l'évaluation des potentialités agricoles.

On rappelle que les étages bio-climatiques sont caractérisés comme suit :

- \* Etage humide : Précipitations supérieures à 900 mm/an ;
- \* Etage sub-humide : Précipitations comprises entre 600 et 900 mm/an ;
- \* Etage semi-arid: Précipitations comprises entre 300 à 600 mm/an.

En fonction des températures moyennes du mois le plus froid qui elles même sont liées à l'altitude, chaque étage comprend les sous- étages suivants :

- Sous étage à hiver chaud, si la température moyenne du mois le plus froid est supérieure à 07°C ;
- Sous étage à hiver doux, si la température moyenne du mois le plus froid est compris entre 05 et 07°C ;
- Sous étage à hiver tempéré, si la température moyenne du mois le plus froid est comprise entre 03 et 05°C ;
- Sous étage à hiver Frais, si la température moyenne du mois le plus froid est comprise entre 0 et 03°C ;
- Sous étage à hiver Froid, si la température moyenne du mois le plus froid est inférieure à 0°C.

Dans les zones à bioclimat chaud, le risque de gel est pratiquement nul, le repos végétatif n'est marqué que de la mi-décembre à la mi- janvier, et les étés sont relativement frais.

Dans les zones à bioclimat doux, le risque de gel est faible (moins de 06 jours/an), et les étés sont chauds.

Dans les zones à bioclimat tempéré, le risque de gel est relativement important (05 à 15 jours / an et exceptionnellement jusqu'à 30), et les étés sont chauds, voire même parfois très chauds.

Dans les zones à bioclimat frais, le nombre de jours de gel atteint 15 à 40 jours par an, les chutes de neiges sont importantes et souvent abondantes sur les sommets, et les étés sont en général chauds

Dans les zones à bioclimat froid, les chutes de neige sont abondantes et fréquentes, le gel est présent du mois de novembre au mois d'avril, et les étés sont frais (CEA, 1993).

#### **5-4- La carte des ressources en eau**

La carte hydrographique permet de tracer les principaux cours d'eau, les nappes souterraines et les limites des bassins versants. Elle permet aussi de localiser les barrages existants.

#### **5-5- La carte d'occupation du sol**

Cette carte est établie par interprétation de l'imagerie satellitaire et le contrôle sur le terrain ; elle indique les grandes catégories d'occupation du sol : forêts denses, forêts claires, maquis denses, maquis clairs, terres arables, arboriculture, terres de parcours (Bazin et Gaudin, 2004).

## **6- Quels outils utiliser pour cartographier les stations forestières ?**

Pour cartographier les stations forestières, certains outils sont utiles, voire indispensables ; mieux connaître ces outils permet de définir leurs intérêts mais aussi de connaître leurs limites. Les outils ont été classés en trois grandes catégories :

- Ceux qui sont utilisés lors d'un travail préliminaire (avant d'aller sur le terrain). Ils permettent de rassembler des informations, de choisir la méthode de cartographie la plus adaptée et de préparer la phase de terrain.

- Ceux qui servent sur le terrain ; il s'agit d'outils au sens propre (tarière pédologique, couteau, fiole d'acide chlorhydrique. . .) ou au sens figuré (flores, guides botaniques...).

- Ceux qui facilitent la restitution de l'image et aident à la rédaction de la carte (fonds topographique de carte existants, logiciels spécifiques d'aide à la cartographie...).

Il existe, aussi, des outils spécifiques d'une ou plusieurs régions naturelles qui peuvent être utilisés à toutes les phases du projet ; ce sont les catalogues des stations ou les guides simplifiés pour le choix des essences (Bazin et Gaudin, 2004).

## **7- L'imagerie satellitaire et la photographie aérienne**

### **7-1- Qu'est ce que la télédétection ?**

« La télédétection est la technique qui, par l'acquisition d'images, permet d'obtenir de l'information sur la surface de la Terre sans contact direct avec celle-ci. La télédétection englobe tout le processus qui consiste à capter et à enregistrer l'énergie d'un rayonnement électromagnétique émis ou réfléchi, à traiter et à analyser l'information, pour ensuite la mettre en application. »

La télédétection offre un moyen d'identifier et de présenter les données planimétriques de façon efficace et dans un format pratique.

### **7-2- Apport de l'imagerie satellitaire pour la cartographie**

La cartographie est une composante intégrale du processus de gestion des ressources terrestres, et l'information cartographique est un produit courant de l'analyse des données en télédétection.

Des cartes d'information de base, thématique, et topographique sont essentielles à la planification, à l'évaluation et à la surveillance, en vue de la reconnaissance militaire et civile, ainsi que pour la gestion de l'utilisation du sol.

Traditionnellement, cette information était obtenue au moyen de levés et de techniques photogrammétriques qui étaient onéreuses et qui exigeaient beaucoup de temps, particulièrement pour la révision des données abondantes. Les récents développements de la technique informatique (vitesse de traitement des données, capacité de stockage), la demande croissante pour des données numériques et les capacités de production cartographique informatisée, ont favorisé l'utilisation de l'information de télédétection comme source de données pour les applications cartographiques.

Avec l'arrivée des images satellitaires à hautes et à très hautes résolutions, et l'utilisation de nouvelles techniques d'acquisition, de traitement et d'analyse des données, on pourra obtenir des cartes plus précises, plus claires, plus belles et surtout plus rapides et moins coûteuses (à réaliser). Les délais d'établissement qui avoisinent actuellement les 4 à 5 ans pourront être écourtés et les problèmes dus à l'actualisation des cartes, partiellement résolus.

L'aptitude des images numériques à fournir l'information géographique dépend de deux facteurs, qui correspondent à deux types de descripteurs :

- La précision de la localisation des objets identifiés sur les images
- Le type et la nature des objets que l'on peut identifier

Avec de très bons modèles géométriques, de bons points d'appui, et une connaissance parfaite du relief sous forme de MNT (modèle numérique de terrain), il est généralement possible de corriger géométriquement les images optiques avec une précision de l'ordre du demi-pixel (CEA, 1993).

### **7-3- Apport de la photographie aérienne pour la cartographie**

La photographie aérienne est un domaine très vaste tant sur le plan de la variété des documents que des techniques employées ; elle sert de base à toutes les cartes détaillées modernes que nous avons à notre disposition ; il s'agit de couvrir de vastes zones de territoires avec des photos prises avec un axe vertical ; ces photos aériennes sont souvent exploitées dans le domaine des systèmes d'information géographique, on parle alors d'orthophotographie.

Les avions sont spécifiques à ce genre de mission, avec une trappe pour les chambres photographiques. Un pilotage précis est nécessaire pour garder une altitude constante et une route rectiligne (Ruscha, 1967).

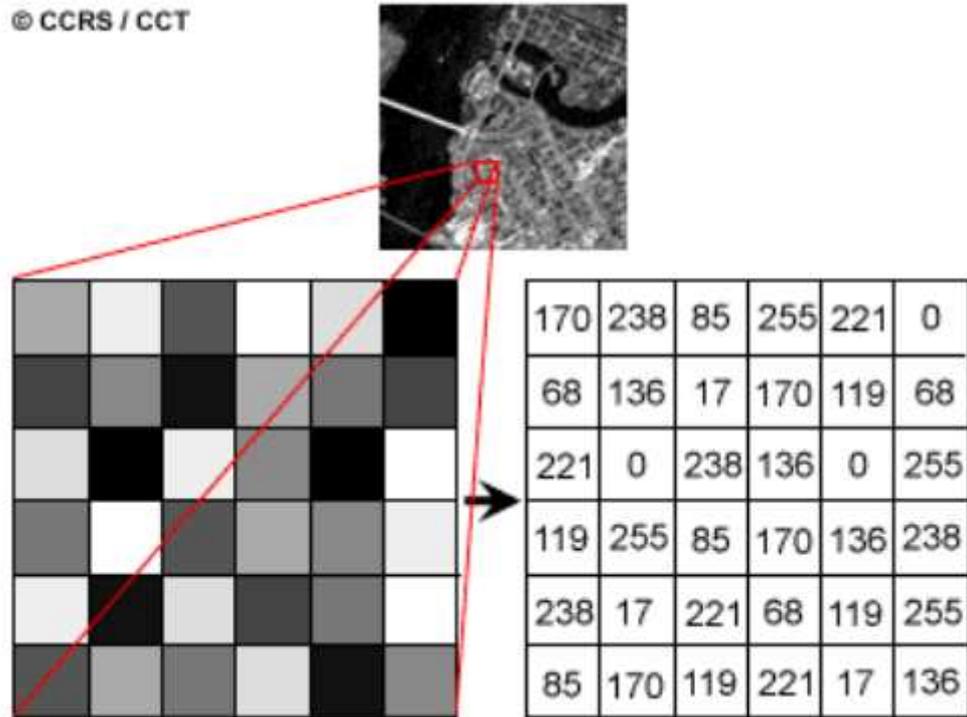
#### 7-4- Caractéristiques des images satellitaires

L'énergie électromagnétique peut être perçue de façon photographique ou de façon électronique ; le processus photographique utilise une réaction chimique sur une surface sensible à la lumière pour capter et enregistrer les variations d'énergie. Il est important, en télédétection, de distinguer les termes "image" et "photographie" ; une image est une représentation graphique, quelque soit la longueur d'onde ou le dispositif de télédétection qui ont été utilisés pour capter et enregistrer l'énergie électromagnétique. Une photographie désigne spécifiquement toute image captée et enregistrée sur une pellicule photographique.

Une photographie peut être présentée et affichée en format numérique en divisant l'image en petits morceaux, de taille et de formes égales, que nous nommons **pixels**. La luminosité de chaque pixel est représentée par une **valeur numérique**. C'est exactement ce qui a été fait pour la photographie ci-dessous (fig.1).

En effet, en appliquant les définitions présentées plus haut, nous déduisons que l'image est vraiment une image numérique de la photographie originale ! Cette photographie a été numérisée et subdivisée en pixels.

Chaque pixel a été doté d'une valeur représentant les différents niveaux de luminosité ; l'ordinateur affiche chaque valeur numérique comme un niveau de luminosité. Les capteurs enregistrent alors électroniquement l'énergie en format numérique (en rangées de chiffres) (Bertrand, 2002).



**Fig. 1- Représentation du principe de pixel (CCRS/CCT)**

**7-5- La résolution**

La résolution des images numériques est définie par le nombre de pixels par millimètres ; en télédétection, on exprime la résolution des images par la taille de la zone couverte par un pixel. Chaque pixel de l'image correspond à une partie de la surface de la terre ; on parle alors de « résolution-sol » (Bertrand, 2002).

La résolution des satellites d'observation de la terre les plus courants est donnée dans le tableau ci-dessous.

Satellite	Capteur	Résolution-sol
Landsat	MSS	80m
Landsat	Thematic Mapper	30m
Spot	XS (multispectral)	20m
Spot	Panchromatique	10m
Ikonos	Multispectral	4m
Ikonos	Panchromatique	1m

## **8- Traitement de l'image**

Une composition colorée particulièrement efficace en télédétection est la composition dite « infrarouge fausses couleurs » ; elle associe les bandes proches infrarouge, rouge et verte du capteur aux couleurs rouge verte et bleue de l'écran.

Cette composition est très efficace pour analyser la végétation, et elle présente l'avantage pour l'interprète d'avoir pratiquement les mêmes propriétés que les photographies infrarouges en couleur utilisées depuis longtemps par les photo-interprètes ; elle exploite la particularité du spectre réfléchi par les végétaux, qui présente un « pic » important dans le proche infrarouge.

Sur une image en « fausses couleurs infrarouges », la végétation qui a une forte activité photosynthétique apparaît en rouge vif (pic de l'infrarouge proche), l'eau apparaît pratiquement en noir (ce matériau absorbe pratiquement toutes les longueurs d'ondes) et les surfaces minérales (sol nu, béton), apparaissent dans des tons de bleu à blanc.

Il est important de distinguer ces compositions colorées d'un autre type d'image assez fréquemment utilisé en télédétection appelé image pseudo couleurs ; il s'agit d'un article d'affichage permettant d'améliorer l'interprétation des images mono spectrales (enregistrées dans une seule partie du spectre et affichées en niveau de gris). En effet, l'œil humain ne permet d'identifier de manière efficace qu'un nombre relativement réduit de niveaux de gris dans une image (Bertrand, 2002).

## **9- Le GPS (Global Positioning System)**

### **9-1- Qu'est-ce qu'un GPS?**

Le GPS (Global Positioning System) est un système de localisation par satellites, développé par le Service de défense des Etats-Unis (US Department of Defense). Le GPS est un récepteur qui fonctionne grâce à 24 satellites qui tournent constamment autour de la terre et qui émettent des signaux. Lorsque ces signaux sont reçus par l'utilisateur d'un GPS, ils lui permettent de se situer sur la terre.

### **9-2- Comment fonctionne un GPS?**

Les 24 satellites tournent autour de la terre deux fois par jour, à 20 000 kilomètres d'altitude. Chaque satellite transmet des signaux, indiquant sa position précise à un moment précis.

Le GPS recherche ces signaux: afin de fonctionner, le récepteur doit capter au minimum les signaux de trois satellites.

Le récepteur GPS calcule alors sa position en mesurant l'intervalle entre la transmission et la réception des signaux émis par les satellites. Il détermine ainsi la distance entre le récepteur et les satellites. Après calcul des coordonnées, ce système permet aux utilisateurs de se situer dans le monde.

Il recherche de façon continue les satellites. Il met ainsi à jour la position même lorsque nous nous déplaçons (INCT, 1999).

# *CHAPITRE II*

## **PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE**

## II- PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

### 1- Situation géographique de la wilaya de Guelma

La wilaya de Guelma se situe au Nord-Est de l'Algérie et constitue, du point de vue géographique, un point de rencontre, voire un carrefour entre les pôles industriels du Nord (Annaba et Skikda), les centres d'échanges au Sud (Oum El Bouaghi et Tébessa), et la proximité du territoire Tunisien à l'Est.

Elle couvre une superficie de 3.910.51 km<sup>2</sup>, et est limitée par (fig.2) :

- La wilaya d'Annaba, au Nord,
- La wilaya de Skikda, au Nord-Ouest,
- La wilaya de Constantine, à l'Ouest,
- La wilaya d'Oum El-Bouaghi, au Sud,
- La wilaya de Souk Ahras, à l'Est,
- La wilaya d'El Taref, au Nord-Est.

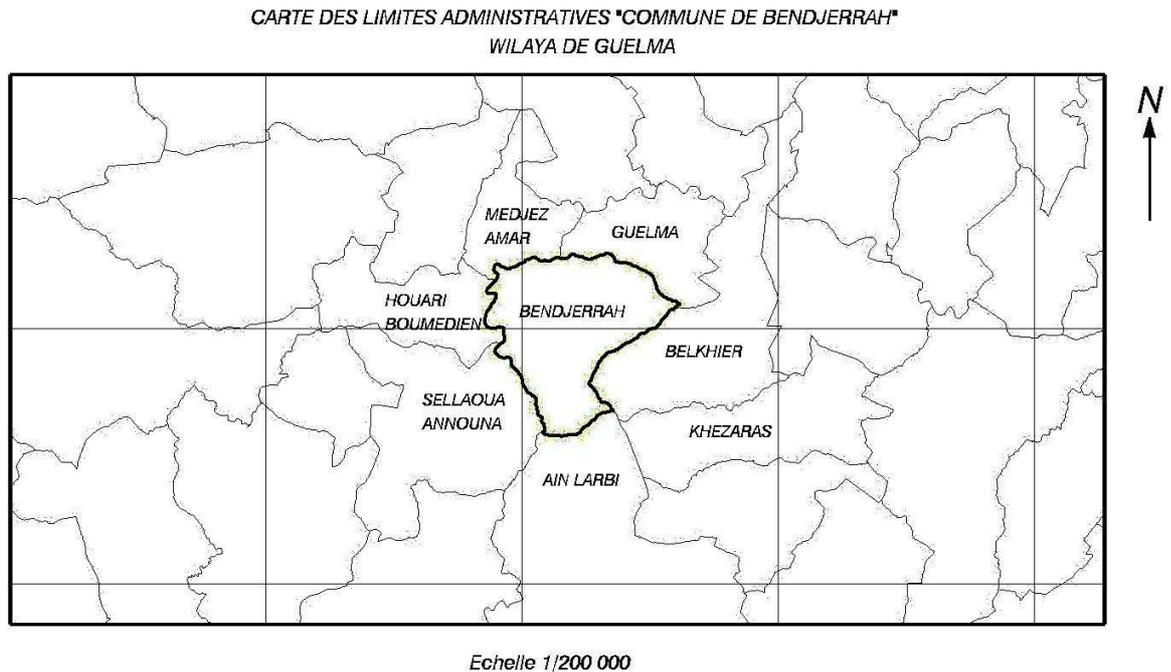
L'aspect géographique de la wilaya se caractérise par un relief diversifié dont on retient essentiellement, une importante couverture forestière et le passage de la Seybouse qui constitue le principal cours d'eau ; elle est à vocation agro-silvo pastorale avec :

- La présence d'une couverture forestière relativement importante (27%).
- L'utilisation par l'agriculture de (35%) de la superficie totale.
- La dominance de maquis et de broussailles.



## 2- Limites géographiques de la zone d'étude

La forêt de la Mahouna se trouve dans la commune de Bendjerrah qui'est située au Sud de la ville de Guelma, et est limitée au Nord par la commune de Guelma, au Sud par la commune de Ain el Larbi, à l'Est par la commune de Belkhier et à l'Ouest par la commune de Houari Boumediene. (fig.3).



**Fig. 3- Carte des limites administratives « commune de Bendjerrah »  
Wilaya de Guelma.**

## 3- Le cadre physique

### 3-1- Géologie

Le sol forestier proprement dit est un mélange de terre minérale et d'humus reposant sur la roche-mère. La terre minérale est le résultat de la décomposition des roches de la surface ; elle peut se former sur place et être de même composition que son support la roche-mère, ou bien être amenée par les eaux sous forme d'alluvions ou par le vent sous forme de dunes.

Suivant leur nature, les roches sous-jacentes donnent naissance à un sol forestier où domine la silice, le calcaire ou l'argile (Boudy, 1952).

La cuvette de Guelma se localise dans un contexte structural complexe ; elle est entourée par diverses nappes d'origine différente et à histoire paléogéographique distincte formant les hauteurs des différentes montagnes. Elle fait partie de l'ensemble géologique du Tell de l'Algérie nord orientale. Cet ensemble s'étend de la région de Constantine à la frontière algéro-tunisienne ; sa longueur est d'environ 200 km. Sa structure est très complexe et essentiellement due à des mouvements tertiaires, surtout du miocène.

La géologie de la région est caractérisée par des formations allant du Quaternaire au Trias, présentant ainsi une lithologie très variée et qui comprend essentiellement : les alluvions (sable, gravier, cailloutis...), les grès, les marnes, les argiles, les flyschs et les calcaires (fig. 4).

Les tufs et les calcaires lacustres du sud de Guelma sont d'âge quaternaire ancien à Pliocène supérieur ; ils occupent de vastes surfaces au sud de la ville jusqu'aux pieds de la Mahouna. Les grès numidiens forment une série gréseuse de type flysch en grands bancs parfois décamétriques et intercalations argileuses claires.

L'argile numidienne est de couleur verte et rouge à *Tubotomaculum*, en petits affleurements rares, de part et d'autre de la série gréseuse, elle est recouverte par de vastes épandages sableux qui les oblitèrent (SNC EST AGREGAT).

D'après l'étude de la carte géologique de Guelma, la roche-mère est composée en majorité des roches sédimentaires à base de silice et de grés numidien qui couvre une grande superficie. Le sol profond est à dominance argilo-silicieuse qui possède une certaine rétention en eau, dans d'autres endroits on trouve des sols squelettiques de faible profondeur.



### 3- 2- Réseau hydrographique

Il est composé généralement de petits oueds et d'un réseau très dense de Talwegs. Cette densité est due à la nature géologique de la roche mère, la forme du relief et les pentes qui dépassent 25%. Ex : - dans le versant nord on a : chaabet zitouna, chaabet boussefsaf, chaabet medjez chnouri, chaabet nsoura..., alors que dans le versant sud on a : chaabet seoud, chaabet el harar, chaabet ain maiza...

La topographie de cette région facilite le phénomène d'érosion, la formation des chaabets, des rifts, talwegs et oueds. Il existe aussi plusieurs sources d'eau, telles : Ain Sefra, Ain Sanya et Ain Lafia. Sur le versant sud de la Mahouna, on trouve l'oued Charef qui constitue une limite naturelle entre le massif de la Mahouna et la commune de Houari Boumediene.

### 3-3- Description de la forêt domaniale de la Mahouna

La forêt domaniale de la Mahouna couvre une superficie de 1055<sup>ha</sup> 10<sup>a</sup> 00<sup>c</sup> (d'après la carte forestière : Forêt domaniale de la Mahouna échelle 1/10 000 ème).

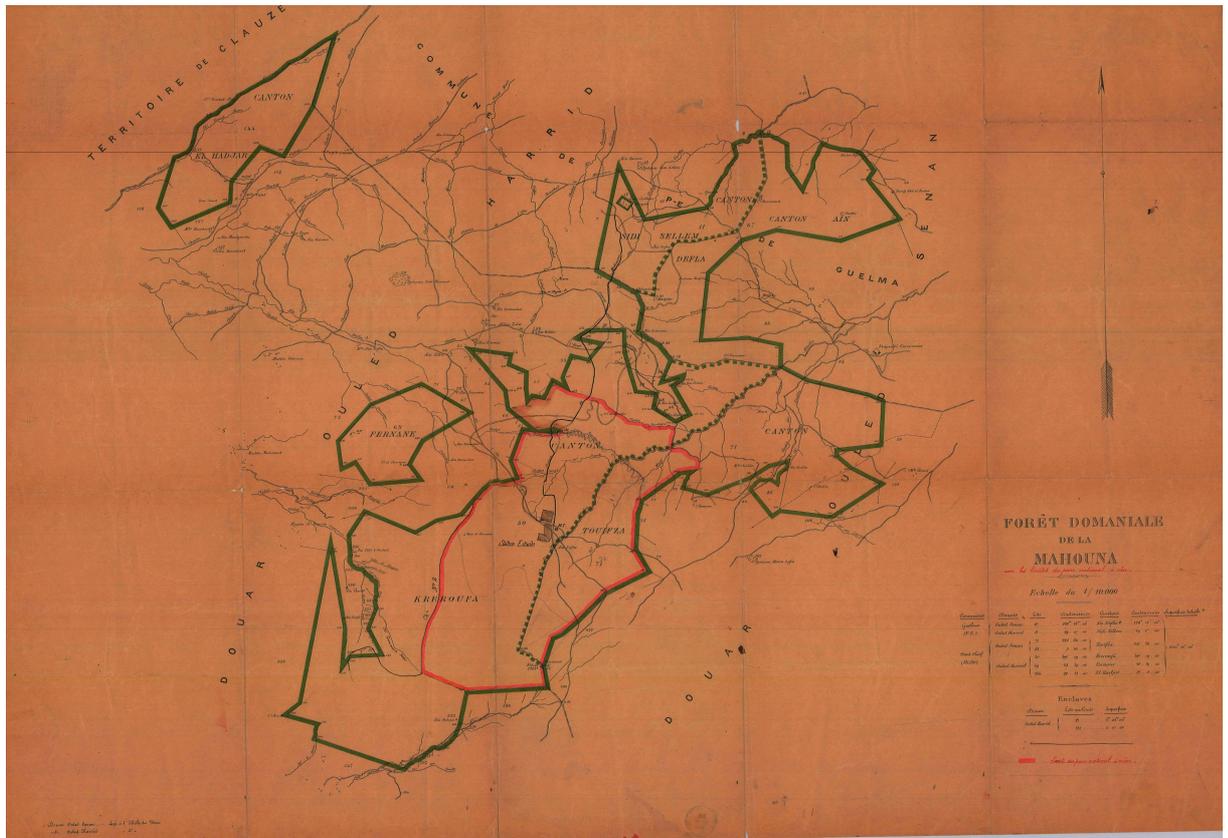


Fig. 5- Carte topographique de la forêt domaniale de la Mahouna (1/10 000 ème).

. Elle est divisée en six cantons (fig. 5) à savoir :

\*Ain Defla: 128<sup>ha</sup> 14<sup>a</sup> 00<sup>c</sup>

\*Khroufa: 496<sup>ha</sup> 09<sup>a</sup> 00<sup>c</sup>

\*El Fernan: 48<sup>ha</sup> 39<sup>a</sup> 00<sup>c</sup>

\*El Hadjar: 82<sup>ha</sup> 13<sup>a</sup> 00<sup>c</sup>

\*Sidi Selem: 69<sup>ha</sup> 07<sup>a</sup> 00<sup>c</sup>

\*Touifza: 231<sup>ha</sup> 28<sup>a</sup> 00<sup>c</sup>

L'altitude varie entre 227 m et 1411 m (le point culminant). C'est une forêt de montagne à relief accidenté (pente supérieur à 25%).

Cette forêt fournit un liège de bonne qualité (0,97 q/ha) mais la régénération est absente et le peuplement est vieux et peu vigoureux ; elle constitue un centre d'estivage très fréquenté par les habitants de Guelma (Boudy, 1955).

### **3-4- Caractéristiques climatiques**

Le climat, en région méditerranéenne est un facteur déterminant en raison de son importance dans l'établissement, l'organisation et le maintien des écosystèmes. Ainsi un des objets essentiels de l'écologie méditerranéenne a été de rechercher la meilleure relation entre les différentes formations végétales et le climat vu sous l'angle biologique : le bioclimat.

De nombreux indices climatiques ont été proposés ; les plus courants sont basés essentiellement sur la pluie et la température. C'est le cas du quotient pluviothermique d'Emberger et de l'indice Xérothermique de Bagnouls et Gaussen (1953) qui sont les plus utilisés.

#### **3-4-1- Correction des données climatiques**

Les données météorologiques de la période (1988 et 2008) proviennent de la station météorologique de la commune de Belkhier de la wilaya de Guelma, qui se trouve à longitude 7°28 Est et la latitude 36°28 Nord. L'altitude de la station est de 227m.

Notre région d'étude est de type montagnaise. Elle se situe entre 300 et 1411m. Endroit difficiles d'accès, sans stations météorologique, c'est pour cette raison que l'on est parfois amené faire des extrapolations.

L'altitude est un facteur très important pour la répartition de la pluviométrie et la température. On sait que pour le versant Nord, la pluviométrie augmente en altitude de 40 mm tous les 100 m, et les températures diminuent de 0.7°C pour M (moyenne mensuelle de tous les maxima), et de 0.4°C pour m (moyenne mensuelle

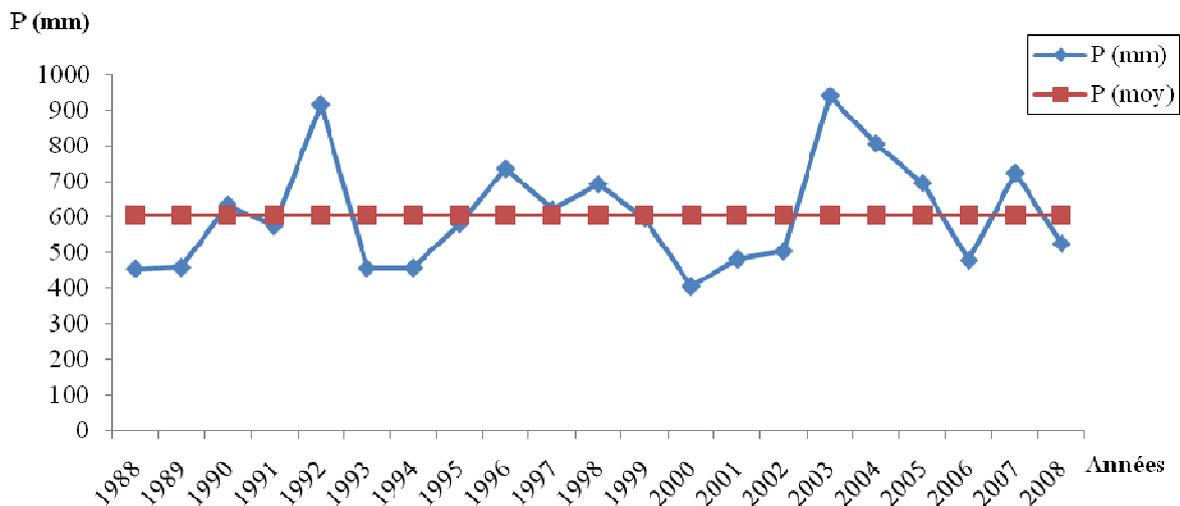
de tous les minima), alors que pour le versant Sud, la pluviométrie augmente de 20 mm tous les 100 m et la température diminue de la même façon que le versant Nord.

Pour cette raison que l'on a choisi 3 stations qui sont en relation avec l'altitude dans le versant Nord et 3 stations dans le versant Sud qui sont nommées comme suit :

Versant Nord	Versant Sud
S1 : à 400m	S'1 : à 400m
S2 : à 800m	S'2 : à 800m
S3 : à 1411m	S'3 : à 1411m

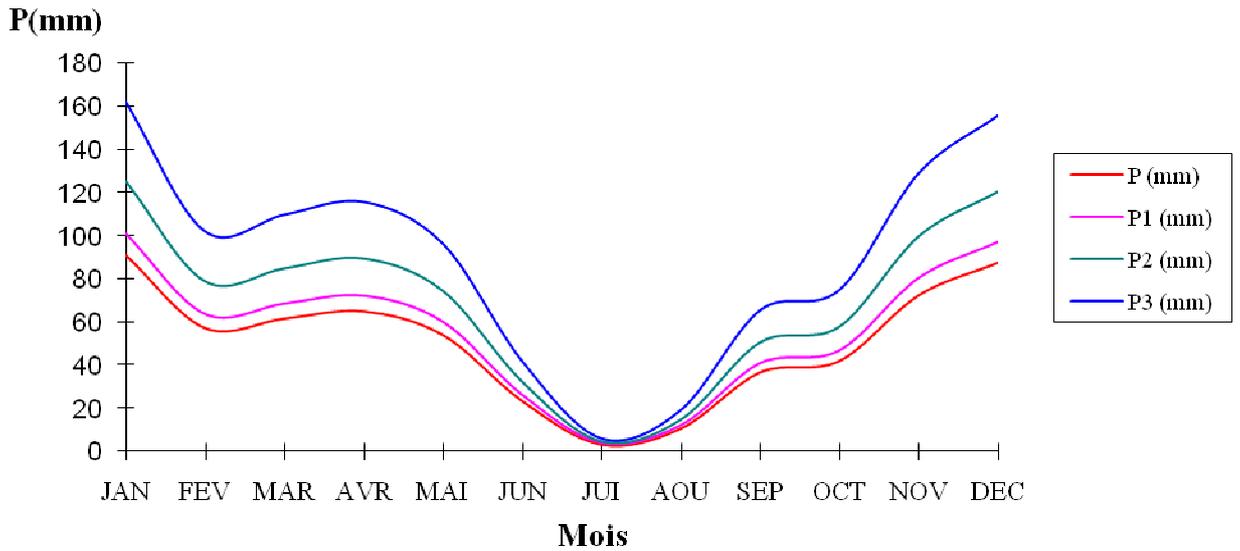
Les résultats se trouvent dans les tableaux de l'annexe.

### 3-4-2-Les précipitations



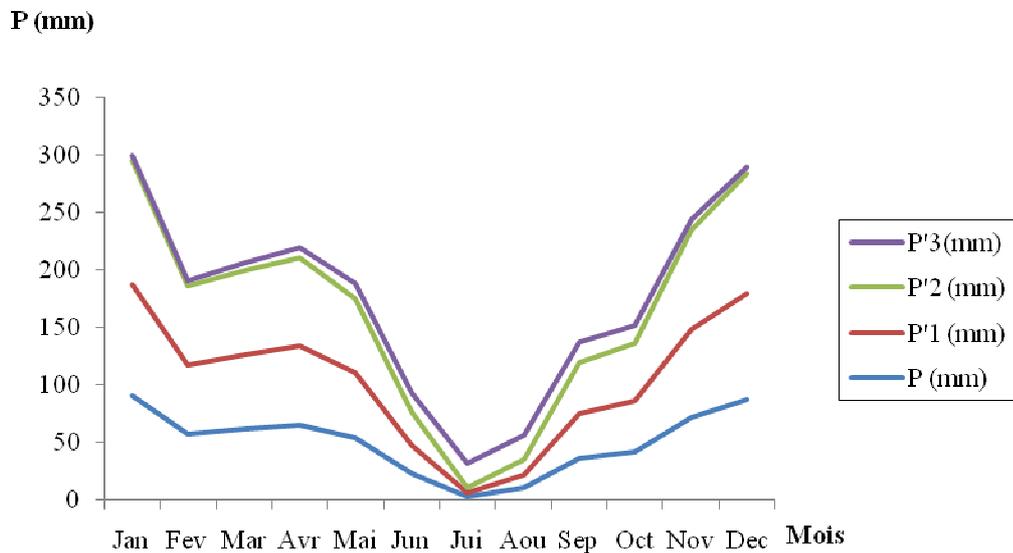
**Fig. 6- Variation de la pluviométrie de la station de Belhier**

On constate que les années 1992 et 2003 ont été les plus pluvieuses (914.1mm et 938.5mm), tandis qu'une grande diminution est observée durant l'année 2000 (la pluviométrie annuelle est de 405.3mm) (fig. 6).



**Fig. 7- Variation mensuelle de la pluviométrie dans les quatre stations du versant Nord.**

On constate que plus l'altitude augmente plus que la pluviométrie augmente (fig. 7).

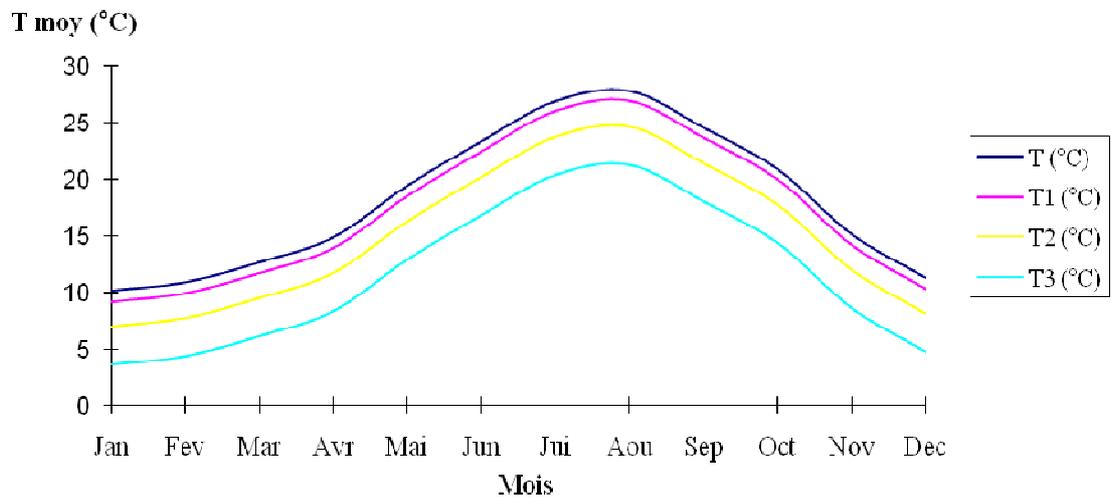


**Fig. 8- Variation mensuelle de la pluviométrie dans les quatre stations du versant Sud.**

### 3-4-3- La température

La température diminue avec l'altitude car la raréfaction de l'air limite l'absorption des radiations solaires (il y a moins d'air pour transformer l'énergie électromagnétique du soleil en chaleur) (Beltrando et Chémery, 1995).

Les résultats montrent que la température moyenne diminue avec l'altitude. On a observé que la plus faible moyenne est enregistrée au niveau de la station à 1411m (S4) (fig. 9).

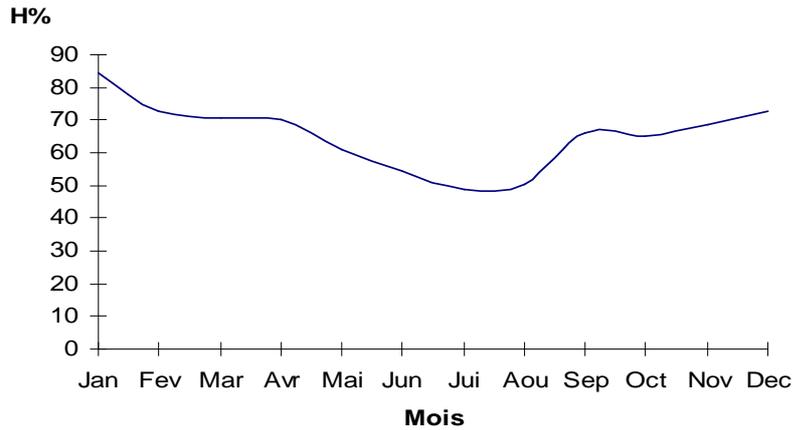


**Fig. 9- Variations mensuelles de température pour les quatre stations.**

### 3-4-4- L'humidité

L'humidité relative de l'air (H%) (ou degré d'hygrométrie), couramment notée  $\phi$ , correspond au rapport de la pression partielle de vapeur d'eau contenue dans l'air sur la pression de vapeur saturante (ou tension de vapeur) à la même température et pression (GFDL, 2009).

L'humidité relative de l'air atteint son maximum dans le mois de janvier (84.38%), alors que le minimum est observé dans le mois de juin (48.81%) (fig. 10).



**Fig. 10- Variation moyenne de l'humidité de la station de Belkhier.**

### 3-4-5- les vents

La vitesse du vent peut être exprimée par différentes unités ;

\*Mètre par seconde (m/s), \*Kilomètre par heure (km/h), \*Nœud (Kt)

Il existe des modalités d'évaluer la vitesse du vent sans la mesurer vraiment.

On utilise pour cela des échelles.

Une des échelles les plus souvent utilisées est celle de Beaufort, qui permet d'estimer la vitesse du vent selon ses effets sur l'environnement.

**Tab. I : Moyenne mensuelle de la vitesse des vents en m/s et des jours de sirocco de la station de Belkhier (période 1994-2008).**

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jun	Jui	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
<b>Moyenne mensuelle</b>	1,814	1,887	1,791	1,936	1,766	1,93	1,893	1,836	1,709	1,4	1,725	1,877
<b>Jours moy</b>	0	0.2	0.4	0.2	0.3	0.3	0.4	0.2	0.1	0.6	0.1	0

On constate que les vents qui soufflent dans la région sont faibles (Tab. I).

### \*Sirocco

Les sirocco est un vent chaud et sec. Le tableau ci-dessus présente la moyenne des jours de sirocco de la station de Belkhier (Tab. I).

### 3-4-6- La gelée

La période critique se situe du mois de décembre au mois de février, et se distingue par une fréquence inquiétante en période printanière au moment où la végétation est en période de floraison (Tab. II).

**Tab. II : Fréquence moyenne mensuelle de la gelée de la station de Belkhier (période de 1994-2008).**

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jun	Jui	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
<b>Moy mensuelle</b>	11.8	8.4	5.1	2.6	0.6	0	0	0	0	0	1.3	8.6

### 3-4-7- Synthèse climatique :

#### 3-4-7-1- Diagrammes ombrothermiques de Bagnouls et Gaussen (1953) :

Ces deux auteurs définissent un mois biologiquement sec, comme une période durant laquelle la quantité de pluie est inférieure ou égale au double des températures enregistrées, d'où la relation :  $P \leq 2 T$

A partir des données concernant les précipitations moyennes mensuelles (**P**) ainsi que celle des températures moyennes mensuelles (**T**) durant la période de (1988-2008) pour la wilaya de Guelma, et compte tenu du type montagneux de la région (l'altitude de la région varie entre 300 et 1411 m), et des deux versants, nous avons distingué 3 stations pour le versant Nord, 3 stations pour le versant Sud et la station de Référence celle de Belkhier.

Alors pour cela, nous avons réalisé le diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen pour chacune des sept stations ce qui nous ont permis de distinguer :

#### a) station de Belkhier :

- Une période sèche qui s'étend du mois de juin jusqu'à, pratiquement la mi du mois d'octobre (fig. 11).
- Une période humide qui s'étend dès la deuxième quinzaine du mois d'octobre jusqu'à la fin mai.

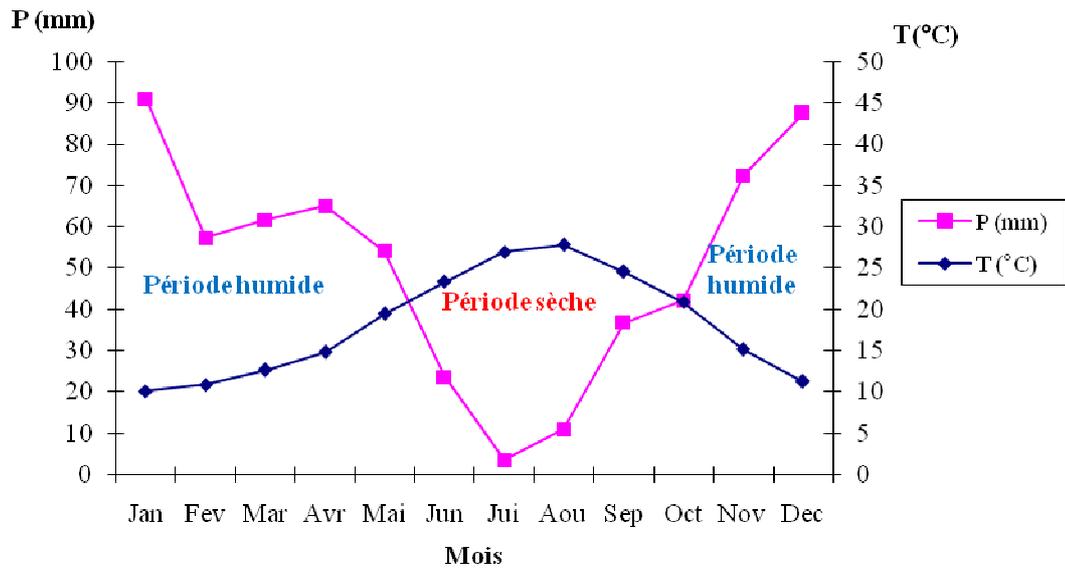


Fig. 11- Diagramme ombrothermique de la station de Belkhier.

b) Les stations du versant Nord

- Station S1 :

La figure 12 représente une saison sèche qui s'étend de juin à septembre et une saison humide qui s'étend du mois d'octobre à mai.

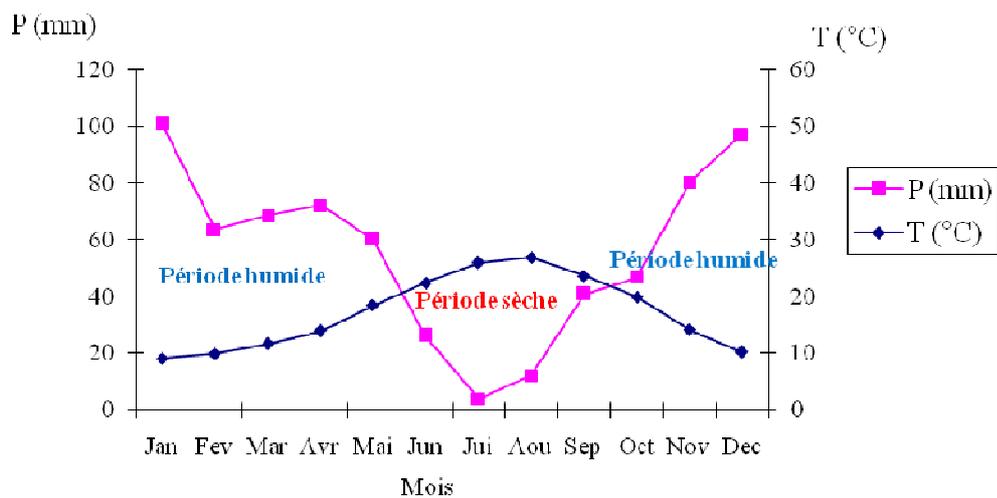
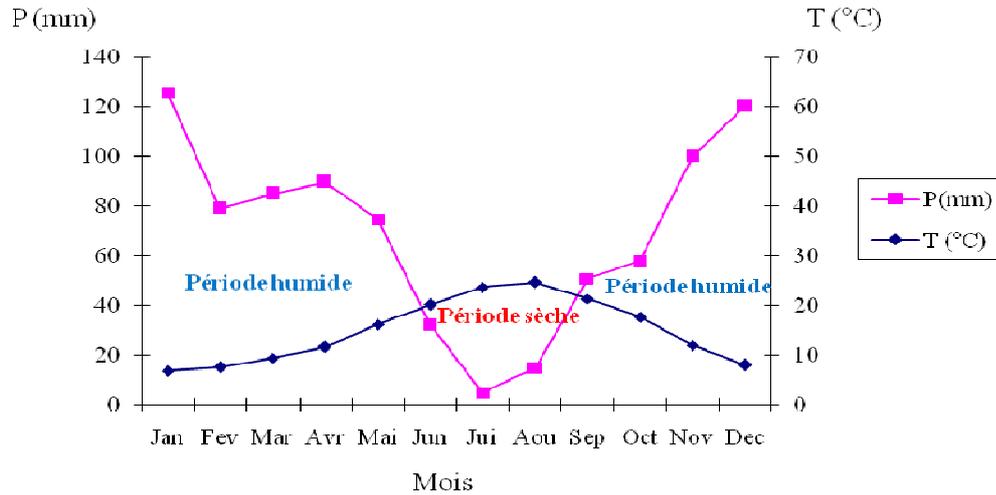


Fig. 12- Diagramme ombrothermique de la station à S1.

• **Station S2 :**

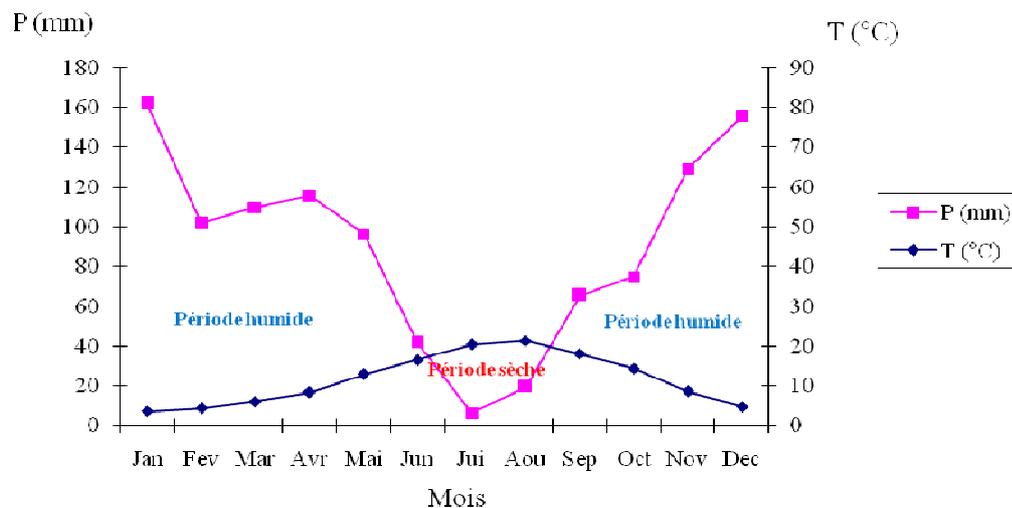
La figure 13 présente une saison sèche qui s'étend de la mi juin jusqu'à la mi septembre et une saison humide qui s'étend de la deuxième quinzaine de septembre jusqu'à juin.



**Fig. 13- Diagramme ombrothermique de la station S2.**

• **Station S3 :**

La saison sèche s'étend de la fin du juin à août et la saison humide s'étend du mois de septembre au mois de mai (fig. 14).



**Fig. 14. Diagramme ombrothermique de la station S3.**

c) Pour les stations du versant Sud

- Station S'1 :

D'après le diagramme ombrothermique (fig. 15) on remarque que la saison sèche s'étend de juin à septembre ; alors que la saison humide s'étend du mois d'octobre à mai.

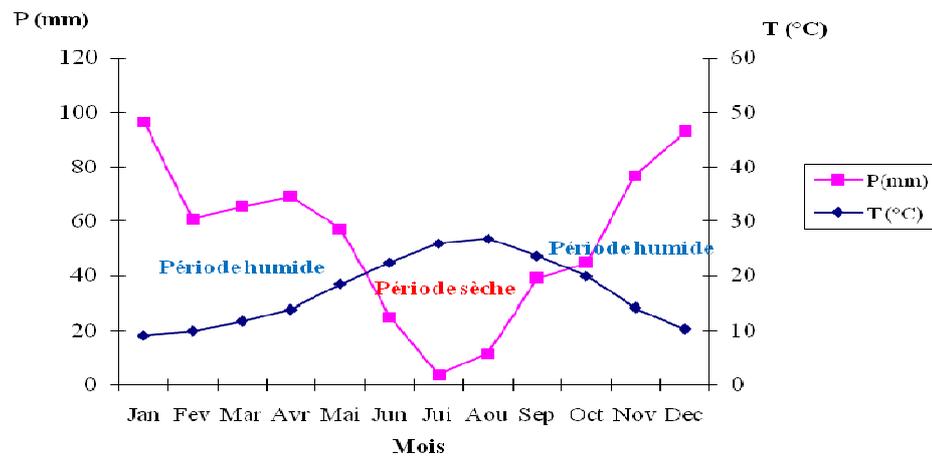


Fig. 15- Diagramme ombrothermique de la station S'1.

- Station S'2 :

- La durée de la période sèche est de 4 mois; alors que la période humide s'étend d'octobre jusqu'à mai (fig. 16).

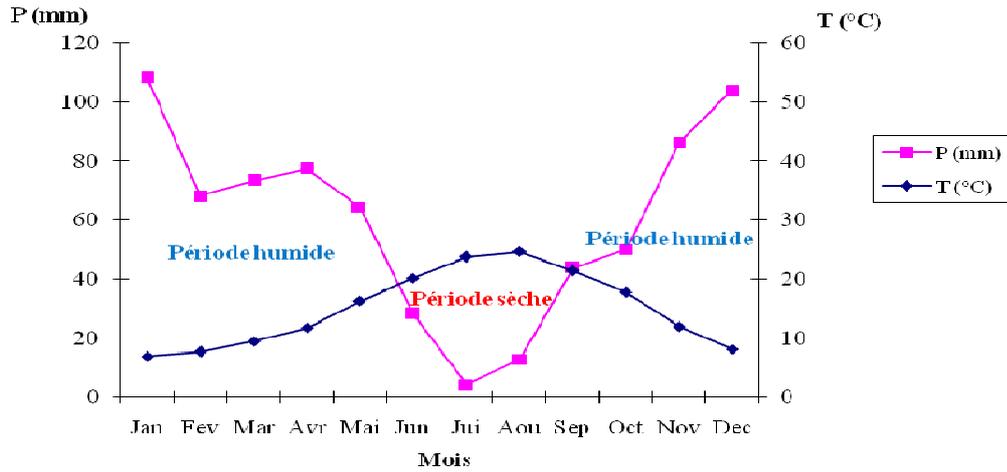


Fig. 16- Diagramme ombrothermique de la station S'2.

• Station S'3 :

Ce diagramme montre que la saison humide est plus longue, elle dure 9 mois, alors que pour la période sèche, elle est s'étend seulement de la mi juin jusqu'à août (fig. 17).

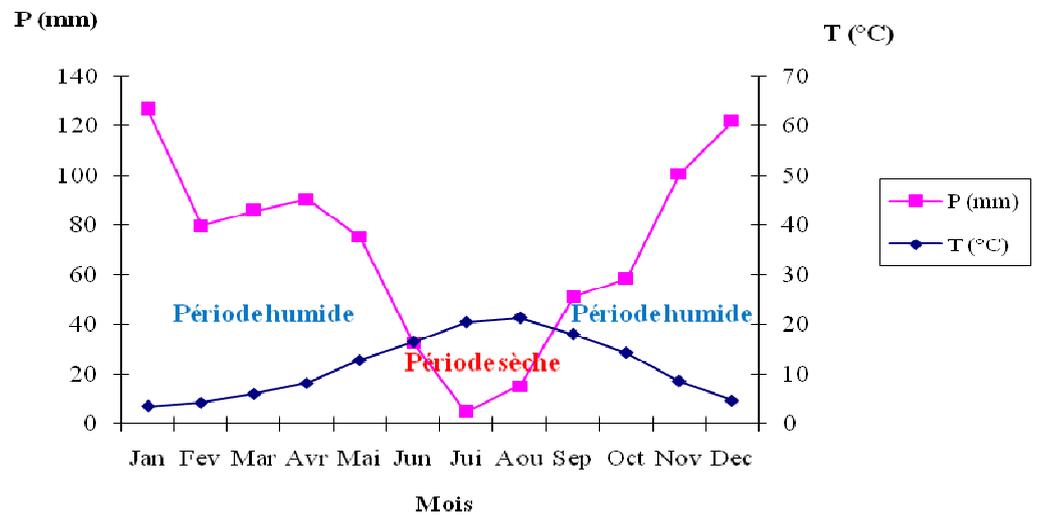


Fig. 17- Diagramme ombrothermique de la station S'3.

### 3-4-7-2- Localisation des stations dans le climagramme d'Emberger

#### a) Détermination des étages bioclimatiques des différentes stations étudiées

Notre région d'étude se situe au Nord-est algérien appartenant au bassin méditerranéen ; selon Quezel (1978), cette région appartient au domaine méditerranéen appelé aussi domaine méditerranéen africain.

Pour le bassin méditerranéen, à partir d'un coefficient pluvio-thermique d'Emberger (indice d'aridité perfectionné par la prise en compte de l'amplitude thermique annuelle) qui a classé toutes les stations météorologiques suivant deux coordonnées : d'une part les valeurs de ce coefficient et d'autre part la moyenne des températures du mois le plus froid (EMBERGER, 1930, 1955), il montre que le bassin méditerranéen dans son ensemble peut être subdivisé en cinq étages bioclimatiques : aride, semi aride, sub-humide, humide et per-humide :

- Aride (**P** compris entre **100** et **400** mm)
- Semi-aride (**P** entre **400** et **600** mm)
- Sub-humide (**P** entre **600** et **800** mm)
- Humide (**P** entre **800** et **1200** mm)
- Per-humide (**P** > **1200** mm) (QUEZEL, 2000).

Emberger a réalisé un climagramme où l'on retrouve l'ensemble de ces étages associés chacun à la température moyenne minimale du mois le plus froid et le coefficient pluviothermique correspondant. Ce climagramme permet de caractériser le climat d'une région et de la classer dans un étage bioclimatique.

Selon Emberger (1936), l'étage bioclimatique correspond à l'étage de végétation et les diverses structures de végétation qui correspondent à des critères écologiques spécifiques, notamment en fonction des étages altitudinaux de végétation et de type bioclimatiques (Quezel et al., 1990), peuvent être représentés sur le climagramme (Quezel, 2000).

**b) Calcul du quotient pluviothermique d'Emberger :**

Le calcul du quotient pluviothermique « Q<sub>2</sub> » d'Emberger est nécessaire pour déterminer l'étagé bioclimatique de chaque région. Pour cela nous prenons en considération les paramètres ci-dessous :

**P** : Précipitation annuelles en mm ;

**M** : Moyenne des températures maxima du mois le plus chaud en degré de Kelvin (°K) ;

**m** : Moyenne des températures minima du mois le plus froid en degré de Kelvin (°K).

La formule utilisée pour le calcul est la suivante : 
$$Q_2 = 2000 P / (M^2 - m^2)$$

Les résultats sont représentés dans le tableau suivant :

**Tab. III : Variables climatiques et bioclimatiques des stations du versant Nord.**

Stations	P (mm)	M (°K)	m (°K)	M (°C)	m (°C)	P/M	Q2	Bioclimats
Belkhier	606,25	309,17	277,75	36,17	4,75	16,761	65,750	Semi-aride-doux
S1	672,938	307,96	276,88	34,96	3,88	19,249	74,044	Sub-humide doux
S2	836,625	305,16	275,28	32,16	2,28	26,014	96,477	Sub-humide frais
S3	1079,125	300,88	272,82	27,88	-0,18	38,706	134,069	Humide froid

**Tab. IV : Variables climatiques et bioclimatiques des stations du versant Sud.**

Stations	P (mm)	M (°K)	m (°K)	M (°C)	m (°C)	P/M	Q2	Bioclimats
S'1	642,625	307,96	276,88	34,96	3,88	18,382	70,710	Sub-humide doux
S'2	721,439	305,16	275,28	32,16	2,28	22,433	83,190	Sub-humide frais
S'3	842,689	300,88	272,82	27,88	-0,18	30,226	104,694	Humide froid

Selon le climagramme pluviothermique d'Emberger, la station de Belkhier et la station à S1 sont situées dans le bioclimat semi-aride tempéré, la station S'1 est situé dans le sub-humide doux, les stations de S2 et S'2 dans le subhumide frais et les stations S3 et S'3 dans l'humide froid.

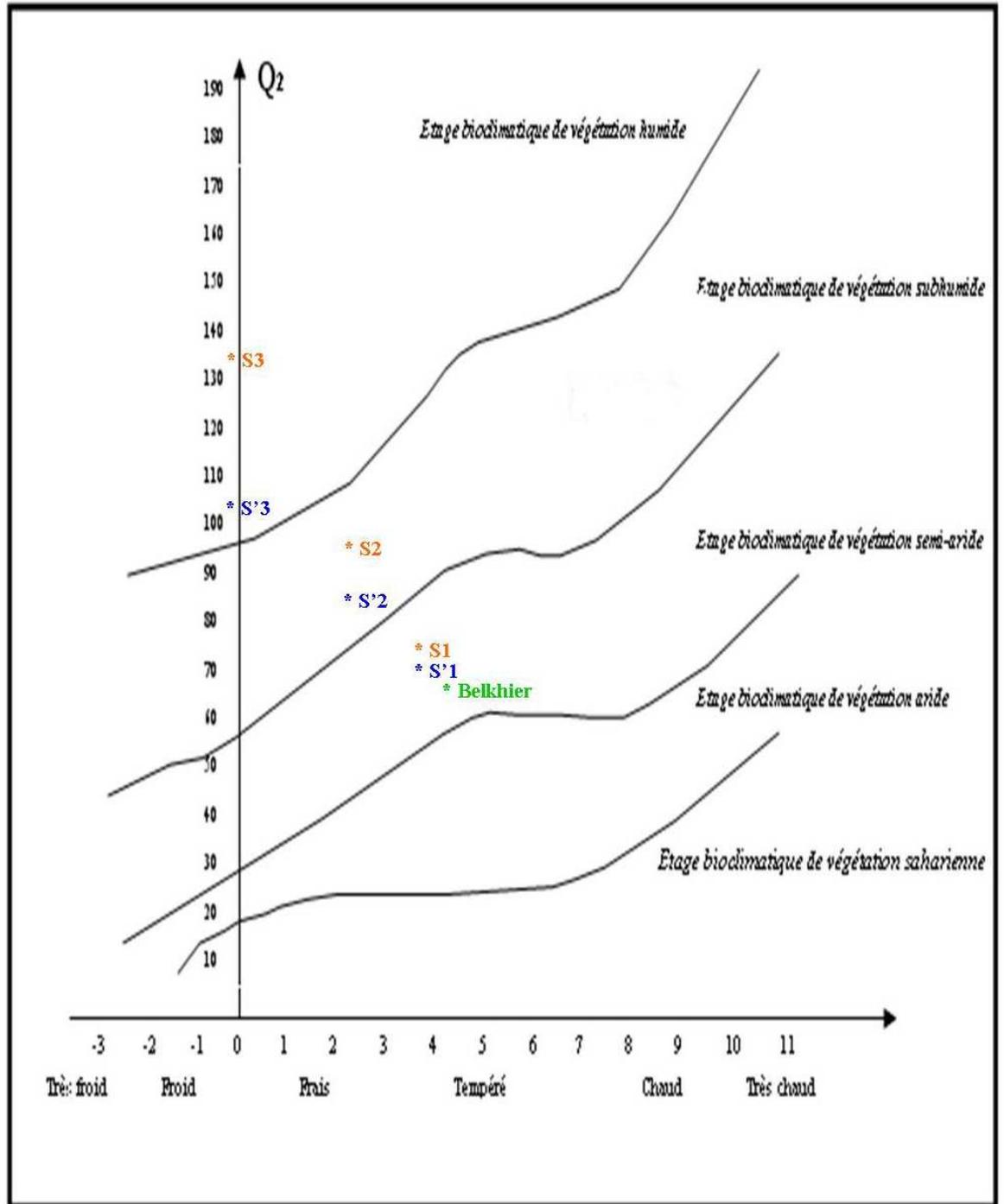


Fig. 18- Climagramme simplifié d'Emberger.

Selon Stewart (1972), la station de Belkhier est située dans l'étage bioclimatique semi-aride doux,

Les stations S1 et S'1 dans le subhumide inférieur doux,

Les stations S2 et S'2 dans le subhumide moyen frais,

Les stations S3 et S'3 dans l'humide froid.

**c) L'indice d'aridité de Demartonne :**

Cet indice caractérise l'aridité du climat d'une région donnée. Il s'exprime comme suit :

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

P : Précipitation moyenne annuelle en (mm).

T : Température moyenne annuelle en (°C).

$$I = 606.25 / (18,15 + 10) = \mathbf{21,54}$$

Pour :

$20 < I < 30$  : Climat tempéré

$10 < I < 20$  : Climat semi-aride

$7.5 < I < 10$  : Climat steppique

$5 < I < 7.5$  : Climat désertique

$I < 5$  : Climat hyper-aride

La valeur trouvée de l'indice d'aridité de la station de Belkhier de la Wilaya de Guelma traduit par un climat tempéré.

**d) L'indice Xerothermique d'Emberger :**

Comme le  $Q_2$  ne tient pas compte de la xéricité, Emberger (1941), a caractérisé l'intensité de la sécheresse estivale par l'indice (S) :

$$S = PE / M$$

Où le PE représente la somme des précipitations moyennes estivales et M la moyenne des températures du mois le plus chaud.

Le climat ne peut être considéré comme méditerranéen du point de vue phytogéographique que si  $S < 7$ .

Pour notre zone l'indice xerothermique est le suivant :  
 $S = 74,84 / 36,17 = 2,07$

La valeur trouvée de l'indice xerothermique S, indique que le climat de la wilaya de Guelma est typiquement méditerranéen.

### **Conclusion**

Le climat de la forêt de la Mahouna est pratiquement de type méditerranéen comme tout le Nord algérien et est caractérisé par :

- La concentration des pluies pendant la période froide (automne et hiver)
- Une sécheresse apparente pendant les mois les plus chauds (été).

La durée de la saison humide varie selon l'altitude et l'exposition ; plus on monte en altitude plus la durée de la période humide augmente (9 mois pour le point culminant 1411m dans les versant), alors qu'on a une diminution remarquable de la pluviométrie dans le versant Sud (le versant Nord est donc plus pluvieux et plus froid que le versant Sud qui est plus chaud et plus sec).

L'utilisation du quotient pluviothermique d'Emberger dont l'application est propre aux régions méditerranéennes permet de classer la forêt de la Mahouna dans trois étages bioclimatiques différents (semi-aride tempéré, subhumide frais et humide froid). Cette classification repose sur une moyenne de 21 ans (de 1988 jusqu'à 2008), condition de temps nécessaire et suffisante pour une caractérisation fiable du climat de la région.

En conclusion on peut dire que le climat du massif de la Mahouna est caractérisé par :

- Une pluviométrie annuelle supérieure à 600 mm ;

- Une période humide assez longue ;
- Des températures fortes en saison estivale et basse en saison hivernale ;
- Des gelées couvrant des périodes allant de décembre à février ;
- Des vents à faible fréquence.

### 3-5- Etagement de la végétation

Dans chaque pays le climat façonne la végétation à son image et à chaque type de climat méditerranéen correspond un étage de végétation du même nom qui est l'expression vivante et se superpose exactement à lui (Boudy, 1952).

Dans les régions montagneuses les facteurs climatiques provoquent un gradient écologique dépendant en particulier d'échange de la température et les précipitations avec l'altitude qui déterminent un étagement de la végétation.

Selon Quezel (1979-1980), la zonation altitudinale des écosystèmes forestiers répond à des critères thermiques notamment la température minimale du mois le plus froid.

- Etage oroméditerranéen variante entrainement froid  $m < -7^{\circ}\text{C}$
- Etage montagnard variante très froide  $-7^{\circ}\text{C} < m < -3^{\circ}\text{C}$
- Etage supra méditerranéen variante froide  $-3^{\circ}\text{C} < m < 0^{\circ}\text{C}$
- Etage mesoméditerranéen variante fraîche  $0^{\circ}\text{C} < m < 3^{\circ}\text{C}$
- Etage thermoméditerranéenne variante tempérée et chaud  $m > 3^{\circ}\text{C}$

Pour notre région on a donc trois étages de la végétation

- 1- L'étage thermoméditerranéen : on le trouve entre 227 m et 400 m d'altitude ; c'est le domaine de l'Oléo-Cératonion avec : *Olea europea*, *Ceratonia siliqua*, *Pistacia lentiscus*, *Chamaerops humilis* ; (bioclimat subhumide chaud et semi-aride).
- 2- L'étage mesoméditerranéen : se trouve entre 400 m et 800 m d'altitude ; il se caractérise par des bioclimats subhumide et humide avec les chênaies à *Quercus coccifera* et *Quercus suber*.

- Sous-étage inférieur : Chêne kermès et Chêne liège à Lentisque.

-Sous-étage supérieur : suberaie dense, groupement mixte du Chêne zeen et Chêne liège.

3- L'étage supraméditerranéen : se trouve dans les altitudes de 1300 m à 1411m. Il se caractérise par un bioclimat humide avec la formation de Chêne zeen (fig. 18).

# CHAPITRE III

## **MATERIELS ET METHODES**

### III- MATERIELS ET METHODES

#### 1- Matériels utilisés

Les données et le matériel utilisés pour ce travail sont :

- Une carte d'état major 1/10 000 ème de la forêt domaniale de la Mahouna ayant servi pour faire le zonage de la forêt ;
- Une carte topographique IGN type 1960 (échelle 1/50 000 ème) (Guelma) ;
- Une carte géologique 1/50 000 ème de Mahouna (feuille N°76 de l'Algérie) ;
- Hcl : pour vérifier sur le terrain s'il s'agit d'un substrat calcaire ;
- Un GPS (Garmen 72) de positionnement pour l'orientation et le prélèvement des coordonnées géographiques à l'intérieur de chaque station ;
- Des jumelles, pelle, pioche, sécateur, sachets ;
- Un véhicule de terrain (4x4) ;
- Appareil-photos numérique ;
- Matériel indispensable pour conserver les espèces récoltés sous forme d'herbier (boit, fiches cartonnées, papiers cellophanes...).

#### 2-La méthodologie

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

- Une première étape de travail de terrain (relevés phytoécologiques, repère géographique).
- Une deuxième étape basée sur la cartographie et l'élaboration des différentes cartes thématiques et synthétiques relatives à notre zone d'étude dont la carte de végétation est réalisée à partir de traitement de l'image satellitaire (photos satellites de capteur Landsat TM5, 2007) et de photos aériennes (2003) par les logiciels de SIG (Système d'Information Géographique : MAPINFO 8.0, ENVI 4.5 et ARCVIEW).
- Une dernière étape d'analyse et de synthèse.

L'objectif de la première phase concerne le découpage de l'aire étudiée en zone floristiquement homogènes, et le diagnostic exhaustif pour l'identification et la caractérisation de la végétation à travers une étude phytoécologique qui aboutirait à :

- Un inventaire des espèces végétales existantes dans la zone ;

- Une caractérisation des différentes conditions écologiques : topographie, altitude, pente, exposition...
- Une identification des différentes formations végétales existantes et la recherche de la structure floristique la plus caractéristique de la zone d'étude.

### 2-1- Méthode d'étude de la végétation

Plusieurs reconnaissances sur le terrain se sont imposées ; au cours de cette prospection préliminaire un zonage basé sur deux paramètres a été opéré :

- L'exposition (Nord, Sud, Est, Ouest...)
- La densité de la végétation (forêt dense, forêt claire, maquis, broussailles...)

Des relevés floristiques constituent des inventaires qualitatifs et quantitatifs de la végétation ; ils contiennent la liste floristique exhaustive avec les différents indices :

#### \* Coefficient d'abondance dominance de Braunt- Blanquet (1960)

C'est la suivante :

- + : recouvrement et abondance très faible,
- 1 : espèce abondante mais recouvrement faible < 5%,
- 2 : espèce très abondante mais recouvrement compris entre 5 et 25%,
- 3 : recouvrement compris entre 25 et 50%,
- 4 : recouvrement compris entre 50 et 75%,
- 5 : recouvrement >75%.

#### \* Indice de Présence

C'est le rapport entre le nombre de relevées « n » où l'espèce (x) existe et le nombre total « N » de relevés effectués exprimé le plus souvent en %.

$$P(\%) = 100 \cdot x, n / N$$

Elle est résumée par le tableau suivant :

Indice de présence	Type
I	Espèces présentes dans moins de 20% des relevés
II	Espèces présentes dans 20 à 40% des relevés
III	Espèces présentes dans 40 à 60% des relevés
IV	Espèces présentes dans 60 à 80% des relevés
V	Espèces présentes dans 80 à 100% des relevés

### \* Indice de fréquence

C'est un indice à caractère synthétique. La fréquence indique le nombre de relevé ou l'espèce « x » est présente. On peut également l'apprécier suivant une échelle de I à V résumé par le tableau suivant :

Indice de fréquence	Type
$0 < F < 20\%$	Espèces très rares
$20 < F < 40\%$	Espèces rares
$40 < F < 60\%$	Espèces fréquentes
$60 < F < 80\%$	Espèces abondantes
$80 < F < 100\%$	Espèces très constantes

Trois strates ont été retenues permettant l'identification des formations végétales.

Strate arborescente, strate arbustive et strate herbacée.

### 2-2- Choix de zonage

Après avoir détecté la variabilité de la végétation, un zonage de confirmation a été fait, les zones réalisées permettent de repérer plusieurs gradients altitudinaux et géomorphologiques (sommets, versants, terrains plats, bas-fond...). A l'intérieur de chaque zone les stations sont installées de façon aléatoire pour une meilleure description de la végétation.

### 2-3- Choix des stations

Pour avoir un bon aperçu de la diversité floristique et de l'hétérogénéité des formations végétales présentes, de nombreux relevés phytoécologiques ont été effectués sur des surfaces relativement homogènes (dans la même zone). Cette notion importante pour la qualité de l'information a été associée à celle de l'aire minimale qui est décrite par (GOUNOT, 1969).

Celle-ci joue un rôle de premier ordre car elle permet la comparaison floristique de relevés spatialement dispersés.

La détermination des espèces a été faite à l'aide de Mme Toubal et aussi à l'aide de clés de détermination (flores) (Guittonneau, 1983) Quezel et Santa (1962-1963).

Pour lever toute ambiguïté, il s'avère nécessaire de définir le terme "station" tel qu'on l'a utilisé dans ce travail « La station, est la surface dans laquelle on a effectué le relevé phytoécologique » ; elle représente une surface où les conditions écologiques sont homogènes, et où la végétation est uniforme (GUINOCHET, 1973).

Ainsi, le choix des stations tient compte de la physionomie de la végétation (densité du couvert, composition floristique...) et des conditions écologiques (texture du sol, position topographique, micro-climat, exposition des versants,...).

#### **2-4- Réalisation des relevés phytoécologiques**

Le relevé phytoécologique représente une liste de plantes auxquelles on affecte le coefficient d'abondance-dominance ; Ce coefficient est évalué par rapport au recouvrement des plantes sur une surface donnée. La surface du relevé est proportionnelle à la structure de la communauté échantillonnée.

La notion d'aire minimale, que l'on présente volontiers comme une donnée objective et opérationnelle, s'avère elle-même moins évidente qu'il n'y paraît. Selon la définition originelle, l'aire minimale est « l'espace minimum [que demande un individu d'association] pour acquérir le développement auquel correspond l'ensemble spécifique normal » (Braun-Blanquet & Pavillard, 1928). Un relevé ne sera considéré comme représentatif de l'individu d'association étudié que s'il est effectué sur une surface au moins supérieure à l'aire minimale. Bien que cette technique soit en fait très rarement utilisée, on définit classiquement l'aire minimale d'un individu d'association à partir de la courbe aire-espèces (courbe d'accroissement du nombre d'espèces en fonction de la surface, que l'on augmente par doublements successifs de placettes imbriquées, cf. Gounot, 1969, p. 31).

Selon Lippmaa (1935), la surface des relevés doit se situer entre 1 et 4 m<sup>2</sup> pour les associations herbacées, autour de 25 m<sup>2</sup> pour les associations arbustives de sous-bois. Elle est plus importante dans les formations arborescentes, mais ne dépasse généralement pas 100 m<sup>2</sup> (Guinochet, 1973). Et pour la végétation ripisylve, l'aire minimale est de 20 m de long.

Au sein de chaque station, un relevé phytoécologique a été effectué ; ce dernier est un ensemble d'observations brutes et synthétiques sur le milieu et sur la végétation qui s'y développe. Plusieurs relevés phytoécologiques ont été réalisés au sein de notre forêt. Les mesures ont été opérées surtout durant la période de pic de végétation (Avril à Juillet).

Mais pour avoir un inventaire assez complet de la végétation, il a été nécessaire d'effectuer des relevés à différentes périodes de l'année, car les périodes de floraison sont différents selon les espèces (espèces bulbeuses fleurissent en automne et l'hiver).

# CHAPITRE IV

## **PARICULARITES FLORISTIQUES ET ECOLOGOQUES DES PRINCIPALES FORMATIONS VEGETALES**

## IV- PARTICULARITES FLORISTIQUES ET ECOLOGIQUES DES PRINCIPALES FORMATIONS VEGETALES

### 1- Le Chêne liège (*Quercus suber*)

Le chêne-liège est une essence endémique du domaine atlantique du bassin méditerranéen : Italie, Corse, Sicile, France, Portugal, Espagne, Maroc, Algérie et Tunisie (fig.19). La superficie en Algérie et localisation surtout dans le Nord-Est algérien.

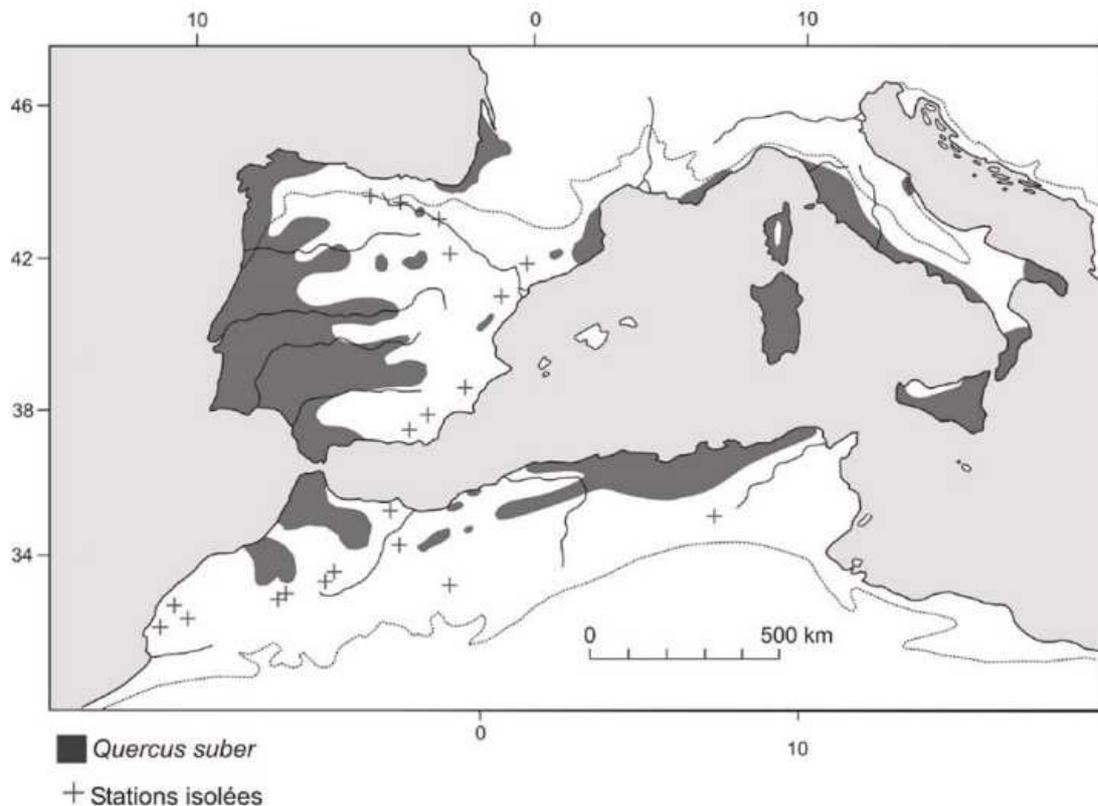


Fig. 19- Aire de distribution du chêne-liège (Quézel et Médail, 2003).

### 1-2- Particularités écologiques

De nombreux chercheurs se sont penchés sur l'étude des exigences écologiques du Chêne liège notamment Emberger (1939), Marion (1951), Sauvage (1960) et Achhal et al. (1980).

Le Chêne liège est une essence de lumière qui se présente suivant plusieurs aspects selon les conditions écologiques (édaphiques et climatiques) et l'intensité de la dégradation.

\* **Sol** : C'est une espèce silicicole dont le substrat est constitué essentiellement de grès numidiens donnant des sols bruns forestiers (de type rendzine), calcifuge, le chêne liège supporte mal les sols très argileux ; il ne se développe bien que sur les roches dont la désagrégation climatique et géologique donne un sol sableux, tels que les granites et les grès sur tous leur forme (Sauvage, 1960). Les substrats peuvent être sablonneux ou compacts, schistes, grès dans la région de Ain Safia et Kef el Fernane.

\* **Climat** : Le chêne liège prospère depuis le bord de la mer jusqu'à 1500 m en général, exceptionnellement 2000 m dans le haut Atlas marocain. Dans la Mahouna on le trouve entre 800 et 1200 m d'altitude sur le versant N.E à 1411 m il y a quelques pieds de chêne liège dispersés et on le voit réapparaître au sommet du massif à la faveur de substrat favorable.

Il développe des peuplements sylvatiques importants en ambiance bioclimatique sub-humide, humide et per-humide à variantes tempérée, chaude, fraîche et localement froide (Achhal et al. , 1980 ; Benabid,1982a). Il apparaît également au semi-aride chaud et tempéré grâce aux compensations écologiques (humidité relative de l'air élevée, précipitations occultes, nappe phréatique proche etc ...).

Par son comportement à l'égard des facteurs climatiques, le chêne-liège se place parmi les essences les plus plastiques, aussi bien du point de vue de la température que de la pluviométrie. Toutefois, il marque ses préférences pour des températures douces de l'ordre de 13 à 18 °C et craint les basses températures de l'ordre de -9 °C, si celles-ci durent plus de 3 jours.

Du point de vue étage de végétation, le chêne liège apparaît au mésoméditerranéen et au niveau du thermoméditerranéen dans la forêt de la Mahouna et il se trouve aussi dans le supraméditerranéen quand il rencontre des conditions écologiques favorables (sol peu profond, exposition N.E).

### 1-3- Les groupements végétaux du chêne liège (peuplement)

Essence de lumière par excellence, le chêne liège donne naissance à des peuplements clairs, ouverts, dans lesquels le sous-bois joue un rôle prépondérant ; ce sous-bois est surtout développé sur les terrains siliceux de l'étage humide (grès numidien) et son volume atteint jusqu'à 60 stères à l'hectare, soit la moitié de celui du peuplement principal ; il disparaît à peu près dans les forêts denses ou quand le sol manque de profondeur ; la forme sylvicole la plus habituelle des peuplements de chêne liège est la futaie jardinée claire.

Le tableau V rend compte de la composition du peuplement de chêne liège, la diversité floristique et botanique sont consécutive à la diversité des différents biotopes. La flore rencontrée est analogue à celle décrite par Boudy (1952) comme suit :

**Tab. V- Composition floristique type de la forêt de chêne liège de l'étage subhumide et humide (Boudy, 1952)**

<i>Arbutus unedo</i>	<i>Clematis cirrhosa</i>	<i>Erica scoparia</i>
<i>Lavandula stoechas</i>	<i>Rhamnus alaternus</i>	<i>Erica arborea</i>
<i>Calycotome spinosa</i>	<i>Clematis flammula</i>	<i>Genista tricuspidata</i>
<i>Lonicera implexa</i>	<i>Rubus ulmifolius</i>	<i>Hedera helix</i>
<i>Cistus salvioefolius</i>	<i>Crataegus onogyna</i>	<i>Smilax mauritanica</i>
<i>Lonicera etrusca</i>	<i>Ruscus hypophyllum</i>	<i>Viburnum tinus</i>
<i>Cistus monspeliensis</i>	<i>Cytisius triflorus</i>	<i>Ampeledesma mauritanica</i>
<i>Phillyrea media</i>	<i>Myrtus communis</i>	<i>Pteris aquilina</i>

**\* La forêt dense de Chêne liège**

Il existe sous forme de forêt dense avec la Cytise et la Bruyère comme espèces dominantes. Il peut se présenter également en forêt clairsemée où dominent les espèces de maquis : *Daphne gnidium*, *Erica arborea*, *Calycotome spinosa*, *Phillyrea angustifolia*, *Lavandula stoechas*, *Cistus salvifolius*... ; cette forêt dense est constituée d'un vieux bois à régénération difficile (photo 1).



**Photo 1- Groupements de *Quercus suber* et *Erica arborea* (Juin 2009).**

Le tableau VI montre la richesse floristique du peuplement de chêne liège.

**Tab. VI : Les relevés floristiques de la forêt du chêne liège de la Mahouna.**

Numéro de relevé	1	2	3	4	5	Fréquence	Présence
Altitude (m)	793	828	1000	1118	1051		
Roche –mère	Argile	Grès	Grès	Grès	Grès		
Exposition	N	N.NE	N	N. NO	N		
Coordonnées Géographiques (WGS84) (GPS).	7°23E 36°29N	7°23E 36°24N	7°22E 36°23N	7°22E 36°22N	7°22E 36°22N		
<b>Strate arborescente</b>							
<i>Quercus suber</i>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>V</b>
<b>Strate arbustive</b>							
<i>Olea oleaster</i>	+	.	.	.	.	<b>1</b>	<b>I</b>
<i>Pistacia lentiscus</i>	<b>2</b>	.	.	.	.	<b>1</b>	<b>I</b>
<i>Cistus monspeliensis</i>	<b>1</b>	<b>3</b>	.	.	.	<b>2</b>	<b>II</b>
<i>Phillyrea angustifolia</i>	+	.	.	.	.	<b>1</b>	<b>I</b>
<i>Calicotome spinosa</i>	+	<b>1</b>	+	<b>1</b>	.	<b>4</b>	<b>IV</b>
<i>Asparagus acutifolius</i>	+	.	.	.	.	<b>1</b>	<b>I</b>
<i>Cistus salvifolius</i>	<b>1</b>	<b>1</b>	+	+	.	<b>4</b>	<b>IV</b>
<i>Daphne gnidium</i>	+	.	+	.	.	<b>2</b>	<b>II</b>
<i>Ampelodesma mauritanica</i>	+	+	+	.	.	<b>3</b>	<b>III</b>
<i>Crataegus monogyna</i>	+	+	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>V</b>
<i>Erica arborea</i>	.	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	+	<b>4</b>	<b>IV</b>
<i>Lavandula stoechas</i>	.	<b>1</b>	+	.	.	<b>2</b>	<b>II</b>
<i>Rosa sempervirens</i>	.	+	.	.	.	<b>1</b>	<b>I</b>
<i>Rubus ulmifolius</i>	.	+	<b>1</b>	.	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>III</b>
<i>Cytisus triflorus</i>	.	.	.	<b>2</b>	+	<b>2</b>	<b>II</b>
<b>Strate herbacée</b>							
<i>Asphodelus microcarpus</i>	+	.	+	<b>1</b>	.	<b>3</b>	<b>III</b>
<i>Daucus carota</i>	+	+	.	.	.	<b>2</b>	<b>II</b>
<i>Pteris aquilina</i>	+	.	.	.	.	<b>1</b>	<b>I</b>
<i>Thymus vulgaris</i>	.	.	+	.	.	<b>1</b>	<b>I</b>
<i>Cyclamen africanum</i>	.	.	.	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>II</b>
<i>Anagallis arvensis</i>	.	.	.	.	+	<b>1</b>	<b>I</b>
<b>Strate lianoïde</b>							
<i>Smilax aspera</i>	+	.	.	.	.	<b>1</b>	<b>I</b>
<i>Hedera helix</i>	.	.	.	.	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>I</b>

**\* La forêt claire de Chêne liège**

Elle peut se mélanger au chêne zéen à la limite de leurs aires écologique donnant un groupement mixte chêne liège et chêne zéen (photo.2).



**Photo 2- Forêt mixte de *Quercus suber* et *Quercus canariensis*  
(Décembre 2008).**

Le chêne zéen occupant les stations plus fraîches et orientées essentiellement N.N.O ; dans le tableau VII on observe que la composition floristique du groupement mixte chêne liège et chêne zéen, contient à la fois des espèces du chêne liège et celles du chêne zéen.

**Tab. VII- Les relevés floristiques de la forêt mixte du chêne liège et chêne zeén de la Mahouna :**

Numéro de relevé	1	2	3	4	Fréquence	Présence
Altitude (m)	1127	1241	1126	1135		
Roche –mère	Grès	Grès	Grès	Grès		
Exposition	N. NE	N	N. NE	E		
Coordonnées géographiques (WGS84) (GPS).	7°23'02E 36°22'96N	7°22'42E 36°22'36N	7°22'13E 36°22'49N	7°22'964E 36°23'286N		
<b>Strate arborescente</b>						
<i>Quercus canariensis</i>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>V</b>
<i>Quercus suber</i>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>V</b>
<b>Strate arbustive</b>						
<i>Crataegus monogyna</i>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	+	<b>4</b>	<b>V</b>
<i>Erica arborea</i>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>V</b>
<i>Rubus ulmifolius</i>	+	+	+	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>V</b>
<i>Cytisus triflorus</i>	+	.	.	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>II</b>
<i>Cyclamen africanuim</i>	+	+	+	.	<b>3</b>	<b>III</b>
<i>Viburnum tinus</i>	+	+	+	+	<b>4</b>	<b>V</b>
<i>Rhamnus alaternus</i>	+	+	.	.	<b>2</b>	<b>II</b>
<i>Cistus salvifolius</i>	+	+	<b>1</b>	+	<b>4</b>	<b>V</b>
<i>Daphne gnidium</i>	+	<b>1</b>	+	.	<b>3</b>	<b>IV</b>
<b>Strate herbacée</b>						
<i>Asphodelus microcarpus</i>	<b>1</b>	+	+	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>V</b>
<i>Pteris aquilina</i>	+	<b>1</b>	.	+	<b>3</b>	<b>IV</b>
<i>Hedera helix</i>	+	+	+	.	<b>3</b>	<b>IV</b>
<i>Thruicia hispidata</i>	+	.	.	+	<b>2</b>	<b>III</b>
<i>Hypericum perfoliatum</i>	.	+	+	.	<b>2</b>	<b>III</b>
<i>Rscus hypophyllum</i>	+	.	+	+	<b>3</b>	<b>IV</b>
<i>Lonicera implexa</i>	+	+	+	.	<b>3</b>	<b>IV</b>
<i>Geranium sp.</i>	+	+	.	.	<b>2</b>	<b>III</b>

La dégradation de la forêt de chêne liège suite à l'action des facteurs de dégradation aboutit à la formation de maquis ; cette partie sera traitée dans un chapitre à part.

En effet, on a remarqué que certains peuplements de chêne liège détruits par le feu, sont en mauvais état. C'est une vieille forêt (>150 ans) où la régénération est absente. La forêt est ouverte avec un sous-bois clair.

A la limite inférieure de l'aire du chêne liège, dans le niveau supérieur de l'étage thermoméditerranéen (basses altitudes sèches), la formation est infiltrée par le lentisque (*Pistacia lentiscus*) pour donner un groupement de chêne liège à lentisque qui constitue le faciès thermophile de la subéraie.

La distinction de ces groupements végétaux du chêne liège correspond à quelque détail près à celle qui a été décrite dans l'Edough par Toubal (1986). Le chêne liège possède un ennemi, un insecte, *Lymantria dispar* qui détruit les feuilles au mois de Mai et de Juin.

## 2- Le Chêne zeen

La section du genre *Quercus* des chênes à feuilles caduques comprend trois espèces en Afrique du Nord : le Chêne zeén, le Chêne Afarès, le Chêne Tausin (peu commun) ; le Chêne zéen est beaucoup plus important, en Algérie et en Tunisie où occupe une place spéciale dans la hiérarchie des essences en raison de son utilisation comme bois d'œuvre.

### 2-1- Caractères botaniques et forestiers :

Le chêne zéen est un arbre à feuilles caduques, marcescentes, c'est-à-dire pouvant persister jusqu'au printemps suivant ; cet arbre dépasse 30 mètres de hauteur, avec un fût de 20 mètres et une circonférence de 6 mètres et plus, à l'état isolé (photo 3).

Le chêne zéen a une aire très étendue tout autour de la méditerranée ; toutefois, on le rencontre ni en France ni en Italie. On le trouve partout où il y a du chêne liège dans les stations fraîches et les montagnes humides : en Kabylie, dans l'Edough et El Kala (ex. Numidie orientale).



**Photos 3. *Quercus canariensis* et *Erica arborea* (Juin 2009).**

### **2-2- Les groupements types du chêne zeén**

C'est une association de futaie dense et humide, avec un sous-bois peu développé, qui résiste à l'invasion des autres essences ; les plantes accompagnatrices sont à peu près les mêmes que celles des peuplements de chêne liège humide : Cytise, Bruyère arborescente, Aubépine, Arbousier, Ronce, pour les arbrisseaux et pour les arbres : Chêne Afarès et Chêne liège.

### **2-3- Particularités écologiques de la forêt du Chêne zéen de la Mahouna:**

Le Chêne zéen est une essence de montagne ; l'altitude lui convenant varie de 1 000 à 1 600 mètres et parfois 1 800 mètres. Son altitude minimum est de 700 à 800 mètres, mais on le trouve quelque fois jusqu'au bord de la mer. Sur le versant Nord dans la Mahouna, il se situe entre 1100 m et 1406 m d'altitude.

C'est un arbre très exigeant au point de vue climatique, ce qui a fortement réduit son aire botanique ; il ne vit que dans les régions à fortes précipitations (au moins de 800 mm) et ne prend son plein développement qu'aux expositions Nord et dans les zones recevant 1 000 mm comme la Grande Kabylie, l'Edough et El Kala.

En ce qui concerne les étages bioclimatiques et de végétation, il ne peut prospérer qu'en étage humide et en étage de végétation supraméditerranéen.

Contrairement au Chêne liège, il est indifférent à la constitution physique et chimique du sol ; pourvu que le sol soit frais, peu lui importe sa nature. Néanmoins, il préfère le grès numidien (Boudy, 1952).

Dans la forêt de la Mahouna, le chêne zéen se trouve à partir de 1100 mètres sur un substrat gréseuse ; parfois on le trouve avec le chêne liège (c'est-à-dire en forêt mixte).

### **2-4- Particularités floristiques de la forêt de chêne zéen de la Mahouna**

La richesse floristique de la forêt de chêne zéen est exprimées par le tableau VIII ; on y rencontre des espèces d'humidité et d'altitude (*Quercus canariensis*, *Crataegus monogyna*, *Cytisus triflorus*, *Cyclamen africanum*, *Hedera helix*...). Le chêne zéen peut exister en peuplement pur ou en mélange avec le chêne liège (décrit plus avant) (photo 2).

**Tab. VIII : Les relevés floristiques de la forêt du chêne zeén de la Mahouna :**

Numéro de relevé	1	2	3	4	5	Fréquence	Présence
Altitude (m)	1132	1167	1221	1204	1265		
Roche –mère	Arg et grès	Grès	Grès	Grès	Grès		
Exposition	N	N	N.O	S	N.E		
Coordonnées géographiques (WGS84) (GPS).	7°22'22E 36°22'83N	7°22'99E 36°22'87N	7°22'33E 36°22'47N	7°22'31E 36°22'45N	7°22'38E 36°22'49N		
<b>Strate arborescente</b>							
<i>Quercus canariensis</i>	4	4	3	3	3	5	V
<b>Strate arbustive</b>							
<i>Calycotome spinosa</i>	2	+	+	1	.	4	IV
<i>Cistus salvifolius</i>	+	.	.	.	.	1	I
<i>Ampelodesma mauritanica</i>	1	+	+	.	+	4	IV
<i>Crataegus monogyna</i>	+	2	2	2	2	5	V
<i>Erica arborea</i>	2	2	2	2	2	5	V
<i>Lavandula stoechas</i>	2	.	+	.	1	3	III
<i>Rubus ulmifolius</i>	.	+	.	+	1	3	III
<i>Cytisus triflorus</i>	.	+	+	.	1	3	III
<i>Daphné gnidium</i>	.	+	+	.	+	3	III
<i>Rosa sempervirens</i>	.	+	.	.	.	1	I
<i>Cyclamen africanum</i>	+	+	+	.	+	4	IV
<b>Strate herbacée</b>							
<i>Asphodelus microcarpus</i>	1	+	.	+	.	3	III
<i>Urginea maritima</i>	.	+	.	.	.	1	I
<i>Pteris aquilina</i>	+	+	1	.	.	3	III
<i>Ranunculus sordus</i>	+	.	+	.	.	2	II
<i>Hedera helix</i>	+	+	+	.	.	3	III
<i>Salvia verbenaca</i>	.	+	.	.	+	2	II

### 3- Le chêne kermès

Le chêne kermès (*Quercus coccifera*) affecte le plus souvent la forme buissonnante ; il peut cependant, sur un bon sol, donner un petit arbre de 6 à 7 mètres de hauteur (Photo 4) ; les feuilles sont persistantes et coriaces, à dents aiguës ; luisantes sur les deux faces. Les glands sont à maturation bisannuelle ; il est très polymorphe et s'hybride avec le Chêne vert.

Il rejette vigoureusement de souche et drageonne abondamment, même après l'extraction de ses souches ; le bois est très compact, très lourd (densité 0.96 à 1.141), très dur. Son écorce fort estimée pour le tannage, est dénommée garouille ; c'est surtout l'écorce des racines qui est riche en tanin.



Photo 4- *Quercus coccifera* (Juin 2009).

### **3-1- Particularités écologiques du Chêne kermès de la Mahouna**

L'aire botanique du Chêne kermès est essentiellement méditerranéenne ; il est très commun dans le Midi de la France où il forme l'élément principal des garrigues, en Algérie, en Tunisie ; on ne le trouve que rarement au Maroc. En Algérie, il couvre 51 000 hectares, surtout en Oranie.

Dans les dunes maritimes du littoral de Constantine et de Tunisie, il joue un rôle important pour la fixation des sables ; c'est une essence de plaine et de plateaux; il est très souple du point de vue climatique ; au bord de la mer, on le trouve aussi bien dans les zones recevant 1 000 mm de pluies que dans celles n'en recevant que 450 mm. Dans l'intérieur, il est content de 400 à 450 mm.

Le chêne kermès était très commun autrefois dans les plaines d'Algérie, mais il a été détruit durant la période coloniale et est relégué sur les terrains : dunes, plateaux et pentes arides. Il est indifférent à la nature du sol et végète aussi bien sur terrains siliceux que sur des terrains calcaires. Son tempérament est très robuste : s'il s'accroche au sol, il est très difficile de l'extirper à cause de sa remarquable faculté de drageonner.

Le chêne kermès n'est pas à proprement parler un arbre forestier ; son rôle est de fixer les sols les plus déshérités et fixateur des dunes. L'exploitation de son écorce en Oranie, abandonnée depuis quelques années, avait été reprise activement pendant la guerre.

Dans notre région, il avoisine l'Oléo-lentisque mais vient plutôt à texture sableuse et substrat calcaire, plutôt en exposition Nord.

Après l'incendie, le chêne kermès régénère naturellement (photo 5).

Il se situe dans le bioclimat semi aride à subhumide et l'étage de végétation thermoméditerranéen supérieur et même dans le mésoméditerranéen inférieur.



**Photo 5- *Quercus coccifera* après un incendie (régénération naturelle)  
(Juin 2009).**

### **3-2- Particularités floristiques de la forêt de chêne kermès de la Mahouna**

Le tableau XI donne une idée de la composition floristique de la formation à chêne kermès : on y trouve une nette dominance de *Quercus coccifera*, *Pistacia lentiscus*, *Ceratonia siliqua*, *Olea oleaster*, espèces thermophiles mais aussi des espèces mésophiles comme *Cistus salvifolius*, *Cistus creticus*, *Calycotome villosa*, *Phillyrea angustifolia*.

**Tab. IX- Les relevés floristiques du Chêne kermès de la Mahouna :**

Numéro de relevé	1	2	3	4	5	Fréquence	Présence
Altitude (m)	461	484	485	502	508.8		
Roche –mère	Calc.	Calc.	Calc.	Calc.	Calc.		
Exposition	NE	NE	N	E	N		
Coordonnées géographiques (WGS84) (GPS).	7°24.903'E 36°26.699'N	7°24.835'E 36°26.673'N	7°24.819'E 36°26.671'N	7°24.902'E 36°26.453'N	7°24.779'E 36°26.511'N		
<b>Strate arborescente</b>							
<i>Eucalyptus</i>	+	.	.	.	.	<b>1</b>	<b>I</b>
<i>Ceratonia siliqua</i>	.	.	.	+	.	<b>1</b>	<b>I</b>
<b>Strate arbustive</b>							
<i>Quercus coccifera</i>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	.	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>IV</b>
<i>Olea oleaster</i>	<b>2</b>	.	<b>2</b>	.	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>III</b>
<i>Pistacia lentiscus</i>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	.	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>IV</b>
<i>Cistus monspeliensis</i>	<b>1</b>	.	.	.	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>II</b>
<i>Cistus creticus</i>	+	.	.	.	.	<b>1</b>	<b>I</b>
<i>Phillyrea angustifolia</i>	+	.	+	.	+	<b>2</b>	<b>III</b>
<i>Calycotome spinosa</i>	+	.	.	.	+	<b>2</b>	<b>II</b>
<i>Calycotome villosa</i>	.	+	.	.	.	<b>1</b>	<b>I</b>
<i>Pistacia terebinthus</i>	+	.	.	.	+	<b>2</b>	<b>II</b>
<i>Asparagus acutifolius</i>	.	+	.	.	+	<b>2</b>	<b>II</b>
<i>Cistus salvifolius</i>	.	.	.	.	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>I</b>
<i>Genista tricuspidata</i>	.	.	.	.	+	<b>1</b>	<b>I</b>
<b>Strate herbacée</b>							
<i>Daucus carota</i>	+	.	.	.	+	<b>2</b>	<b>II</b>
<i>Ruta graveolens</i>	.	+	.	.	.	<b>1</b>	<b>I</b>
<i>Briza maxima</i>	.	.	+	.	.	<b>1</b>	<b>I</b>
<i>Centaurium umbellatum</i>	.	.	.	.	+	<b>1</b>	<b>I</b>
<i>Marrubium vulgare</i>	.	.	.	.	+	<b>1</b>	<b>I</b>
<i>Thymus vulgaris</i>	.	.	+	.	.	<b>1</b>	<b>I</b>
<b>Strate lianoide</b>							
<i>Smilax aspera</i>	.	+	.	.	.	<b>1</b>	<b>I</b>

Le chêne kermès et le lentisque sont les espèces les plus dominantes dans cette partie et sont accompagnés avec l'oléastre et les cistes.

#### 4- Le groupement à Oléo-lentisque (*Olea oleaster* et *Pistacia lentiscus*)

Le Pistachier lentisque (*Pistacia lentiscus*) est un arbuste particulièrement représentatif des milieux les plus chauds du climat méditerranéen que l'on retrouve en association avec l'Oléastre (olivier sauvage), la Salsepareille et le Myrte dans un groupement végétal nommé "l'Oléo-lentisque" (l'Oléo-Lentiscetum des phytosociologues), mais également dans les boisements clairs à Pin d'Alep ou d'autres formations basses de garrigues (Chêne vert).

Le Pistachier térébinthe se trouve disséminé dans les formations à chêne kermès (Photo 6).



**Photo 6- Groupement de *Pistacia terebinthus* et *Olea oleaster* (Juin 2009).**

Le Pistachier Lentisque ou se présente sous la forme d'un arbrisseau à odeur de résine qui dépasse rarement les 2 à 3 mètres de hauteur.

Les feuilles sont persistantes, composées, il produit de petits fruits (2 à 3 mm) légèrement charnus, à noyau dur et porte souvent le style de la fleur à leur sommet, passant d'une couleur rosée à une couleur bleutée à maturité (photo 7).



**Photo 7- Formation de *Olea oleaster* et *Pistacia lentiscus* (Avril 2009).**

#### **4-1- Particularités écologiques de l'Oléo-lentisque de la Mahouna**

Il existe le long des côtes et à l'intérieur des zones semi- arides et subhumide chauds. C'est une formation qui réunit les premiers groupements végétaux thermophiles, occupant les plaines, les bas de pentes et le bord de mer, sur terrain argileux aptes à la culture défrichée.

L'Oléo-lentisque relève des bioclimats semi- aride et subhumide, et dans l'étage thermoméditerranéen la partie défrichée de l'Oléo-lentisque fait souvent place à des céréales, jardins et vergers.

#### **4-2- Particularités floristiques de l'Oléo-lentisque de la Mahouna**

Le tableau X, fait ressortir la composition floristique du groupement à Oléo-lentisque ; on y rencontre essentiellement les espèces thermophiles telles : *Olea oleaster*, *Pistacia lentiscus*, *Cistus monpeliensis*, *Ceratonia siliqua*, *Cistus creticus*, *Urginea maritima* et *Asphodelus microcarpus*... semblent être les témoins de la

dégradation ou de la réinstallation de ce groupement quand les cultures sont abandonnées. La présence même limitée de *Pistacia terebinthus* est remarquable.

La présence importante de pelouses, indique le degré avancé de dégradation (défrichage, surpâturage) de ce groupement.

**Tab. X- Les relevés floristiques de la formation Oléo-lentisque de Mahouna :**

Numéro de relevé	1	2	3	4	5	Fréquence	Présence
Altitude (m)	604	613	591	681	685		
Roche –mère	Grès.	Grès	Grès	Grès	Grès		
Exposition	E	W	NW	NW	NW		
Coordonnées Géographiques (WGS84) (GPS).	7°21'16E 36°25'11N	7°21'24E 36°24'57N	7°20'39E 36°23'07N	7°21'03E 36°22'50N	7°22'53E 36°25'07N		
<b>Strate arbustive</b>							
<i>Olea oleaster</i>	3	3	3	3	3	5	V
<i>Pistacia lentiscus</i>	3	3	3	2	3	5	V
<i>Cistus monspeliensis</i>	1	+	.	1	.	3	III
<i>Cistus salvifolius</i>	1	.	.	.	.	1	I
<i>Phillyrea angustifolia</i>	+	2	2	.	.	3	III
<i>Calycotome spinosa</i>	+	.	.	.	.	1	I
<i>Pistacia terebinthus</i>	+	.	.	.	.	1	I
<i>Asparagus acutifolius</i>	+	.	.	.	+	2	II
<i>Ceratonia siliqua</i>	.	.	.	.	+	1	I
<i>Jenupirus oxycedrus</i>	.	.	+	.	.	1	I
<b>Strate herbacée</b>							
<i>Daucus carota</i>	+	+	.	+	.	3	III
<i>Centaurium umbellatum</i>	+	.	.	.	.	1	I
<i>Marrubium vulgare</i>	+	.	.	+	.	2	II
<i>Urginea maritime</i>	+	.	+	.	+	3	III
<i>Borrage officinalis</i>	+	+	.	.	+	3	III
<i>Malva sylvestris</i>	.	+	+	+	.	3	III
<i>Lagarus ovatus</i>	.	+	.	+	+	3	III

L'oléastre et le lentisque sont les plus dominants, mais on trouve dans d'autres endroits comme dans El Guallaa, la présence importante du caroubier (*Ceratonia siliqua*).

On a marqué la présence de quelques pieds de Genévrier oxycèdre (*Juniperus oxycedrus*) dans la région d'El Hadjar.

## 5- Les groupements hygrophiles

Les différents oueds permanents ou à sec, sont une partie de l'année occupés par une végétation hygrophile spécifique dont la composition floristique est donnée par le tableau XI. La carte hydrographique (carte n°4) situe les principaux cours d'eau : Oued charef, Chaabat el Guaraba, Chaabat Ain el Maiz...etc, on y distingue les végétaux suivants :

### 5-1- Le groupement à *Nerium oleander* et *Tamarix gallica* (groupement décrit dans l'Edough ) (Toubal, 1986)

Ce groupement se situe sur relief étalé à plus basse altitude (environ 300 à 400 m) ; la végétation rencontrée essentiellement *Mentha pulegium*, *Mentha aquatica*, *Nerium oleander*, *Tamarix gallica*, *Pteris aquilina*, *Smyrniolum olusatrum*, *Phragmites communis* (photo 8).



Photo 8- *Nerium oleander* et *Tamarix gallica* (Oued charef, mars 2009).

**5-2- Le groupement à *Ulmus campestris* et *Alnus glutinosa***

Il se trouve sur relief pentu, faisant suite au ruissellement, et suivant les chaabets, grâce également au niveau aquifère de substrat marno-calcaire de l'Eocène.

L'Orme vient souvent en bas de pente pour profiter du maximum d'eau de ruissellement et des apports d'affluents (photo 9) ; quand à l'Aulne glutineux, il est plus rare et semble affectionner la proximité du littoral il est abondant à El Kala et l'Edough.



**Photo 9- Ripisylve à *Ulmus campestris* (Mahouna, décembre 2009).**

**Tab. XI- Les relevés floristiques des ripisylves de la Mahouna**

Numéro de relevé	1	2	3	4	5	Fréquence	Présence
Altitude (m)	369	309	319	323	1171		
Roche –mère	Grès	Grès	Grès	Grès	Grès		
Exposition	N	N.O	NO	S	S.E		
Coordonnées géographiques (WGS84) (GPS).	7°20'42E 36°21'29N	7°19'17E 36°23'25N	7°19'29E 36°23'22N	7°19'52E 36°22'47N	7°23'02E 36°22'34N		
<b>Strate arborescente</b>							
<i>Olea oleaster</i>	2	.	2	.	+	3	III
<i>Tamarix galica</i>	.	2	.	.	2	2	II
<i>Alnus glutinosa</i>	.	.	.	1	+	2	II
<i>Ulmus compestris</i>	.	.	.	1	3	2	II
<b>Strate arbustive</b>							
<i>Pistacia lentiscus</i>	3	.	.	.	+	2	II
<i>Ziziphus lotus</i>	+	.	+	.	.	2	II
<i>Nerium oleander</i>	+	3	.	+	3	4	IV
<i>Cytisus triflorus</i>	.	+	.	.	1	2	II
<i>Rubus ulmifolius</i>	.	.	+	.	.	1	I
<i>Pteris aquilina</i>	+	+	+	.	.	3	III
<b>Strate herbacée</b>							
<i>Urtica dioica</i>	2	.	.	.	+	2	II
<i>Calendula officinalis</i>	+	.	.	.	+	2	II
<i>Thapsia garganica</i>	+	.	1	+	+	4	IV
<i>Senecio haworthi</i>	+	+	.	.	.	2	II
<i>Papaver rhoeas</i>	+	.	.	+	+	3	III
<i>Arum maculatum</i>	+	+	+	.	+	4	IV
<i>Silybum marianum</i>	+	.	.	.	+	2	II
<i>Malva silvestris</i>	+	.	.	.	+	2	II
<i>Urginea maritima</i>	+	.	.	.	+	2	II
<i>Mentha aquatica</i>	.	1	.	.	.	1	I
<i>Cynara cardunculus</i>	.	.	+	.	+	2	II
<i>Mentha pelegium</i>	+	+	.	+	+	4	IV
<i>Lotus edulis</i>	.	.	.	+	+	2	II
<i>Juncus acutus</i>	.	.	.	+	+	2	II
<i>Phragmites communis</i>	+	.	.	+	+	3	III
<i>Smyrniolum olusatrum</i>	.	.	.	+	+	2	II

## **6- Dynamisme de la forêt de la Mahouna**

Les facteurs de dégradation et du déboisement sont nombreux et peuvent paraître contradictoires: extension des superficies cultivées et pressions grandissantes sur les forêts pour le bois de feu (coupe) et le surpâturage et les incendies.

Les activités humaines sont tellement importantes qu'à titre d'exemple, le résultat de l'accroissement actuel de l'effet de serre est plus important que n'importe quelle variation climatique naturelle des derniers millénaires, (Bezzaz et al.,1997).

### **6-1- Les incendies**

La forêt algérienne d'origine formée de peuplements denses et sombres au sous-bois riche où régnait une certaine fraîcheur, était peu sensible au feu. Cet dernier, avec la surexploitation et le surpâturage ont fait évoluer cette forêt vers un peuplement de plus en plus sensible. La déforestation, le changement d'espèces dominantes et l'apparition de sous bois formés d'espèces combustibles en sont les principales conséquences.

Une forêt croissante qui couvrait alors une grande partie du territoire (1055ha) a fait l'objet d'incendies volontaires ; ce phénomène d'agression permanente à notre patrimoine forestier a conduit à sa régression dans des proportions alarmantes et la couverture boisée protectrice a ainsi été progressivement et dangereusement réduite.

#### **6-1-1- Causes des incendies des forêts :**

Les causes et auteurs des incendies de forêts ont de tout temps été très difficiles à identifier bien que certains indices permettent de penser qu'elles sont dues à des actes volontaires dans la plupart des cas. On voit s'accroître aussi chaque année le nombre d'incendies.

Cependant, dans le cas de notre zone d'étude, ce sont en général les conditions climatiques (simultanéité de sécheresse, de vents chauds (sirocco), de hautes températures) qui ont donné naissance au développement des incendies et à

la faible résistance au feu des principales essences forestières et des espèces végétales constituant leur sous-bois. En plus, des conditions naturelles, les actions humaines, tant par négligence qu'intentionnellement détruisent le couvert végétal.

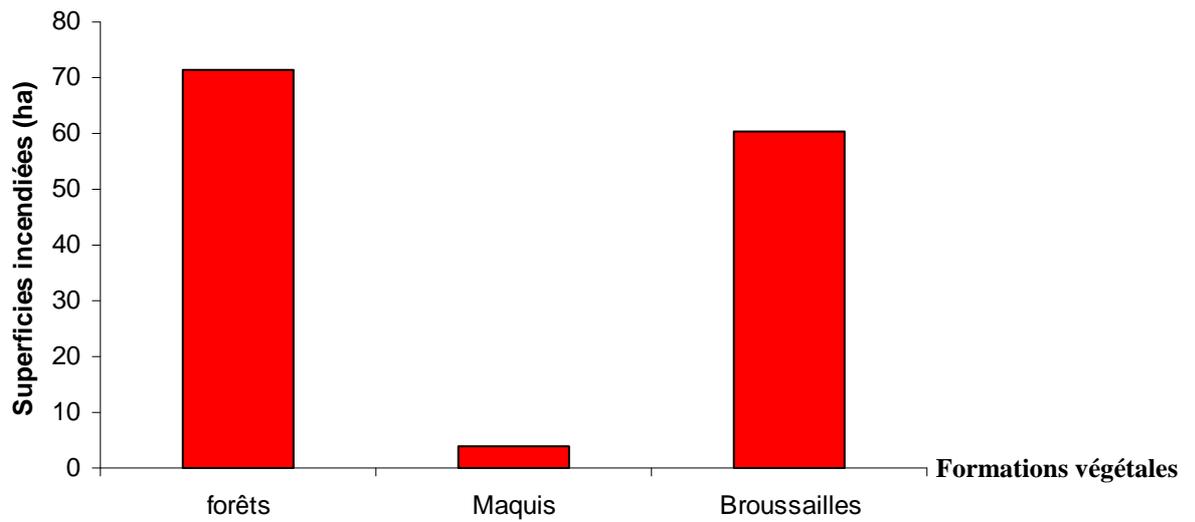
Ainsi, les populations rurales (particulièrement celles riveraines des massifs forestiers), le plus souvent occultées ou sous-estimées, semblent être à l'origine de ces nombreux sinistres. Ces populations montrent une faible connaissance du danger des incendies et de leurs conséquences négatives ; les agriculteurs, par exemple ne semblent pas se rendre compte qu'un brûlage mené dans des mauvaises conditions peut donner lieu à un incendie.

L'incendie paraît être plus important en été au moment des vacances avec les promeneurs, les touristes, les campeurs, les chasseurs, sans oublier les braconniers et les chercheurs de miel.

Les incendies volontaires sont généralement les plus importants parce que l'homme qui en est à l'origine, choisit le site le plus inflammable à l'intérieur d'un peuplement et à un moment de forte chaleur ; des pyromanes exceptionnellement et parfois bergers, mettent à profit les conditions météorologiques propices pour déclencher ces vastes sinistres.

Les feux résultent également de causes diverses parfois même inconnues ; parmi celles qui sont connues, les sources de braises, d'étincelles, et de brandons qui sont par exemple : les mégots de cigarettes des promeneurs ainsi bien que ceux des occupants des véhicules (échappement, freins, frottement divers) (Favre, 1992).

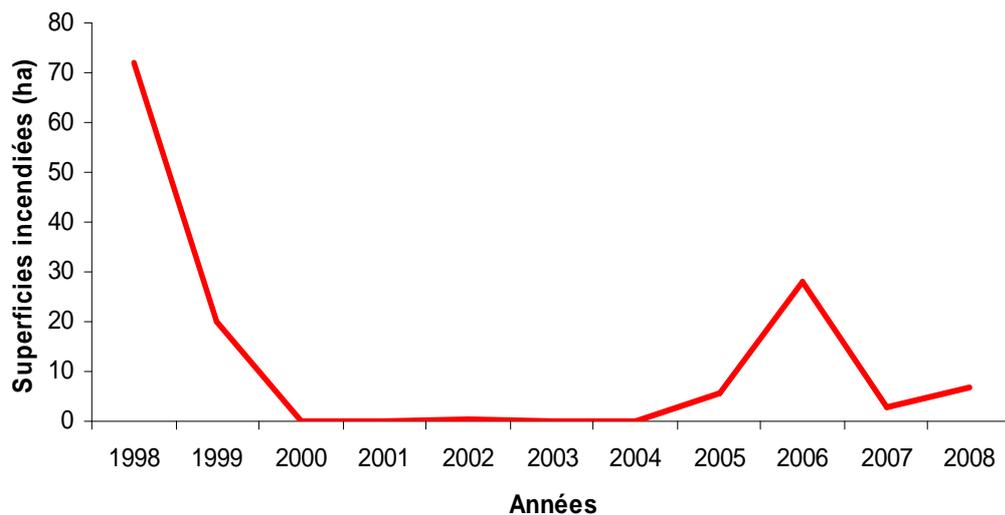
Enfin, il serait difficile de faire une liste complète des diverses sources de feux, on ne les connaît sans doute pas toutes ; l'histogramme de figure 20, représente la végétation incendiées, que nous avons réalisé à partir des données bruts fournis par le service forestier de la wilaya de Guelma.



**Fig.20- Les formations végétales incendiées (Mahouna 1998-2008).**

Durant la période 1998-2008, nous avons enregistré une superficie totale brûlée de 136 ha pour la forêt de la Mahouna.

Cela est confirmé par Boudy (1955) qui a dit que la forêt de la Mahouna est rarement incendiée, mais sa régénération est absente car le peuplement est vieux et peu vigoureux.



**Fig. 21- Superficies incendiées dans la forêt de la Mahouna**

On remarque que les années 2000, 2001, 2003, et 2004 ne sont pas concernées par le feu, on alors enregistré un important incendie à 1998 (72ha) (fig. 21).

### **6-2- Le surpâturage**

Le pâturage, en raison de son rôle capital dans l'évolution de la forêt nord-africaine comme aussi de ses incidences sur les plans politique et social, est incontestablement le plus important et le plus grave des droits d'usage affectant cette forêt.

Les dégâts causés par le pâturage sont :

- Du point de vue du sol : tassement, durcissement et en tous cas dégradation de la couche superficielle par le pied des animaux ;
- En ce qui concerne les peuplements : broutage et par suite déformation des jeunes rejets ou semis et création de vides, disparition ou mutilation des semis, des plantes du sous-bois, etc. Les espèces les plus appréciés disparaissent ainsi un changement floristique du groupement végétale on fait.

#### **Transhumance :**

La transhumance est une pratique d'élevage extensif qui permet de faire pâturer les troupeaux alternativement en plaine et en montagne selon les saisons et les conditions atmosphériques.

Le cheptel ovin et bovin récénces par les forestiers durant l'année 2009, atteint respectivement 930 têtes et 1225 têtes ; l'élevage caprin ne représente que 170 têtes.

### **6-3- Les activités humaines**

#### **\* L'apiculture :**

Environ 500 ruches ont été recensées par la conservation des forêts de la wilaya de Guelma en 2008 ; elles sont réparties dans les endroits suivants :

Mechtet berbaaane, Ain Sania, Medjez Bouhama, Ain Safra et Sidi Salem.

#### **\* L'agriculture :**

L'agriculture représente 21,32% de la superficie totale de la forêt de la Mahouna.

**Carrières :** Il y en a 7 : une de marnes et d'argile, une de marbre et cinq de calcaire.

#### **6-4- Les conséquences de dégradation**

Le chêne liège démasclé est plus vite atteint, la forêt brûlée crée des ouvertures qui sont occupés par les espèces de maquis (Daphne, Cistus, Erica, Calycotome...) ce sont les conifères qui sont les plus inflammables ; ici, Cyprès, cèdre, Pin d'Alep. Les cônes éclatent libérant aussi les graines qui germent plus facilement.

Les groupements de substituée à la forêt dégradés sont formés essentiellement de maquis, broussailles et pelouses.

Les tranchées pare-feu constituent à limiter l'extension du feu ; après le feu, il y a régénération des Ericacées (Bruyère, Arbousier).

Si tous les facteurs de dégradation sont jumelés, il y a une perturbation de l'équilibre biologique de la forêt, un appauvrissement floristique et des phénomènes de lessivage et d'érosion (Photo 10).



**Photo 10- Erosion à environ 1200 m d'altitude (Décembre 2009).**

### **6-7- Richesse de la forêt de la Mahouna**

**-Les oiseaux :** on en trouve plusieurs espèces telles que ; Le Moineau espagnol et domestique, le Rouge-gorge, La tourterelle turque, entre autres, la Cigogne blanche, le Pigeon, la Bécassine double, Le Guêpier d'Europe.

#### **-Les Mammifères :**

Le chacal, Le lièvre, Le renard, L'écureuil, Le porc-épic, La Hyènes rayée, Le Hérisson, Le sanglier.

#### **-les insectes :**

Fourmis, Abeilles, Mouches et moustiques (Diptères, hyphéméptères,...)

#### **-Reptiles :**

Le serpent, La tortue, le Lézard ...

### **7- Le reboisement**

Le reboisement contribue à maintenir en place une couverture végétale importante pour une meilleure alimentation en eau et pour lutter contre l'érosion des sols par ruissellement. Cela concerne surtout les bassins versants ; il s'agit de reconstituer les forêts dégradés souvent réduites en maquis et broussailles suite au défrichement directe (culture) et indirecte (incendie, surpâturage).

Les résineux (conifères) sont certes à croissance rapide mais ils sont inflammables ; dans la Mahouna, on a utilisé le Cèdre, le Cyprès, le+ Pin d'Alep, l'Eucalyptus a également utilisé.

Mais il est préférable de reboiser à base d'espèces rustiques (Chêne liège, Chêne zéen, Caroubier, Frêne...) qui sont mieux adaptés même s'ils sont de croissance lente.

Une superficie de 70 ha a été reboisée qu'il convient à diminuer l'augmentation de la vitesse de dégradation.

# CHAPITRE V

## **ETUDE CARTOGRAPHIQUE**

## V- ETUDE CARTOGRAPHIQUE

### 1-Echelle

La connaissance de l'occupation du sol représente une information très importante pour la caractérisation, la gestion et la prévision de la production d'un milieu physique. Celle-ci n'a toutefois d'intérêt que si elle est mise à jour chaque année et couvre de façon exhaustive l'ensemble de la zone d'étude.

L'échelle de perception est fonction de l'objectif à atteindre ; selon la pyramide de perception écologique, la superficie totale de la zone d'étude et le niveau d'intégration et d'organisation des systèmes écologiques, la zone d'étude s'intègre à un niveau de perception écologique sectoriel. Ce dernier est susceptible de donner le niveau d'intégration et d'organisation des différentes unités d'occupation des terres nécessaires.

La carte d'occupation des terres (C.O.T) exprime les traits essentiels de la végétation actuelle (structure et composition floristique), ainsi que l'impact de l'homme sur la végétation (Long, 1974 ; Godron & al., 1995) à ne pas confondre avec la carte d'utilisation des sols dans laquelle figure en détail les différents types de culture (Floret et al., 1978). Ainsi une échelle au 1/35 000 ème, considérée comme moyenne, s'avère suffisante dans notre zone pour exprimer les différents groupements végétaux.

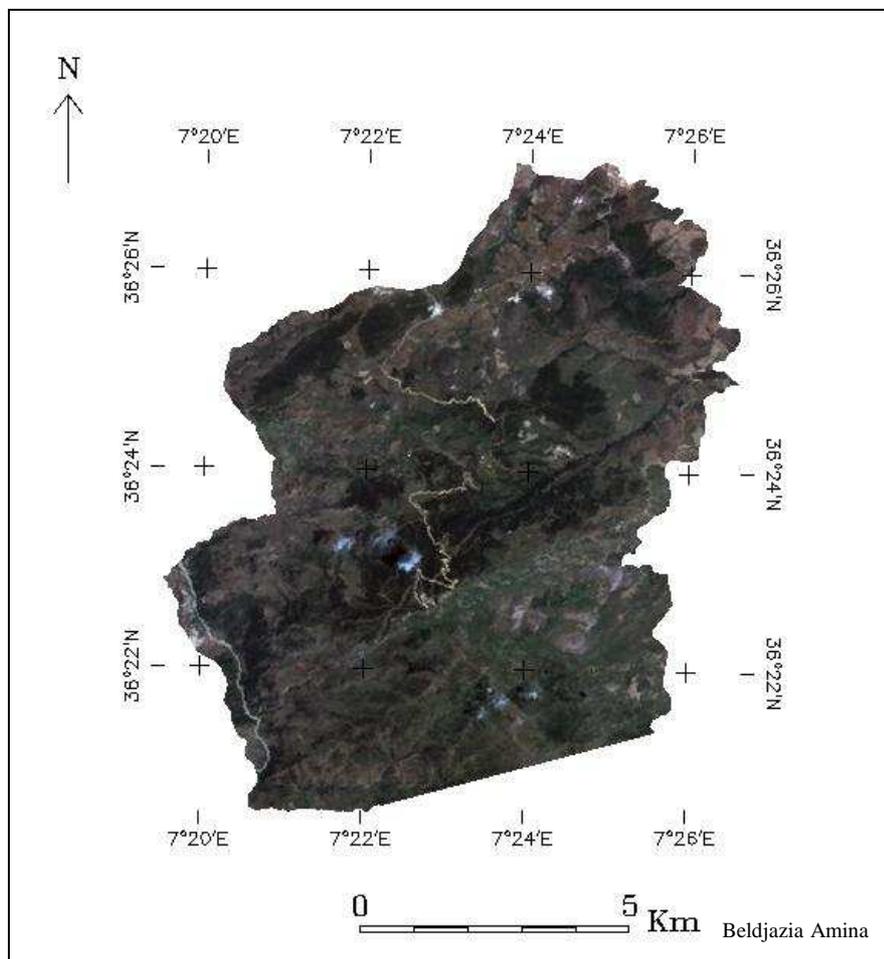
### 2- Base des données

#### 2-1- Les données rasters

Les données de type raster sont principalement des photographies numériques, des photographies scannées, des images satellites ou des plans scannés ; ces données, couvrant une surface, sont constituées par une succession de points voisins disposés en général en ligne et en colonne et porteurs chacun d'une information unique radiométrique ou colorimétrique. Cela peut être une couleur pour les photographies ou un indicateur (indice radiométrique en infra-rouge) ; il s'agit de données globales fournissant des informations visuelles dans la plupart des cas sur un territoire mais ne permettant pas un accès direct aux éléments visibles car ceux ci ne sont pas identifiés en tant que tels. L'identification de détails ne se fera qu'avec une interprétation des données visuelles par un opérateur. La seule information des points constituant l'image raster est une valeur et non pas un lien

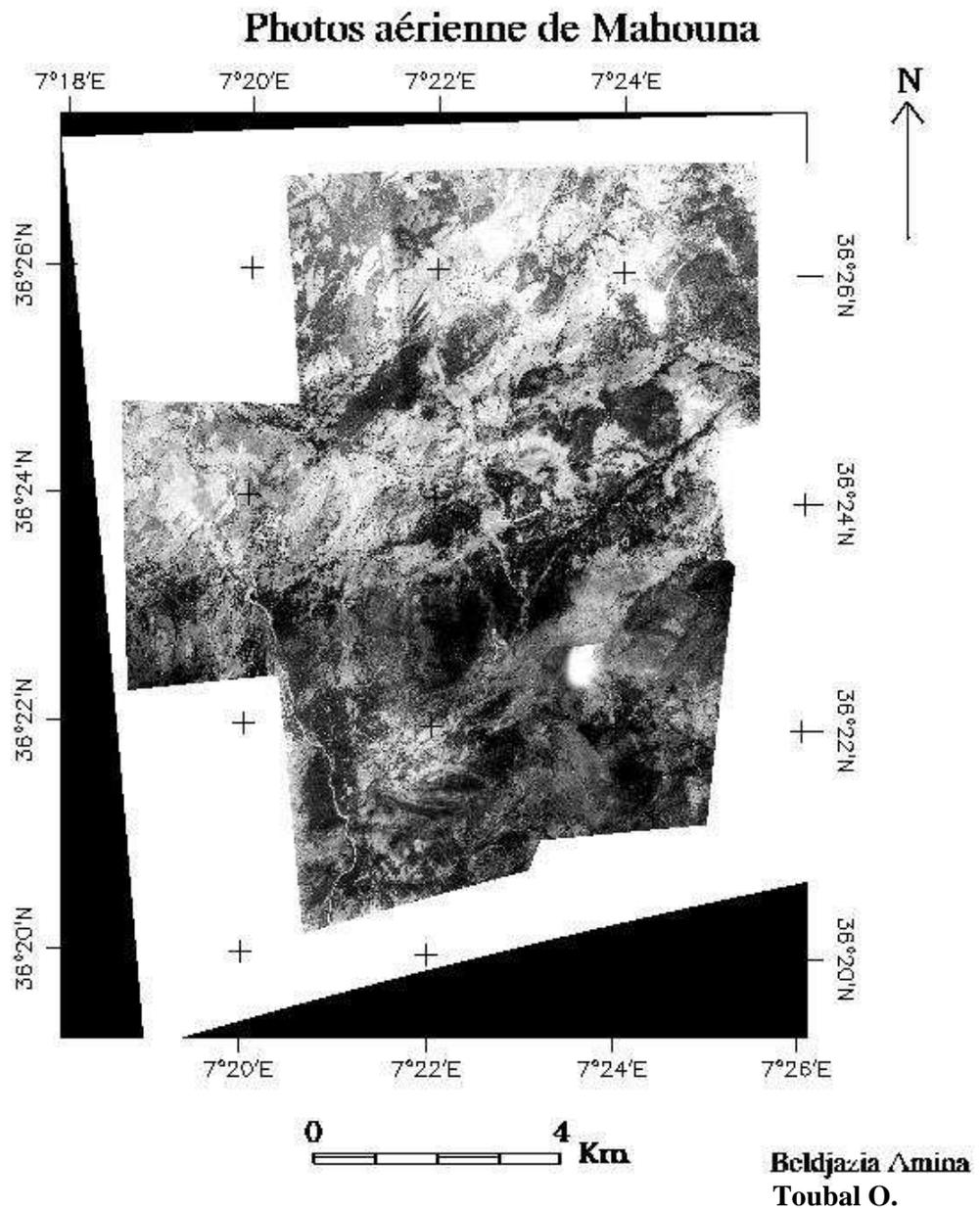
avec un objet du territoire identifié ; il faut procéder à une analyse visuelle, à une vectorisation ou à un traitement d'image pour relier ensemble plusieurs points d'une image raster afin de recréer des objets. Sans ces opérations, il est impossible d'isoler automatiquement des objets représentés ou plutôt présents sur l'image. L'image raster est un élément important dans la communication car il apporte au lecteur une information globale.

Une image raster est, soit une collection ordonnée de points rangés en ligne et en colonne, soit une reproduction numérique d'un document ou d'un territoire. Chaque point de l'élément raster possède des coordonnées intrinsèques par rapport à un des coins de l'image.



**Fig.22- Image satellitaire Landsat TM5 (composition vrai couleur 321) (19/03/2007) de la région d'étude de Mahouna.**

Les images raster sont utilisées principalement dans un SIG pour servir de complément aux autres composantes du système d'information ; leur superposition avec des éléments vecteurs permet d'enrichir l'information visuelle et facilite l'interprétation des résultats.



**Fig.23- Assemblage des photos aériennes (échelle 1/20 000 ème) (2003) de la région de Mahouna.**

### **2-2- Les plans scannés**

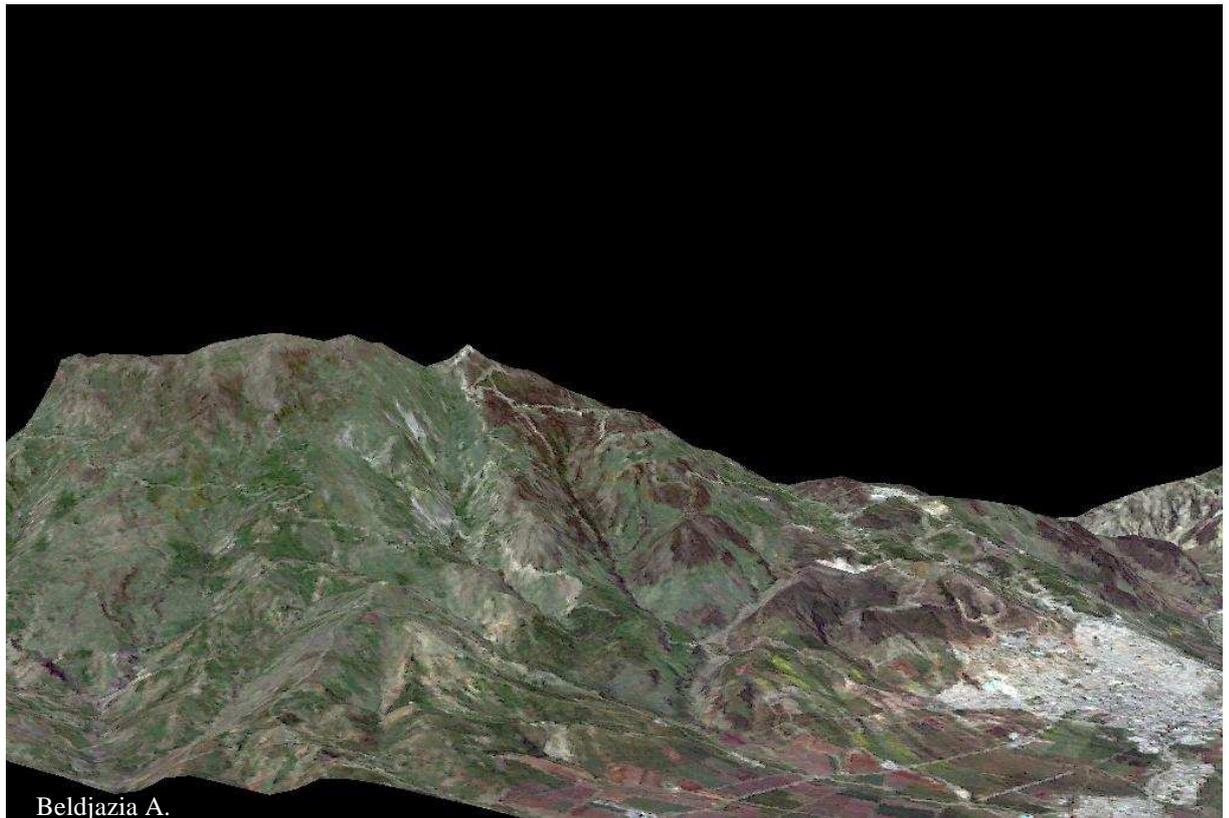
Les plans scannés, les cartes, le cadastre ou les schémas, présentent l'avantage de fournir des informations complémentaires qui doivent tout de même être interprétées ; ainsi ces documents contiennent en effet des symboles, des annotations et des toponymes qui aident à identifier les éléments. La superposition d'autres éléments avec ces images aident pour une interprétation rapide.

L'intégration de ces éléments dans un SIG nécessite de disposer de points de calage qui permettront d'établir une relation entre le repère de l'image ou de la photo et le repère de travail du SIG.

### **2-3- Les Grilles de données**

Les grilles de données sont utilisées pour rendre compte d'un phénomène continu sur une zone donnée et mesurable ; elles permettent d'obtenir une valeur qui traduit l'importance de ce phénomène global en de nombreux points plus ou moins régulièrement répartis sur un territoire.

L'information est ainsi estimable en tout point de la zone grâce à une interpolation ; les Modèles Numériques de Terrain (MNT) fournissent un semis régulier de points cotés sur une zone géographique servant de base à l'estimation de l'altitude d'un point quelconque de cette zone. Les MNT avec leur grille régulière ont tendance à gommer les plus petits éléments du relief. Les courbes de niveau reconstruites avec l'un ou l'autre type de données traduisent plus ou moins fidèlement le terrain. Les grilles régulières du MNT présentent l'avantage d'être plus facilement manipulables.



**Fig.24- Image 3D de l'image satellitaire de la Mahouna drapé sur MNT (résolution 30 mètres).**

### **3- Matériels utilisés**

Les concepts présentés dans ce chapitre ont été validés par les logiciels ENVI 4.5 et MAP INFO 8.0 et Arcview GIS 3.2 ; la raison de ce choix repose sur la souplesse, la disponibilité, la capacité d'analyse spatiale pour MAPINFO et le traitement de l'image pour ENVI et Arcview.

#### **3-1- Logiciel ENVI 4.5**

Le logiciel ENVI 3.5 (Environnement for visualising image) a été utilisé pour les traitements d'images ; il permet la visualisation et l'analyse des données de grande taille de la plupart des formats. L'avantage principal de ce logiciel est sa capacité à manipuler plusieurs images multi-spectrales, c'est-à-dire comportant plusieurs bandes spectrales.

La puissance interface graphique de ENVI 4.5 est complétée par une bibliothèque d'algorithmes comportant des fonctions de transformation de données ( l'analyse en composantes principales), des fonctions de filtre ainsi que des fonctions de classification.

### **3-2- Logiciel MAPINFO**

MapInfo a été développé et conçu dans le début des années 1970 par la société américaine MapInfo corporation, Troy, New York (U.S.A) ; il est depuis, largement utilisé en tant que support d'applications très diverses utilisant des données géographiques. MapInfo Professionnal, fournit une palette complète d'outils contribuant au large déploiement de la cartographie numérique. Actuellement, et avec la gamme des versions de ce logiciel, les utilisateurs au sein de leur centre de recherche ou ailleurs dans le monde peuvent mesurer la puissance de la cartographie pour corréler, visualiser et analyser leurs données qui permettront de mettre en exergue une situation donnée et d'aider dans la prise de décisions ; ses quatre fonctions de base du logiciel sont :

- l'entrée des données : cela se fait de multiples façons, manuellement ou non, interactivement ou par lecture de fichiers ou de table d'information,
- la gestion des données : (alphanumériques et spatiales – Système de Gestion de Base de données relationnel (INFO),
- l'analyse des données (alphanumériques et spatiales),
- la sortie est la conversion des données d'un produit cartographique sur papier ou sur écran (affichage des données sous différentes formes, cartes, tableaux ou graphes).

NB : Pour la réalisation des couches d'informations nécessaires à l'étude, à savoir le réseau hydrographique, les classes de pentes, la classe des altitudes et l'exposition ; toutes les cartes sus- citées ont subit des opérations de traitements basés sur une numérisation, un géo- référencement et enfin une digitalisation.

#### 4- Utilisation des logiciels sur les différents types de base des données

##### 4-1-La limite de la zone d'étude

Pour cette raison, on a utilisé le logiciel MapInfo professional 8.0 qu'est l'un des logiciels de SIG.

Pour limiter la zone d'étude, on doit premièrement caler l'image scannée de la carte topographique ; pour cette étape il faut préciser la projection puis l'unité appropriée. Après il faut rentrer les coordonnées des points de calage que nous avons déterminés préalablement. Une valeur d'erreur égale à zéro indique que la position des points de calage semble correcte ; et on obtient donc une carte géo référencée (fig. 25).

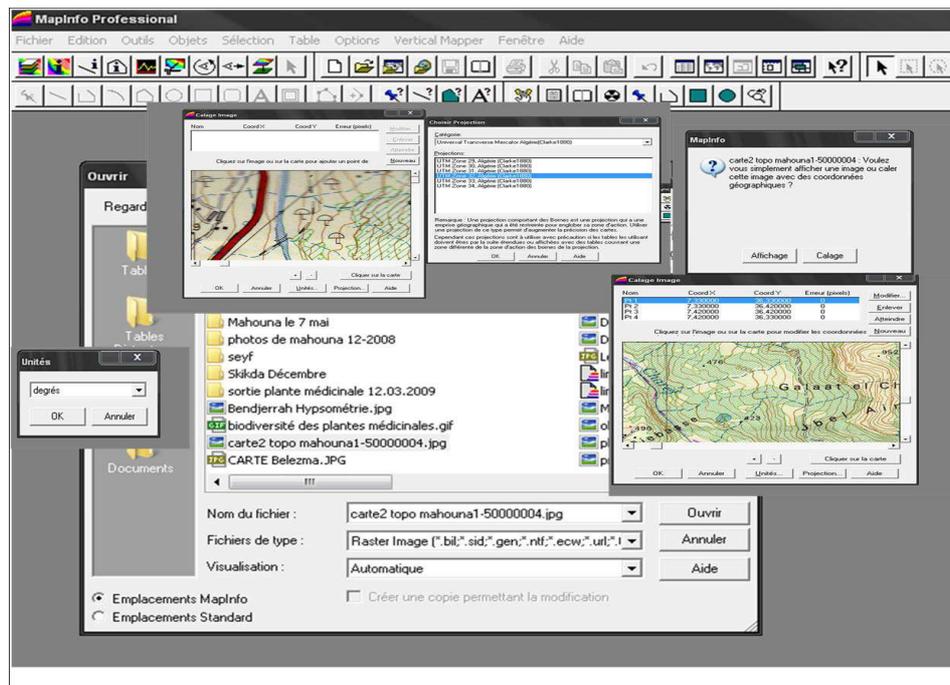


Fig. 25- Calage de la carte topographique par le MapInfo 8.0

La deuxième étape consiste à choisir une nouvelle table pour dessiner la limite de la zone d'étude (fig. 26).

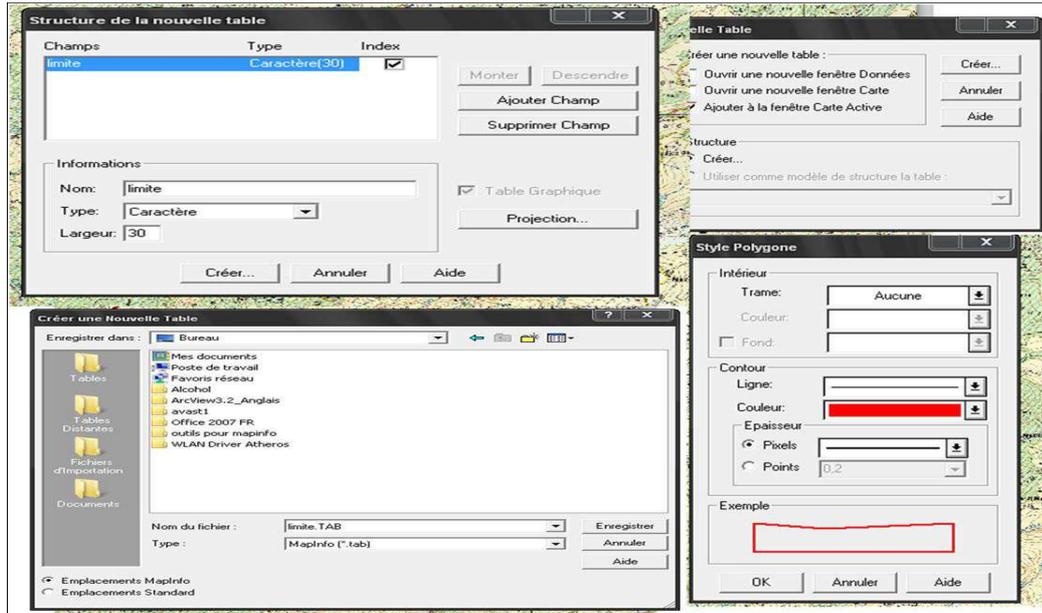
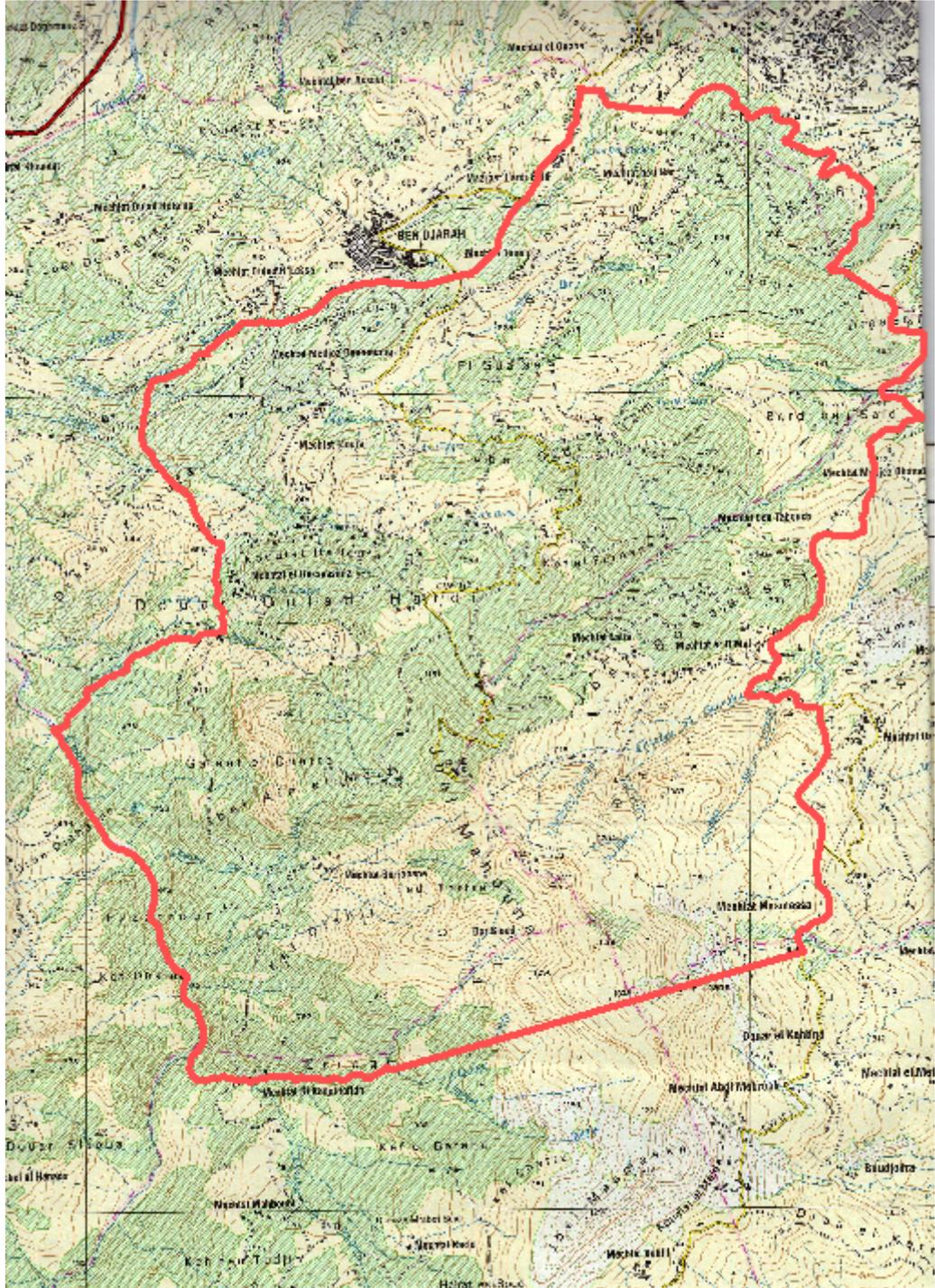


Fig. 26- Méthode de dessin de la limite de la zone d'étude de la Mahouna.



**Fig. 27- Localisation de la zone d'étude dans la carte topographique de Guelma (feuille nj-32-II-5 Est) (Echelle 1/50 000 ème).**

#### 4-2-Les photos aériennes

La photographie aérienne est un domaine très vaste tant sur le plan de la variété des documents que des techniques employées ; elle est à la base de toutes les cartes détaillées modernes que nous avons à notre disposition. Il s'agit de couvrir de vastes zones de territoires avec des photos souvent exploitées dans le domaine des systèmes d'information géographique, on parle alors d'orthophotographie.

- Echelle des photos aériennes :

L'échelle de la prise de vue dépend de la hauteur de vol et de la focale utilisée telles que décrit dans le tableau ci-dessous :

**Tab. XII: Caractéristiques du cliché pour une focale de 153 mm au format 23 x 23 cm (JG. Boureau, 1998).**

<b>Echelle des clichés</b>	<b>1/ 2 000 è</b>	<b>1/8 000 è</b>	<b>1/14 500 è</b>	<b>1/20 000 è</b>
Hauteur du vol (en m)	306	1224	2218.5	3060
Surface couverte (en ha)	21.16	338.56	1112.22	2116
Largeur couverte (en m)	460	1840	3335	4600

Pour notre zone l'échelle des photos aériennes utilisées est 1/20 000 ème.

## **5- Résultats et interprétation des cartes thématiques élaborées**

A partir de L'MNT, modèles numérique de terrain, nous avons réalisé la carte hypsométrique, la carte des pentes, la carte des expositions et la carte du réseau hydrographique. La carte de la végétation a été réalisée par le traitement des photos satellitaires et photos aériennes par les logiciels Photoshop, ENVI 4.5 et le MAPINFO 8.0 professionnel et sera traitée dans un chapitre à part.

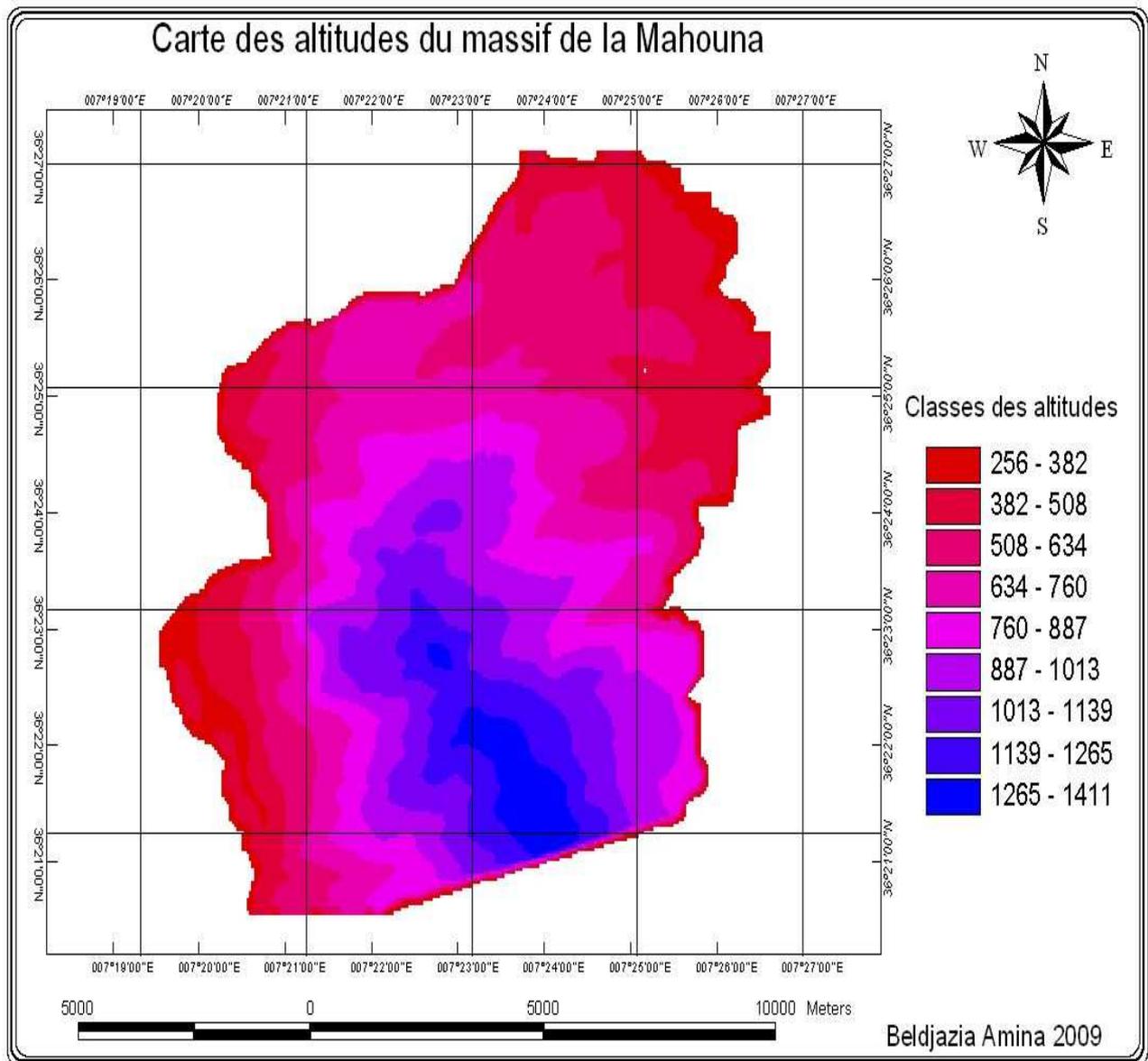
### **5-1- Carte topographique**

Le MNT, le modèle numérique de terrain établi à partir de la numérisation des courbes hypsométriques a permis de réaliser la carte altimétrique de la zone d'étude (carte n°1). Celle-ci donne une vue synoptique du terrain et renseigne sur sa géomorphologie.

L'examen et l'exploitation de ses données, permettent de mettre en évidence les points suivants :

- L'altitude varie de 256 jusqu'à environ 518 m au niveau d'Oued Charef et au Djabel Halouf.
- L'altitude augmente du Nord vers le Sud avant de diminuer lentement dans l'extrême Sud vers Oued Charef.
- L'altitude est importante au niveau des piémonts et sur les collines de 700 à plus de 1100 m.
- L'altitude augmente encore plus pour atteindre le maximum de 1411m au niveau du sommet du massif forestier.

L'orographie constitue un paramètre à ne pas négliger, elle est en corrélation assez élevée avec les classes de pente ; les deux couches d'informations constituent des paramètres de discrimination des espaces.



**Carte n°1 : Carte hypsométrique du massif de la Mahouna.**

### 5-2-La carte des classes des pentes

Le MNT a permis d'établir la carte des pentes par l'intermédiaire du module Slope du menu « topographic modeling » du logiciel (ENVI) ; la carte ainsi réalisée permet de dégager cinq classes de pentes renseignant sur la déclivité de la zone (carte n°2). On distingue : la zone de montagne, la zone de piémonts et la zone de plaine.

La carte illustre la valeur des pentes de chaque espace ou de chaque forme topographique, on distingue :

- Les pentes fortes où très fortes > 35%
- Les pentes moyennes entre 20 et 35 %
- Les pentes faibles entre 4 et 10%
- Les pentes très faibles entre 0 et 4%

D'après la carte des pentes on distingue :

- La classe 0-9.36% représente les pentes nulles à faibles, il s'agit de terrains situés sur les plaines, les zones d'épandages (oueds) et de bas piémont. Cette classe de pente est couverte une faible surface.

- La classe 9.36-28% : les pentes moyennes, assez bien représentées dans la zone d'étude ; il s'agit de pentes sur djebels et de zones accidentées.

- La classe 28-37% : pentes abruptes, raides, peu représentées situées surtout sur les sommets de montagne.

L'exploitation de la carte des pentes permet d'opter pour l'identification des espaces et de leur vocation.

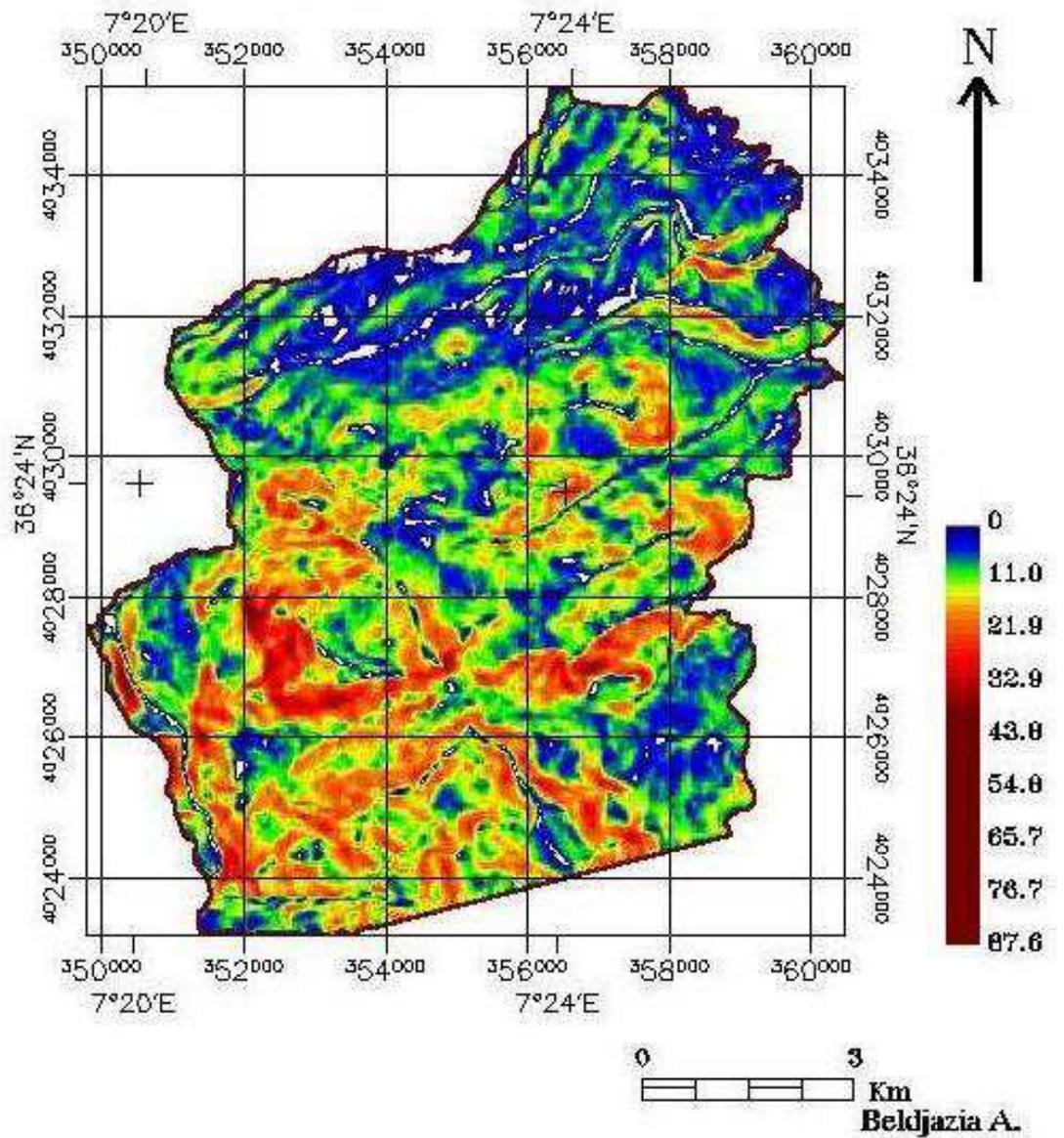
- Dans la catégorie 1 c'est le domaine de l'agriculture avec dominance des cultures annuelles.

- La catégorie 2 représente le domaine de l'arboriculture rustique avec un choix découlant des conditions du milieu et des besoins socio-économique de la population.

- La catégorie 3 de pente, représente les espaces fourragères arbustives et arborescents qui peuvent jouer un double rôle, écologique et économique.

- Au-delà de 35% c'est l'aire du chêne liège et chêne zeen, les relevés floristiques confirment la série du *Quercus suber* et *Quercus canariensis*.

### La carte des pentes du massif de la Mahouna



Carte n°2 : Carte des pentes du massif de la Mahouna

### **5-3- La carte des expositions :**

Le MNT a permis d'établir la carte des expositions par l'intermédiaire du logiciel (ENVI) et Arcview.

La carte ainsi réalisée permet d'obtenir 8 classes telles que mentionnées sur la légende (carte n°4).

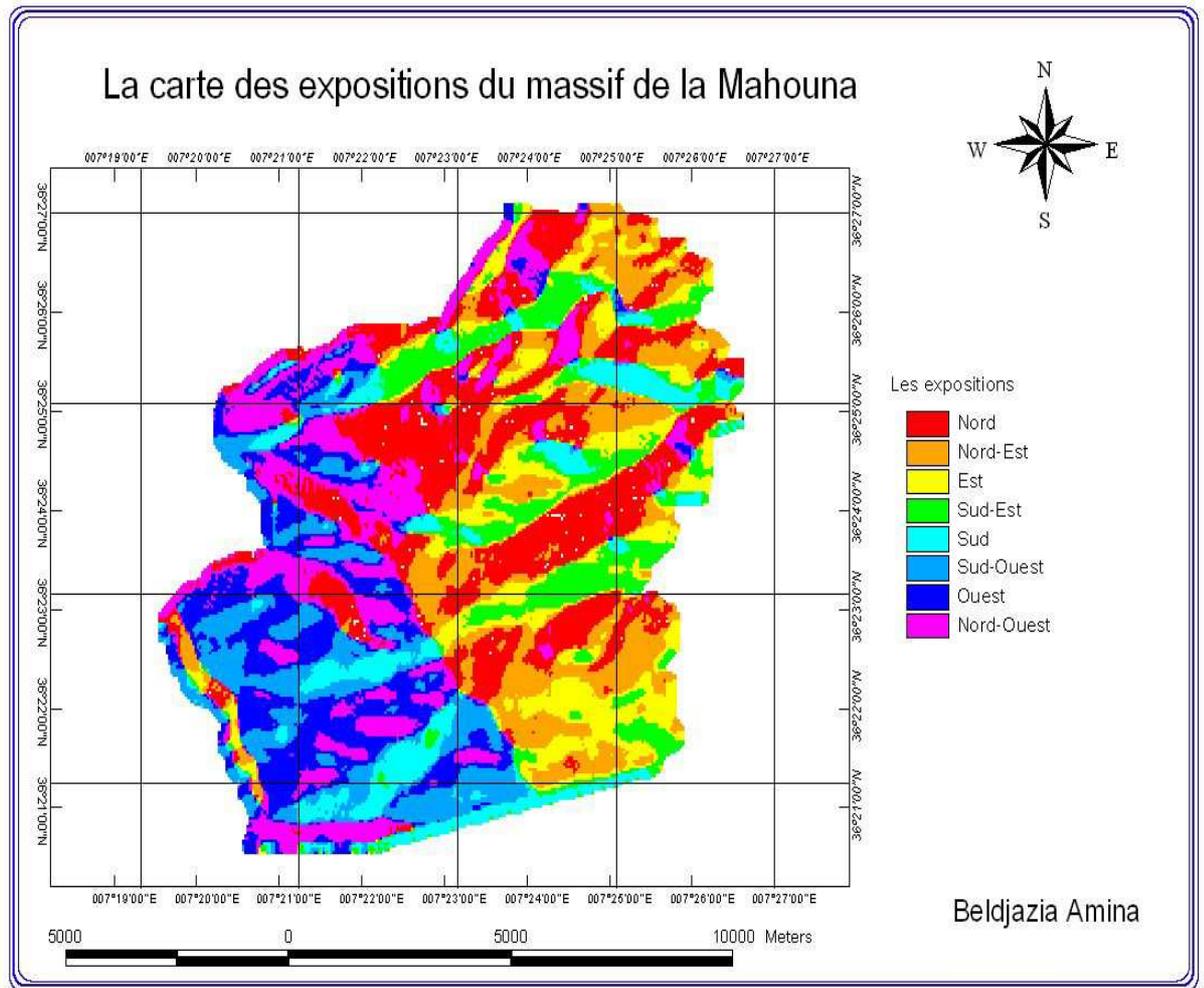
Le relief est complexe de par le découpage des versants ce qui explique la diversité floristique et écologique de la zone.

La majorité des versants sont orientées N. NE, ce qui explique la dominance de la végétation et l'intensité de la forêt parfois dense de chêne zéen et de chêne liège jusqu'à une altitude relativement basse, 400 m environ.

Le reste est occupé par des versants orientés du S.E, S.O ou la végétation est plus clairsemée, rare, dominée par le chêne kermès, l'Oléo-lentisque et les maquis à cistes et genêts, les broussailles et les pelouses et parfois le sol nu.

Pour le versant Sud, la subéraie s'arrête à 800 m et la zenaie à 1100 m environ.

La carte des expositions explique le décalage altitudinales dans ces étages de végétation entre le versant Sud et le versant Nord.



**Carte n°3 : Carte des expositions de la Mahouna.**

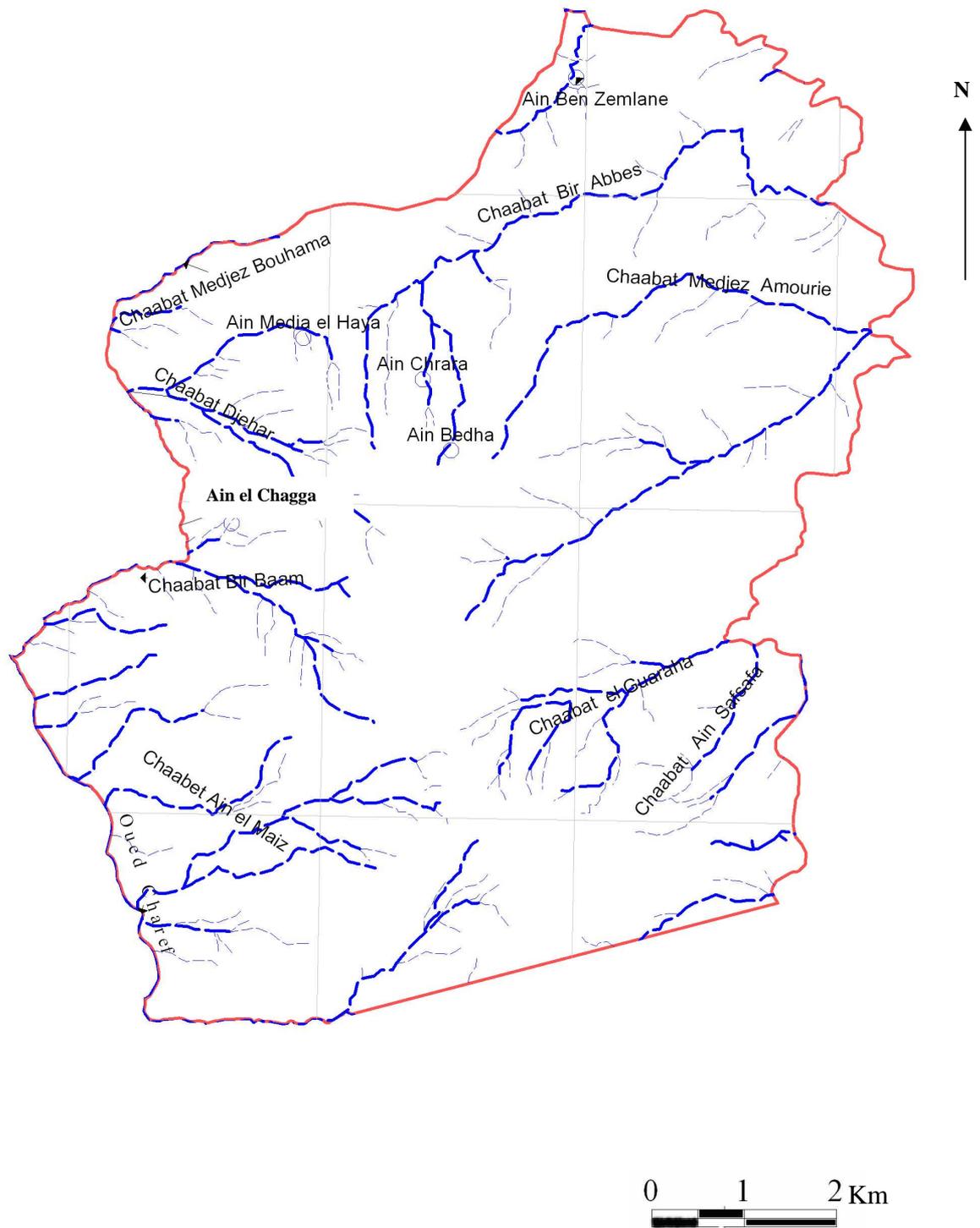
#### **5-4- Carte du réseau hydrographique**

La carte du réseau hydrographique (carte n°4) renseigne sur le tracé des principales Chaabets, qui sont facilement identifiables ; on distingue : Chaabet el Guaraha et Chaabet Bir Abbas qui sont dans le Nord. Dans le Sud on a Chaabet Ain Maiz.

Dans les zones à forte pente les cours d'eaux suivent les zones de fractures du relief ; dans les zones à plus faibles pentes, le réseau devient dendritique et diffus. La région d'étude est caractérisée par des ressources en eau très importants.

Encore un autre facteur écologique intéressant qu'il ne faut pas négliger dans l'identification des espaces et de leur vocation, conjugué avec l'hypsométrie et les pentes est le réseau hydrographique qui s'impose et constitue dans notre cas un paramètre physique déterminant.

**La carte du réseau hydrographique du massif de la Mahouna**



Beldjazia A.

**Carte n°4 : Carte du réseau hydrographique du massif de Mahouna.**

### **5-5- Carte de végétation**

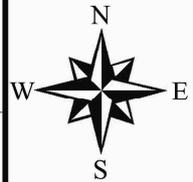
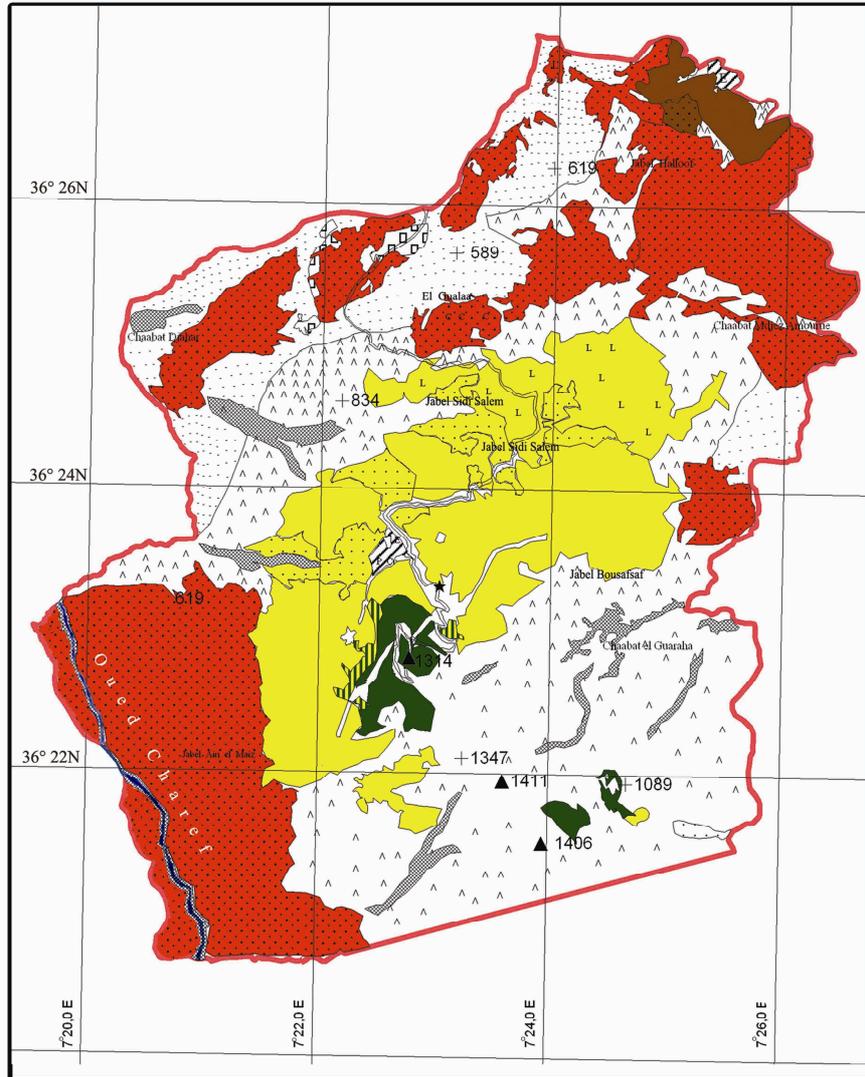
#### **\* La légende**

L'emploi des couleurs a été inspiré de la carte de l'Edough Seridi 3-4 (Toubal, 1986), c'est à dire se rapprochant le plus du système de Gaussen :

- Le vert est attribué au Chêne zeèn ;
- Le jaune est attribué au Chêne liège ;
- Le marron est utilisé pour le Chêne kermès ;
- L'orangé est utilisé pour l'Oléo-lentisque ;
- Le blanc au culture ;
- Le bleu pour les cours d'eau ;
- Le hachuré pour le reboisement ;
- Le pointillé pour les maquis.

© Université de ANNABA  
 Département de Biologie  
 Echelle 1/70 000 ème

Carte n° 05 : Carte des principaux groupements végétaux du massif de la Mahouna  
 par BELDJAZIA .A et TOUBAL O.



Levés sur terrain 2008-2009

**Légende**

- |  |                             |   |                                     |                   |
|--|-----------------------------|---|-------------------------------------|-------------------|
| Chêne zéen                               | Maquis à Bruyère et Lavande | Lentisque                                 | Pelouse                             | Clairières        |
| Forêt mixte de chêne liège et chêne zéen | Chêne kermès                | Maquis à olivier et lentisque             | Reboisement d'Eucalyptus            | Pare-feu          |
| Chêne liège                              | Chêne kermès dégradé        | Ripisylve                                 | Reboisement de Cyprés et Pin d'Alep | Oued              |
| Chêne liège à lentisque                  | Oléo-lentisque à Caroubier  | Broussailles à Diss, Cistes et Calycotome | Culture                             | Route             |
|  |                             |   |                                     | Poste de vigie    |
|  |                             |   |                                     | Maison forestière |



La carte de la végétation (carte n°5) a représenté la répartition de la végétation réelle actuelle sur le terrain, en fonction de leurs affinités écologique et également en consécutive aux facteurs de dégradation dont le plus important est l'incendie qui contribue à modeler le paysage végétale.

L'observation de la carte montre une occupation du massif forestier de la Mahouna par la végétation selon les pourcentages suivants :

- 35% de la pelouse
- 25% de l'Oléo-lentisque
- 16.48% du chêne liège
- 1.47% du chêne kermès
- 1.63% du chêne zéen
- 0.79% de la forêt mixte (chêne liège et chêne zéen)
- 10% des broussailles
- 8.6% du ripisylve

On remarque une nette dominance du chêne liège dans la partie forestière ; le chêne zéen a une superficie plus réduite, de même que la partie mixte de chêne liège et chêne zéen. Les altitudes plus basses sont occupées par une surface importante de l'Oléo-lentisque, par une partie réduite de chêne kermès suivi par la pelouse qui occupe la plus grande superficie, ce qui montre l'état de dégradation de la région.

***CONCLUSION***

## CONCLUSION

Ce travail a consisté en une étude écologique et cartographique de la végétation du massif forestier de la Mahouna. L'investigation botanique a révélé l'existence de 70 espèces, donc une richesse floristique remarquable ; la diversité floristique est consécutive à la diversité des biotopes.

L'étude bioclimatique situe le massif de la Mahouna entre les étages semi-aride à 300 m et l'humide au sommet (1411 m) ; les étages de végétation déterminés sont :

- L'étage thermoméditerranéen (entre 227 m et 400 m d'altitude) avec l'Oléo-lentisque et le chêne kermès,
- L'étage mesoméditerranéen (entre 400 m et 800 m) avec la subéraie à *Quercus suber* et la formation mixte chêne liège et chêne zéen,
- L'étage supraméditerranéen (entre 1300 m et 1411 m) avec la formation caducifoliée à chêne zéen (*Quercus canariensis*),
- On notera la présence dominée de *Pistacia atlantica* (Bétoum) vers 500 m.

Les particularités écologiques montrent différents types de roches mère donnant différents types de sol et par voie de conséquence différents formes végétales.

La carte de végétation à l'échelle 1/35 000<sup>ème</sup> représente la végétation réelle, actuelle, répartie sur le terrain suivant ses exigences par rapport au milieu.

L'aspect dynamique de la végétation est caractérisé par une dégradation progressive suite à l'intensité et à la fréquence des facteurs de dégradation, et une certaine forme de rupture de l'équilibre biologique de la forêt. La protection de ce patrimoine forestier s'avère urgente pour l'utilisation durable de sa diversité biologique.

Cette forêt, de par son intérêt écologique et floristique et sans côté pittoresque, mérite largement d'être classée comme parc national.

## **PERSPECTIVE**

Ce travail doit être continué, il est nécessaire de :

- Développer le côté phytosociologique et déterminer les associations existantes.
- Compléter l'inventaire floristique afin d'avoir une idée de la flore régionale.
- Développer l'aspect édaphique, la carte géologique est à compléter
- Faire des études complémentaires sur les potentialités de la forêt et les moyens de sa mise en défens, reboiser les parties dégradés, maitrise les incendies.
- Appliquer les techniques moderne de télédétection pour un suivi régulier de la végétation et de son dynamisme : par exemple des trajectoires d'incendie ; l'effet du surpâturage ; l'extension des défrichements.

# ***BIBLIOGRAPHIE***

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

**Achhal A., Akabli O., Barbéro M., Benabid A., M'hirit O., Peyre C., Quézel P. et Rivas-Martinez S., 1980** : A propos de la valeur bioclimatique et dynamique de quelques essences forestières du Maroc. *Ecologia mediterranea* 5 : 211-249.

**Aouadi H., 1989-** La végétation de l'Algérie Nord-Orientale : Histoire des influences anthropiques et cartographique à 1/200 000. Thèse Doct. 3<sup>e</sup> cycle Joseph Fourier de Grenoble.

**Arnad (M.T), 1982** – sur les relations climat- végétation dans les savanes – *Biologie et Ecologie Méditerranéenne*, Tome IX, n°2-3, 107-126

**Bagnouls F. & Gaussen H., 1953-** Saison sèche et indice xérothermique. *Bull. Soc. Hist. Nat.*, vol8, pp 193-239.

**Bazzaz F. et Sombroek W., 1997-** changements du climat et production agricole. Polytechnica- FAO 1997- 406p.

**Beltrando Gérard et Chémery Laure, 1995** - Dictionnaire du climat, Larousse, paris, ISBN 2037202334.

**Benabid A., 1982a** : Etudes phytoécologique, biogéographique et dynamique des associations et séries sylvatique du Rif Occidental (Maroc). Thèse Doct. ès-Sc. Fac. Sci. et Techn. St Jérôme, Aix Marseille III, 199 p. + annexes.

**Bendaïd A., Benzineh S., Smahi Z., 2003-** Etablissement de la carte d'occupation du sol d'une zone steppique à partir des images ALSAT I. Actes des journées techniques ALSAT I /Utilisateurs, Agence Spatiale Algérienne,136 p, Alger.

**Bertrand D., 2002.** La spectroscopie proche infrarouge et ses applications dans les industries de l'alimentation animale.

**BNEDER (Bureau National d'Etudes pour le développement Rural), 2009-** Inventaire des terres et forêts de l'Algérie du Nord – MARA- Alger.

**Boudy P., 1952** - Guide du forestier en Afrique du nord. 505p.

**Boudy P., 1955** - Economie forestière nord-africaine. Tome quatrième. Description forestière de l'Algérie et de la Tunisie. 472p.

**Braque R., 1988-** Biogéographie des continents. Masson. 470p.

**Braun-Blanquet J. & Pavillard J. 1928.** Vocabulaire de sociologie végétale. Reprod. Imp. Lemaire, Ardres, 23 p.

**CEA, 1993** - « La télédétection aux fins de la cartographie topographique et thématique ». Cartographic and remote sensing bulletin december 1993, Economic commission for Africa p25 à 32.

**Douguedroit A., 1976-** Les paysages forestiers de Haute-Provence et des Alpes-Maritimes. Géographie- Ecologie- Histoire. Edisud, Aix- en provence. 550p.

**Durand ( J.H) 1954-** les sols d'Algérie- Gouvernement général de l'Algérie ; Service des études scientifiques ; Pédologie n°2 , Alger

**Emberger L., 1930** – Sur une formule climatique applicable en géographie botanique. C.R.Acad.Sc (191) : 389-390.

**Emberger L., 1939** : Aperçu général sur la végétation du Maroc. Commentaire de la carte phytogéographique du Maroc au 1/500 000. Veröff. Geobot. Inst. Rübel in Zürich, 14, 40-157. + carte hors texte.

**Emberger L., 1955** - Une classification biogéographique des climats. Nature. Monspl. Série bot., (7) : 3-42.

**Favre P., 1992** - Feux et forêts. Forêt méditerranéenne. t. XIII, (1) : 31-40.

**Floret Ch., et Pontanier R., 1978.-** Relations climat-sol végétation dans quelques formations végétales spontanées du Sud Tunisien (Production végétale et bilan hydrique des sols). Thèse. Doc. Techn. N° 1. Ins. Rég. Arides. Médenine. Tunis., 96 p.+ ann.

**Giacomini (v), 1981-** le problème du choix des échelles en cartographie de la végétation –in « Méthodes de la cartographie de la végétation » - Ed- C.N.R.S. Carte Géologique.

**Gaussen(H1 , 1981** – L'emploi des couleurs dans la cartographie de la végétation , in « méthodes de la cartographie de la végétation » Ed . C.N.R.S.

**GFDL, 2009** - Licence de documentation libre GNU.

**Godron M. & Daget P., 1995.-** Pastoralisme, Troupeaux, espaces et société. Uni. Fronco. HATIER, AUPELF, UREF. 510 pages.

**Gounot M., 1969** - Méthodes d'étude quantitatives de la végétation. 1 vol.Ed. Mass. Paris, 314p.

**Guinochet M., 1973** - Phytosociologie. Ed. Masson, paris, 227p.

INRA production animale, vol.15, n°3, pp.209-219.

**INCT, 1999-** Bulletin des sciences géographiques. Publication semestrielle, de l'institut National de Cartographie et de télédétection (INCT). Editeur : Centre de la documentation et de la conservation de l'information géographique, INCT.

**Lippimaa T. 1935.** La méthode des Associations unistrates et le système écologique des Associations. Acta Instit. Hort. Bot. Univ. Tartuensis, 4, 1-Fév: 1-97.

**Long G., 1974.-** Diagnostic phyto-écologique et aménagement du territoire. Tome 1: Principe généraux et méthodes. Masson et Cie, Paris, 232 p.

**Marion J., 1951 :** La régénération naturelle du chêne-liège en Mamora. Ann. Rech. Forest. Rabat, 1, 25-57.

**Mouhamed Abdedou, 24 sept. 2002 -** Modélisation et représentation multi-échelle des données localisés. Mémoire de magister en techniques spatiales et applications. Option : Géomatique.

**Ozenda (P) 1977 –** La cartographie écologique - coumer du C.N.R.S , n° 24 , 2-10.

**Ozenda P. 1975:** Sur les étages de végétation dans les montagnes du bassin Méditerranéen. – Doc. Cartog. Ecol. 16: 1.32.

**Quézel P. & Médail F., 2003 -** Ecologie et biogéographie des forêts du bassin méditerranéen. Elsevier, Paris, 592 p.

**Quezel P. & Santa S, 1962-1963 –** Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Tome I et II. Edition du centre national de la recherche scientifique 15, quai Anatole- France- Paris 7° . 1165p.

**Quezel P., 1978 -** Analysis of flora of Mediterranean and Saharan Africa. Ann. Missouri. Bot. Gard., 65 (2) : 479-534.

**Quezel P., 2000 -** Réflexions sur l'évolution de la flore et de la végétation au Magreb méditerranéen. Ibis Press. Paris ; 117p.

**Quezel P., Brbero M., Bonin G. & Loisel R., 1990 -** Recent plant invasions in the centro-mediterranean region. In Discri & al., "Biological Invasions". Kluwer publ.: 51-60.

**Ruscha Edward, 1967-** Photographie d'Art Alanis. Thirtyfour parking lots in Los Angeles.

**Sauvage CH., 1960 :** Recherches Géobotaniques sur les Subéraies Marocaines. Thèse de Doct. Es-Sciences naturelles. Fac des Sciences de Montpellier. 414 p.

**Seltzer, P. 1946:** Le climat de l'Algérie. Trav. Inst. Météo. Et Phys. du globe.  
– Alger.

**Stewart PH., 1975** – Un nouveau climagramme pour l'Algérie et son application pour le barrage vert. Bull. Soc. Hist. Nat. AFN. Fsc. 65, 1 et 2, Alger, pp 239-252.

**Toubal (A) et Toubal (O) -1998-** Roche-mère, sol et végétation dans les massifs de l'Edough, figure de la chaîne alpine de l'Algérie orientale Revue Ecologie. 29 (-2) : 207-214.

**Toubal, O. 1986:** Phytoécologie, Biogéographie et Dynamique des principaux groupements végétaux du massif de l'Edough (Algérie nord – orient.). Cartographie à 1 / 25000. – Thèse Doct. 3<sup>e</sup> cycle Joseph Fourier de Grenoble.

**Zouaidia Hanene, 2006 -** Bilan des incendies de forêts dans l'Est algérien cas de Mila, Constantine, Guelma et Souk-ahras. Mémoire de magister en Ecologie et Environnement, Option : Ecologie végétale.125p.

# ***ANNEXES***

## Annexes des données climatiques

**Tab. XIII- Variation moyenne de la température et de la précipitation de la station de Belkheir (1988-2008).**

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jun	Jui	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
P (mm)	91,03	57,36	61,71	65,04	54,15	23,61	3,49	10,9	36,84	42,14	72,48	87,5
T (°C)	10,105	10,855	12,635	14,845	19,435	23,36	26,93	27,83	24,575	20,89	15,13	11,24

**Tab. XIV- Valeur moyenne de la température et de la précipitation de la station S1 du versant Nord.**

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jun	Jui	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
P (mm)	96,4918	63,67	68,498	72,194	60,107	26,207	3,874	12,099	40,892	46,775	80,453	97,125
T (°C)	9,155	9,905	11,685	13,895	18,485	22,41	25,98	26,88	23,652	19,94	14,18	10,29

**Tab. XV.-Valeur moyenne de la température et de la précipitation de la station S1 du versant Sud.**

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jun	Jui	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
P (mm)	96,492	60,802	65,413	68,942	57,399	25,027	3,699	11,554	39,050	44,668	76,829	92,750
T (°C)	9,155	9,905	11,685	13,895	18,485	22,41	25,98	26,88	23,652	19,94	14,18	10,29

**Tab. XVI- Valeur moyenne de la température et de la précipitation de la station S2 du versant Nord.**

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jun	Jui	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
P(mm)	125,621	79,157	85,16	89,755	74,727	32,582	4,816	15,042	50,839	58,153	100,022	120,75
T (°C)	6,955	7,705	9,485	11,695	16,285	20,21	23,78	24,68	21,425	17,74	11,98	8,09

**Tab. XVII- Valeur moyenne de la température et de la précipitation de la station S2 du versant Sud.**

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jun	Jui	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
P (mm)	108,326	68,258	73,435	77,398	64,439	28,096	4,153	12,971	43,840	50,147	86,251	104,125
T (°C)	6,955	7,705	9,485	11,695	16,285	20,21	23,78	24,68	21,425	17,74	11,98	8,09

**Tab. XVIII- Valeur moyenne de la température et de la précipitation de la station S3 du versant Nord.**

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jun	Jui	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
P (mm)	162,033	102,101	109,844	115,771	96,387	42,026	6,212	19,402	65,575	75,009	129,014	155,75
T (°C)	3,585	4,335	6,115	8,325	12,915	16,48	20,41	21,31	18,055	14,37	8,61	4,72

**Tab. XIX- Valeur moyenne de la température et de la précipitation de la station S3 du versant Sud.**

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jun	Jui	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
P(mm)	126,532	79,730	85,777	90,406	75,269	32,818	4,851	15,151	51,208	58,575	100,747	121,625
T (°C)	3,585	4,335	6,115	8,325	12,915	16,48	20,41	21,31	18,055	14,37	8,61	4,72

## Liste des Tableaux

**Tableau I :** Moyenne mensuelle de la vitesse des vents en m/s et des jours de sirocco de la station de Belhier (période 1994-2008).

**Tableau II :** Fréquence moyenne mensuelle de la gelée de la station de Belhier (période de 1994-2008).

**Tableau III :** Variables climatiques et bioclimatiques des stations du versant Nord.

**Tableau IV :** Variables climatiques et bioclimatiques des stations du versant Sud.

**Tableau V :** Composition floristique type de la forêt de chêne liège de l'étage subhumide et humide (Boudy, 1952).

**Tableau VI :** Les relevés floristiques de la forêt du chêne liège de la Mahouna.

**Tableau VII :** Les relevés floristiques de la forêt mixte du chêne liège et chêne zéen de la Mahouna.

**Tableau VIII :** Les relevés floristiques de la forêt du chêne zéen de la Mahouna.

**Tableau IX :** Les relevés floristiques du Chêne kermès de la Mahouna.

**Tableau X :** Les relevés floristiques de la formation Oléo-lentisque de Mahouna.

**Tableau XI :** Les relevés floristiques des ripisylves de la Mahouna.

**Tableau XII :** Caractéristiques du cliché pour une focale de 153 mm au format 23 x 23 cm (JG. Boureau, 1998).

## Liste des Figures

**Figure 1 :** Représentation du principe de pixel (CCRS/CCT).

**Figure 2 :** Localisation de la zone d'étude sur la carte topographique de la wilaya de Guelma (1/500 000 ème).

**Figure 3 :** Carte des limites administratives « commune de Bendjerrah » Wilaya de Guelma.

**Figure 4 :** Partie de la carte géologique de Mahouna (Feuille N° 76 (De La Chavane 1909 à 1/50 000 ème).

**Figure 5 :** Carte topographique de la forêt domaniale de la Mahouna (1/10 000 ème).

**Figure 6 :** Variation de la pluviométrie de la station de Belkhier.

**Figure 7 :** Variation mensuelle de la pluviométrie dans les quatre stations du versant Nord.

**Figure 8 :** Variation mensuelle de la pluviométrie dans les quatre stations du versant Sud.

**Figure 9 :** Variations mensuelles de température pour les quatre stations.

**Figure 10 :** Variation moyenne de l'humidité de la station de Belkhier.

**Figure 11 :** Diagramme ombrothermique de la station de Belkhier.

**Figure 12 :** Diagramme ombrothermique de la station à S1.

**Figure 13 :** Diagramme ombrothermique de la station S2.

**Figure 14 :** Diagramme ombrothermique de la station S3.

**Figure 15 :** Diagramme ombrothermique de la station S'1.

**Figure 16 :** Diagramme ombrothermique de la station S'2.

**Figure 17 :** Diagramme ombrothermique de la station S'3.

**Figure 18 :** Climagramme simplifié d'Emberger.

**Figure 19 :** Aire de distribution du chêne-liège (Quézel et Médail, 2003).

**Figure 20 :** Les formations végétales incendiées (Mahouna 1998-2008).

**Figure 21 :** Superficies incendiées dans la forêt de la Mahouna.

**Figure 22 :** Image satellitaire Landsat TM5 (composition vrai couleur 321) (19/03/2007) de la région d'étude de Mahouna.

**Figure 23 :** Assemblage des photos aériennes (échelle 1/20 000 ème) (2003) de la région de Mahouna.

**Figure 24 :** Image 3D de l'image satellitaire de la Mahouna drapé sur MNT (résolution 30 mètres).

**Figure 25 :** Calage de la carte topographique par le MapInfo 8.0.

**Figure 26 :** Méthode de dessin de la limite de la zone d'étude de la Mahouna.

**Figure 27 :** Localisation de la zone d'étude dans la carte topographique de Guelma (feuille nj-32-II-5 Est) (Echelle 1/50 000 ème).

## Liste des Photos

**Photo N° 01 :** Groupements de *Quercus suber* et *Erica arborea* (Juin 2009).

**Photo N° 02 :** Forêt mixte de *Quercus suber* et *Quercus canariensis* (Décembre 2008).

**Photo N° 03 :** *Quercus canariensis* et *Erica arborea* (Juin 2009).

**Photo N° 04 :** *Quercus coccifera* (Juin 2009).

**Photo N° 05 :** *Quercus coccifera* après un incendie (régénération naturelle) (Juin 2009).

**Photo N° 06 :** Groupement de *Pistacia terebinthus* et *Olea oleaster* (Juin 2009).

**Photo N° 07 :** Formation de *Olea oleaster* et *Pistacia lentiscus* (Avril 2009).

**Photo N° 08 :** *Nerium oleander* et *Tamarix gallica* (Oued charef, mars 2009).

**Photo N° 09 :** Ripisylve à *Ulmus campestris* (Mahouna, décembre 2009).

**Photo N° 10 :** Erosion à environ 1200 m d'altitude (Décembre 2009).

## **Liste des Cartes**

**Carte N° 01 :** Carte hypsométrique du massif de la Mahouna.

**Carte N° 02 :** Carte des pentes du massif de la Mahouna.

**Carte N° 03 :** Carte des expositions de la Mahouna.

**Carte N° 04 :** Carte du réseau hydrographique du massif de Mahouna.

**Carte N° 05 :** Carte des principaux groupements végétaux du massif de la Mahouna.

