



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REPUBLICUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
جامعة Hassiba Ben Bouali Chlef
UNIVERSITE HASSIBA BEN BOUALI CHLEF

كلية العلوم الزراعية والعلوم البيولوجية
FACULTE DES SCIENCES AGRONOMIQUES ET DES SCIENCES BIOLOGIQUES
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE
قسم البيولوجيا

MEMOIRE EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DE
MAGISTER

OPTION : SCIENCES DE L'EAU ET BIOCLIMATOLOGIE

THEME :

***Impact des facteurs climatiques sur la
dégradation de la forêt de Djebel Saadia
- diagnostic et perspectives d'amélioration -***

Présenté par : M^{elle} HEDIDI Djahida

Soutenu le 27/06/2010 devant le jury composé de :

M. SAADI A.	<i>Maître de conférences, UHB Chlef</i>	Président
M. SAIDI D.	<i>Maître de conférences, UHB Chlef</i>	Promoteur
M. M'HAMED BOUZINA M.	<i>Maître de conférences, UHB Chlef</i>	Examineur
M. TOUMI M.	<i>Maître de conférences, l'ENS Kouba</i>	Examineur
M. ABABOU A.	<i>Maître Assistant (A), UHB Chlef</i>	Examineur

2009-2010

Remerciements

Je remercie Allah, le Majestueux, de m'avoir accordé la foi, la volonté et le bon entourage afin d'accomplir dans les meilleures conditions ce travail.

*Mes remerciements vont tout particulièrement à **M. SAIDI D.**, Maître de conférences à la faculté des sciences agronomiques et des sciences biologiques de Chlef qui a bien voulu assurer mon encadrement, c'est un très grand honneur pour moi qu'il ait accepté d'être mon directeur de mémoire. Je lui dois une immense reconnaissance et un très grand respect.*

*Je tiens à remercier **M. SAADI A.**, Maître de conférences à la faculté des sciences agronomiques et des sciences biologiques de Chlef, pour l'honneur qui me fait à présider le jury.*

***M. M'HAMED BOUZINA M.** Maître de conférences à l'université de Chlef d'avoir accepté de faire partie du jury et d'examiner ce travail, en plus de son aide inestimable.*

***M. ABBABOU A.** chargé de cours à l'université de Chlef. Un remerciement spécial d'avoir accepté d'examiner ce travail, en plus de son aide précieuse et ses qualités humaines, pour lesquelles je lui exprime toute ma gratitude.*

***M. TOUMI M.** Maître de conférences à l'ENS de Kouba, qui a aimablement consenti à être membre examinateur du jury.*

Je tiens également à remercier le corps enseignants et le personnel du département de biologie et du département d'agronomie à l'université de Chlef.

*J'exprime aussi toute ma reconnaissance envers **M. BENYAMINA K.**, directeur de la conservation des forêts (Wilaya de Relizane) et son personnel, pour leurs encouragements et pour tous les efforts qu'ils ont fournis pour la réalisation de ce travail. Je ne peux pas oublier les précieux conseils et le soutien de **M. AMOKRANE F.**, Chef de station de l'I.N.R.F de Tènes et tout son personnel.*

*La lourde tâche d'acquisition des données sur terrain n'a pu être réalisée sans la précieuse collaboration de **M. AROUS M.** (Chef du district de Ouled Ben Abdelkader: Conservation des forêts de Chlef) et toute son équipe et **Ami Djillali**, à qui j'adresse un très grand merci.*

*Une pensée particulière pour **M^{elle} EL MEDDAHI Y.** (Ingénieur d'état à la DHW de chlef), **M. ABAIDIA S.** (Ingénieur d'état à l'ABH), **M^{elle} MOKDAD S.** (Ingénieur d'état à la conservation des forêts de Chlef), **M. NEDJARI M.** (Chef bureau à la conservation des forêts de Chlef) et **M. KHATRAWI H.** pour leurs encouragements dans les moments de doute et surtout pour la touche amicale qu'ils m'ont apportée.*

Je n'oublie pas l'ensemble de mes collègues de ma promotion de magister qui m'ont entouré et supporté (dans tous les sens du terme) et avec qui j'ai passé d'excellents moments.

Merci à tous ceux qui, à un moment ou autre, m'ont prodigué des conseils, fourni une aide matérielle ou technique, ou tout simplement humaine.

Et puis, j'aurais dû bien évidemment commencer par eux, pour m'avoir donné la possibilité de vivre pleinement ma passion : un Grand Merci à mes Parents et à ma famille, à qui je dois une infinie reconnaissance pour être présents et m'avoir soutenue sans conditions avec toute leur affection.

Djahida

Sommaire

	<i>Pages</i>
Introduction	1
<u>Chapitre I : Synthèse bibliographique</u>	
I-1- Présentation de la forêt algérienne	3
I-2- Potentialités des forêts algériennes	4
I-3- Fonctions des écosystèmes forestiers	6
I-4- Cas particulier des subéraies	7
I-5- Facteurs de dégradation de la forêt	13
<u>Chapitre II : Etude du milieu physique</u>	
II-1- Situation géographique et administrative de la forêt de Saadia.....	26
II-2- Etude climatique.....	26
II-3- Géologie et géomorphologie.....	40
II-4- Erosion et risques naturels	42
II-5- Pédologie.....	44
II-6- Formation végétale et flore de la forêt	45
<u>Chapitre III : Méthodologie du travail</u>	
III-1- Méthodologie adoptée.....	47
III-1-1-Collecte des données préliminaires.....	47
III-1-2- Prospection sur le terrain	49
III-1-3- Analyse et traitement des données.....	50
III-2- Moyens mis en œuvre	54
<u>Chapitre IV : Résultats et interprétations</u>	
IV-1- Résultat du diagnostic de la forêt de djebel Saadia	56
IV-2- Caractérisation floristique.....	60
IV-3- Impact des variations climatiques sur le couvert forestières de la forêt de Saadia	70
IV-4- Etat actuel de la forêt de Saadia	77
<u>Chapitre V : Synthèse et discussion générale</u>	
V-1- Niveau de dégradation	79
V-2- Origine de dégradation	79
V-3- Forme de dégradation de la forêt	80
V-4- Conservation et restauration de la subéraie de Saadia.....	81
Conclusion générale	83

Résumé

Cette étude s'inscrit dans le cadre du suivi du phénomène de la dégradation sur l'écosystème de Djebel Saadia au Sud-Est du massif de l'Ouarsenis.

L'approche méthodologique adoptée est une combinaison des traitements statistiques (ACC), des techniques de la télédétection ainsi que du système d'information géographique (SIG). Elle a permis d'obtenir des résultats indispensables pour la compréhension des effets de causalité de la dégradation. Les résultats obtenus à l'issue de l'analyse canonique des correspondances (ACC) montre que la diversité et la distribution de végétation sont étroitement liées au gradient climatique, altitudinal et à l'exposition. A travers cette analyse nous distinguons trois groupements de végétation le groupement *Quercus faginea*, groupements *Quercus Suber* et groupements *Chamaerops humilis*, ce dernier est le plus dégradé. L'étude diachronique réalisée a montré que 60% des superficies de la subéraie accusent une forte tendance à la régression. La dynamique de l'évolution du couvert forestier, face aux pressions anthropiques et climatiques, a été bien appréhendée par les différents outils d'analyse.

Les causes directes et adjacentes de la dégradation des forêts peuvent être déterminées et les solutions alternatives peuvent aussi être préconisées. Cette étude peut constituer un outil d'aide à la prise de décisions, dans le cadre d'un zonage forestier et aussi dans l'élaboration d'un plan d'aménagement forestier durable et dans la préservation de la diversité biologique.

Mots clés : Subéraie, Djebel Saadia, dégradation, climat, ACC, NDVI.

Abstract

This study lies within the scope of the follow-up of the phenomenon of degradation on the ecosystem of Djebel Saadia in the South-East of Ouarsenis range.

The adopted methodological approach is a combination of the statistical processing (ACC), techniques of remote sensing as well as geographical information system (SIG). It made it possible to obtain essential results for the comprehension of the effects of causality of degradation. The results obtained with statistical processing CCA shows that the diversity and the distribution of vegetation are tied to the climatic gradation, gradation of altitude and to the exhibition. This analysis carried out that three groups of vegetation are existed the group of *Quercus faginea*, groups of *Quercus Suber* and groups of *Chamaerops humilis*, this last is the most degraded. The diachronic study carried out that 60% of the woodlot surfaces show a strong tendency to regression. The dynamics of the evolution of forest cover, according to the anthropic and climatic pressures, was well apprehended by the various tools for analysis.

The immediate and adjacent causes of the degradation of the forests can be determined and the alternative solutions can also be recommended. This study can constitute a tool of assistance to decision making, within the framework of a forest zoning also in the development of a durable plan of forest installation, and in the safeguarding of biological diversity.

Key words: Cork oak forest, Djebel Saadia, degradation, climate, CCA, NDVI.

ملخص

يهدف هذا العمل الى دراسة ظاهرة تدهور النظام البيئي لغابة جبل سعدية الواقعة جنوب شرق جبال الأوراس.

لقد حاولنا من خلال دراستنا التوفيق بين التحليل الاحصائي وتقنيات الاستشعار عن بعد بالاضافة الى نظام المعلومات الجغرافي مما مكننا من التوصل الى نتائج مهمة لفهم تأثير العوامل المسببة لهذا التدهور.

النتائج المحصل عليها باعتماد التحليل الإحصائي أظهرت أن تنوع النبات و توزيعه يرتبطان ارتباطا وثيقا مع التدرج المناخي و الارتفاع . من خلال هذا التحليل يمكننا تمييز ثلاث مجموعات نباتية مجموعة *Quercus faginea* ؛ مجموعة *Quercus Suber* و مجموعة *Chamaperops humilis* ؛ هذه الأخيرة هي الأكثر تدهورا. إن الدراسة الزمنية اثبتت ان 60% من مساحة غابة الفلين تعرضت للتراجع و أن حركية تطور الغطاء النباتي في مواجهة العوامل المناخية والبشرية قد تمت معالجتها من جميع الجوانب باستعمال مختلف طرق التحليل.

من خلال تحديد الاسباب المباشرة والغير المباشرة لتضرر الغابات. يمكننا اقتراح حلول مختلفة للقضاء عليها. هذه الدراسة يمكن ان تمثل وسيلة مساعدة لاتخاذ قرارات في المجال الغابي نستطيع من خلالها تهيئة الغابات تهيئة مستدامة والمحافظة على تنوعها البيولوجي.

الكلمات المفتاحية : غابة الفلين، جبل سعدية، تدهور، مناخ، ACC، NDVI

Liste des abréviations

ACC : Analyse canonique des correspondances

CDB : Convention sur la diversité biologique

COP : Conférence des Parties

DGF : Direction générale des forêts

ETP : Evapotranspiration potentielle

FAO : Food and Agriculture organization

GIEC : Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat

GPS : Global Positioning System

H' : Indice de Shannon

I.N.C.T. : Institut national de cartographie et de télédétection

I.N.R.F. : Institut national de recherche forestière

M : Moyenne des températures maximales du mois

m : Moyenne des températures minimales du mois

NDVI : The Normalized Difference Vegetation Index / l'indice de végétation normalisé

OIBT : Organisation internationale des bois tropicaux

ONM : Office national de météorologie

PNUE : Programme des Nations unies pour l'environnement

SBSTTA : Organe subsidiaire de la CDB chargé de fournir des avis scientifiques et
Technologique

UTM : Universal Transverse Mercator

°C : degré Celsius

°K : degré Kelvin

Liste des figures

<i>Figures</i>	<i>Pages</i>
Figure 01 : Aire de distribution du chêne-liège	9
Figure 02 : Forêt de chêne liège ou Subéraie (forêt de Saadia).....	9
Figure 03 : Aires de répartition du chêne liège en Algérie	10
Figure 04 : Relation entre la sécheresse, le stress hydrique et le dépérissement des arbres forestiers	16
Figure 05 : Evolution des superficies incendiées de (1999-2008).....	17
Figure 06 : Evolution des populations de moutons en Algérie de (1860-1990).....	21
Figure 07 : Influence des facteurs de dégradation sur longévité de la subéraie.....	25
Figure 08 : Situation géographique de la forêt de Saadia.....	27
Figure 09 : Localisation administrative de la forêt de Saadia.....	28
Figure 10 : Moyennes annuelles des précipitations à la station de Sidi yakoub (1982- 2007).....	29
Figure 11 : Histogramme des précipitations moyennes mensuelles pour la station de Sidi yakoub (1982-2007).....	30
Figure 12 : Variation mensuelles des températures (1982-2007).....	31
Figure 13 : Précipitation et évapotranspiration dans la forêt de djebel Saadia.....	34
Figure 14 : Diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gausсен (Sidi yakoub).....	36
Figure 15 : Climagramme du quotient pluviothermique d'Emberger.....	39
Figure 16 : Carte géologique de la forêt de Saadia.....	41
Figure 17 : Modèle numérique de terrain en 3 dimensions.....	41
Figure 18 : Carte Hypsométrique.....	42
Figure 19 : Répartition des classes d'altitude de la zone d'étude.....	42
Figure 20 : Carte de vulnérabilité à l'érosion.....	43
Figure 21 : Carte pédologique de la forêt de Saadia.....	46
Figure 22 :Image Landsat de 1987 de la forêt de Saadia: composition colorée en trois canaux (infrarouge + rouge + bleu).....	48
Figure 23 : Image Landsat de 2007 de la forêt de Saadia: composition colorée en trois canaux (infrarouge + rouge bleu).....	48
Figure 24 : Plan d'échantillonnage (2008).....	50
Figure 25 : Carte synthétique illustrant la nature des formations végétales et leur distribution spatiale dans la zone d'étude	57

Liste des figures

Figure 26: Répartition des unités végétales par type de formation et de superficie	57
Figure 27: Matorral à calycotome (Forêt de Saadia).....	58
Figure 28: Subéraie très embroussaillée fortement exposée aux incendies de forêts (Forêt de Saadia)	59
Figure 29 : Maquis dégradé (Forêt de Saadia).....	59
Figure 30: Valeurs propres et pourcentages d'inertie (ACC).....	65
Figure 31 : La projection des variables environnementales sur axe 1et axe2	65
Figure 32 : Plan factoriel des espèces (axe1 et 2).....	67
Figure 33 : Plan factoriel des relèves (axe1 et 2)	68
Figure 34 : Evolution des précipitations au cours du temps (1968-2005).....	71
Figure 35 : Carte de l'indice de végétation normalisé (NDVI) de 1987.....	72
Figure 36 : Carte de l'indice de végétation normalisé (NDVI) de 2007.....	73
Figure 37 : Changements de l'indice normalisé de la végétation (NDVI) entre 1987 et 2007.....	74
Figure 38: Dégâts causés par les incendies dans la forêt de Saadia.....	76
Figure 39 : Les exploitations irrationnelles et abusives de la forêt de Saadia.....	76
Figure 40 : Etat actuel de la forêt de Saadia.....	78

Liste des tableaux

<i>Tableaux</i>	<i>Pages</i>
Tableau 01: Principales essences forestières et leurs superficies (ha).....	5
Tableau 02: Superficies estimées des forêts de chêne-liège dans le monde.....	8
Tableau 03: Production mondiale du liège.....	12
Tableau 04 : Définitions internationales de dégradation des forêts / forêts dégradées..	13
Tableau 05 : Bilan des incendies des forêts en Algérie (1999-2008).....	17
Tableau 06 : Principaux insectes ravageurs dans la forêt algérienne.....	23
Tableau 07 : Coordonnées de la station de Sidi yakoub	26
Tableau 08 : Moyennes mensuelles des précipitations de la station de Sidi yakoub (1982-2007).....	29
Tableau 09 : Variations saisonnières des précipitations.....	30
Tableau 10 : températures mensuelles de la station de Sidi yakoub(1982– 2007).....	31
Tableau 11 : Ensoleillement moyen mensuel (1955 – 2005).....	33
Tableau 12 : Evaporation moyenne mensuelle (2000-2005).....	34
Tableau 13 : Moyennes mensuelles du taux d’humidité relative (1999-2007).....	34
Tableau 14 : Moyennes mensuelles de la vitesse des vents (2000-2005).....	35
Tableau 15 : Coordonnées des points haut et bas	37
Tableau 16 : Pluviométrie corrigée.....	37
Tableau 17 : Températures corrigées du point haut de la forêt	38
Tableau 18 : Températures corrigées du point bas de la forêt	38
Tableau 19 : Répartition des terres selon le niveau de sensibilité.....	43
Tableau 20 : Codification du coefficient d’abondance-dominance.....	52
Tableau 21: Relevés floristiques de la subéraie de Djebel Saadia (2008).....	61
Tableau 22: principales espèces recensées	62
Tableau 23 : l’inertie sous contrainte et l’inertie non -contrainte	64
Tableau 24 : les valeurs propres et pourcentages d’inertie	64
Tableau 25 : Changements de l’indice normalisé de la végétation (NDVI) entre 1987 et 2007.....	75
Tableau 26 : Répartition des terres selon le niveau de dégradation	77

Introduction

Introduction

Le climat, sa variabilité et l'évolution de sa structure jouent un rôle déterminant dans la croissance, le développement, l'évolution et la régénération des écosystèmes forestiers.

La zone du Nord de l'Algérie est marquée par une fluctuation importante des conditions climatiques dont la caractéristique principale est un assèchement progressif du climat qui se traduit par une diminution de la pluviosité. Sous l'effet conjugué de la sécheresse et les activités humaines irréfléchies, la forêt algérienne se trouve aujourd'hui dans un état critique, elle connaît une régression quasi exceptionnelle.

La subéraie mondiale possède une superficie d'environ 2.7 millions d'hectares où les forêts de chêne-liège algériennes occupent quatre cent quarante mille hectares (440 000 ha) dont deux cent vingt-neuf mille (220 000ha) de subéraies classées comme productives. Ce qui place l'Algérie en troisième position après le Portugal et l'Espagne (Benabid, 1989 in Aafi, 2007). La Direction générale des forêts (DGF, 2005 in Salami, 2005) a noté qu'entre 1930 et 1984, la superficie des subéraies est passée de 440 000 hectares à 229 000 hectares, soit une régression de 48%.

Le patrimoine national forestier connaît actuellement une situation de plus en plus critique sous l'effet de la variabilité climatique et en occurrence les événements extrêmes de la sécheresse. L'irrégularité des précipitations, les incendies répétitifs et le mode d'exploitation irrationnel sont les principaux facteurs qui provoquent le recul et la dégradation du couvert forestier et par conséquent la destruction du patrimoine. Les répercussions néfastes de cette dégradation pourraient s'intensifier au cours des prochaines décennies.

Le sort des forêts reste tragique, pernicieux et désespérant. L'écosystème forestier couvrant le sommet de Djebel Saadia subit le même sort. Il présente un exemple particulièrement exhaustif, actuel et concret de dégradation intense.

L'insuffisance des études dans ce milieu fragile, leur importance environnementale, ainsi que l'aggravation de ce risque de dégradation a suscité l'ampleur de cette dégradation tant sur le plan qualitatif et quantitatif. Dans cette optique notre travail est focalisé sur l'évaluation de l'état de actuel de la forêt de Djebel Saadia avec en arrière plan la mise en évidence des facteurs dégradants.

Cette étude s'inscrit dans un cadre général de la conservation, de la gestion intégrée et de la mise en valeur du massif forestier de Djebel Saadia, prenant en considération le plus grand nombre de paramètres influant directement ou indirectement sur la conservation de l'écosystème forestier de la zone en question.

L'ensemble des travaux effectués pour atteindre nos objectifs sont présentés de la façon suivante :

- ✓ Une revue bibliographique qui constitue le premier chapitre de ce mémoire. Elle mettra le point sur l'état actuel de la forêt algérienne, ses contraintes, ses potentialités. Une mention particulière sera accordée aux subéraies,
- ✓ Le deuxième chapitre décrit le milieu physique,
- ✓ Le troisième chapitre est réservé à la présentation de la méthodologie du travail adoptée,
- ✓ Le quatrième chapitre est réservé aux différents résultats obtenus et enfin quelques propositions d'aménagement de la zone d'étude dans une perspective de conservation de la subéraie.

Chapitre I :
Synthèse bibliographique

I-1- Présentation de la forêt algérienne

La forêt méditerranéenne est caractérisée par sa flore typique, qui lui confère une délimitation géographique basée sur l'extension de l'olivier pour les phytogéographes, alors que les forestiers la délimitent par rapport à son bioclimat avec ses deux composantes principales : les précipitations et la sécheresse (Braun-Blanquet, 1952 ; Tomaselli, 1976). Selon Seigue (1985), la forêt méditerranéenne couvre environs 65 millions d'hectares dont 45 millions de forêts proprement dites et 19 millions d'hectares de formations forestières.

La forêt algérienne qui appartient à cet ensemble. Présente un élément essentiel de l'équilibre écologique, climatique et socio-économique de différentes régions du pays (Berchiche, 1986).

La forêt algérienne apparaît comme une formation végétale dont les arbres sont en état de lutte continuelle contre la sécheresse (plusieurs mois secs consécutifs de l'été). Compte tenu de tous les éléments historiques qui la marquèrent et des pressions qu'exercent sans cesse sur elle, l'homme et son bétail, la forêt semble glisser rapidement sur la voie d'une dégradation progressive des essences principales et de son remplacement par le maquis et les broussailles dont le rôle reste néanmoins extrêmement important pour le contrôle et la fixation des sols en terrain à forte déclivité (FAO, 2000).

Divers auteurs, Boudy, 1955 ; Madani *et al.*, 2001 ; caractérisent la forêt algérienne actuelle par des grands traits :

- ✓ forêt essentiellement de lumière, irrégulière, avec des peuplements feuillus ou résineux le plus souvent ouverts formés d'arbres de toutes tailles et de tous âges en mélange parfois désordonné (FAO, 2000),
- ✓ Présence d'un épais sous-bois composé d'un grand nombre d'espèces secondaires limitant la visibilité et l'accessibilité et favorisant la propagation des feux,
- ✓ existence d'un pâturage important (surtout dans les subéraies) et empiétement sur les surfaces forestières par les populations riveraines,

Suite à l'action des usagers et de leurs troupeaux, ou aux incendies, les troncs des arbres sont souvent courts, ou tordus et les bois affectés de nombreuses tares et pourritures ce qui réduit fortement leur aptitude au sciage, d'où une faiblesse du rendement moyen en volume ligneux.

I-2- Potentialités des forêts algériennes

I-2-1- Répartition géographique

La forêt algérienne de type méditerranéen est localisée entièrement sur la partie septentrionale du pays et limitée au Sud par les monts de l'Atlas Saharien. Elle est inégalement répartie suivant les différentes régions écologiques, ce qui leur confère des taux de boisements très variables. En effet, ces taux décroissent d'Est en Ouest et du Nord au Sud plus particulièrement. La forêt algérienne est constituée par une variété d'essences appartenant à la flore méditerranéenne, leur développement est lié essentiellement au climat. Au fur et à mesure que l'on s'éloigne du littoral, le faciès forestier change du Nord au Sud du pays. On peut distinguer deux principales zones bien différentes :

- ✓ Le littoral et surtout les chaînes côtières de l'Est du pays comme la Grande Kabylie, Béjaïa, Jijel, El Milia, El Kala. Ces régions sont bien arrosées, elles comportent les forêts les plus denses et les plus belles. C'est l'aire de répartition de deux essences principales, à savoir : le chêne liège et le chêne zeen.
- ✓ Les hautes plaines continentales, plus sèches représentées par les régions steppiques situées entre les chaînes côtières et l'Atlas saharien. Ces zones contiennent dans leurs parties accidentées de grands massifs de pin d'Alep et de chêne vert (Aurès, Djelfa et Saïda) (Ouelmouhoub, 2005).

I-2-2- Superficie

D'après Mezali, 2003 ; la superficie forestière en Algérie se cantonne à l'heure actuelle à environ 2 millions d'hectares soit 7% de la couverture nationale. Ces superficies sont subi diverses formes de mutilations (colonialisme, action anthropique marquée).

D'autre part, selon la DGF, 2007 ; si l'on associe les forêts et maquis ensemble, dans la catégorie des formations forestières, nous trouvons qu'elles couvrent une superficie de 4,1 millions d'hectares. Cette dernière est répartie comme suit :

- ✓ 1 481 000 d'hectares de forêts proprement dites,
- ✓ 1 662 000 d'hectares de maquis et broussailles,
- ✓ 717 000 d'hectares constituent les reboisements réalisés depuis l'indépendance en 1962. En comparant ces chiffres aux données existantes avant la colonisation française en 1830, où les forêts couvraient 5000000 ha, nous constatons la réduction de plus de la moitié du patrimoine forestier existant durant cette période.

Le taux de boisement actuel reste très insuffisant pour assurer d'une part l'équilibre physique et biologique et d'autre part de pas permettre de couvrir les besoins en matière de produits forestiers et d'assurer par conséquent des recettes économiques pour le pays (Ikermoud, 2000).

I-2-3- Superficie des principales essences forestières

Sur la base des différents travaux de Boudy, 1955 ; Seigue, 1985 ; Ghazi et Laouati, 1997 ; DGF, 2007, les superficies des principales essences forestières sont récapitulées dans le tableau 01.

La comparaison des données (tableau 01) de la direction générale des forêts (2007) avec celles de Boudy (1955) met en évidence la stabilité et la progression des surfaces de pin d'Alep. Par contre, les superficies des formations de chêne liège, de chêne vert, de chêne zeen et afarès ont considérablement diminué. Les eucalyptus introduits dans le Nord et surtout à l'Est du pays constituent le premier groupe des forêts dites économiques totalisant une superficie de 43 000 ha (DGF, 2007) à travers toute l'Algérie.

Les formations de maquis et de broussailles résultants de la dégradation des forêts ont pris de l'extension, ils occupent une superficie de 1662000ha. S'ajoutent à ces superficies forestières les nappes d'alfa qui totalisent 2,7 millions d'hectares.

Tableau 01: Principales essences forestières et leurs superficies (ha)

Essences forestières	1955 (Boudy)	1985 (Seigue)	1997 (Ghazi et Lahouati)	2007 (DGF)
Pin d'Alep	852 000	855 000	800 000	881 000
Chêne liège	426 000	440 000	463 000	229 000
Chêne vert	679 000	680 000	354 000	108 000
Chênes zeen et afarès	-	67 000	65 000	48 000
Genévriers	279 000	-	217 000	-
Thuya de Berbérie	157 000	160 000	143 000	-
Cèdre de l'Atlas	45 000	30 000	12 000	16 000
Pin maritime	-	12 000	38 000	31 000
Sapin de Numidie	-	300	-	-
Maquis	780 000	-	-	1 662 000

I-3- Fonctions des écosystèmes forestiers

Mhiri et Benchekroun (2006) définit l'écosystème « forêt » comme un système spatial ouvert qui inclut une communauté d'êtres vivants végétaux et animaux et leur environnement donnant lieu à des processus biologiques complexes. Les caractères fondamentaux de ce système sont déterminés par l'arbre qui, par sa masse, son couvert, son mode de croissance, sa longévité et sa pérennité, exerce une action puissante capable de modifier le microclimat et de former à partir du substrat géologique un sol, une flore et une faune spécifiques.

Par ailleurs, l'écosystème forestier remplit des rôles socio-économiques résultant de ses relations avec les différents acteurs sociaux. En effet, la forêt est une source de produits dont l'homme a besoin pour son existence et son épanouissement (nourriture, énergie, oxygène, bois, médicaments...). Elle contribue à la production des installations humaines et améliore le microclimat ; elle agit sur la régularisation des régimes des eaux et assure le maintien de la fertilité des terres agricoles ; elle constitue un lieu de repos, d'inspiration, de détente et de loisirs. De ce fait, les acteurs ont chacun, vis-à-vis de cet espace des attitudes, des comportements, des attentes et des modes d'action spécifiques.

D'une manière générale, les processus écologiques de l'écosystème forestier et ses rôles socio-économiques sont regroupés sous le terme de « fonctions ». Si les processus biologiques se déroulent dans toute forêt, il n'en reste pas moins vrai que les fonctions n'apparaissent qu'avec les hommes qui utilisent ces processus dans un but déterminé. Ainsi, la fonction de production de bois est liée à la productivité des arbres et à l'exploitation du bois dans un but économique. De même, la fonction de protection n'a d'intérêt que si des enjeux à protéger sont définis par des acteurs sociaux. De même encore, les usages sociaux de la forêt n'existent que par rapport aux usagers (Mhiri et Benchekroun, 2006).

Les subéraies et le liège ont de nombreux bénéfices écologiques, économiques et sociaux qui font de sa préservation une question fondamentale à la Méditerranée :

✓ **Valeurs écologiques**

- Flore et Faune très riches,
- Conservation des sols et amélioration du cycle de l'eau,
- Barrière contre la désertification.

✓ Valeurs économiques

- Le liège, un produit exceptionnel avec des propriétés et des applications uniques, et stratégique,
- Des produits très appréciés de la forêt méditerranéenne : des produits des fromages de brebis et de chèvre, de la chasse, du miel,...etc.

✓ Valeurs sociales

- Travail forestier: La récolte du liège a besoin d'une quantité énorme d'ouvriers très spécialisés: en plus, il y a beaucoup d'autres travaux sylvicoles (élagage, éclaircies, prévention d'incendies...) qui demande la subéraie,
- Main d'oeuvre industrielle : La transformation du liège exige des métiers très spécialisés et appréciés (Elena et Santiago, 2006).

I-4- Cas particulier des subéraies**I-4-1- Le chêne liège dans la Méditerranée**

On désigne par subéraies, des peuplements forestiers dominés par le chêne liège, en latin *Quercus suber*, le mot « suber » signifie liège (Amandier, 2002).

C'est un arbre qui ne dépasse pas les 12 m en France et il peut atteindre 15 à 20 m en Afrique du Nord et au Portugal, certains sujets dépassent 1 m de diamètre, avec un âge maximum d'environ 200 ans (Boudy, 1955). Selon Yessad, 2000 et Amandier, 2002 ; l'originalité de cette espèce est de produire une écorce épaisse périodiquement récoltable sans trop affaiblir les arbres, fournissant du liège, matériau assez unique pour ses propriétés physiques, chimiques et esthétiques.

Le chêne-liège est une essence héliophile, c'est-à-dire de pleine lumière et exigeant une forte insolation Le chêne-liège est thermophile. Il pousse donc sous des climats tempérés (températures moyennes annuelles comprises entre 13 et 16°C) à hivers doux, car il craint les fortes gelées persistantes et a besoin d'une période de sécheresse en été pour prospérer (on peut observer des lésions irréversibles sur les feuilles à partir de (-5 °C). En France, cela limite sa distribution à une altitude de 700 m mais il peut monter jusqu'à 1000 m dans les régions chaudes (Maghreb), voire 2000 m dans l'Atlas marocain et algérien.

L'humidité est également un facteur limitant car bien qu'étant xérophile, le chêne liège nécessite une humidité atmosphérique d'au moins 60% même en saison sèche et d'une pluviométrie allant de 500 à 1200 mm par an. Ces conditions ne se rencontrent que

près de la mer en région méditerranéenne et jusqu'à 200 ou 300 km à l'intérieur des terres sur la façade atlantique. Ces exigences varient néanmoins selon les particularités des stations qu'il colonise : exposition (nord/sud), topographie (sommet, fond de vallon), proximité de la mer. Le dernier facteur n'est pas le moindre, il s'agit du sol. Le chêne-liège est une espèce calcifuge stricte se plaisant sur tous les substrats siliceux et acides (schistes, grès, gneiss, granite) et craignant l'hydromorphie. Il s'accommode de sols peu fertiles, superficiels ou lourds (riches en argiles), mais recherche plutôt des textures légères, biens aérées et riches en matière organique.

Le chêne liège occupe une place bien particulière au sein de la forêt méditerranéenne, il occupe environ 2,7 millions d'hectares (tableau 02) dont 1,7 millions en Europe (Portugal, Espagne, Italie, France) et le reste en Afrique du Nord (Algérie, Maroc, Tunisie) (fig. 01), son écologie le cantonne aux sols dépourvus de calcaire, aux conditions climatiques relativement modérées du littoral : hiver doux, sécheresse estivale tempérée par une certaine humidité atmosphérique.

Tableau 02: Superficies estimées des forêts de chêne-liège dans le monde

Pays	Superficie en ha (en 1883)	Superficie en ha (en 1999)	% da la superficie Totale (1999)
Portugal	300 000	859 000	32.0
Espagne	255 000	725 000	27.0
Algérie	459 000	440 000	16.4
Maroc	?	377 000	14.0
Italie	80 000	144 000	5.3
Tunisie	116 000	99 000	3.7
France	148 500	44 000	1.6
TOTAL	1 358 500	2 688 000	100

(Source : Aafi, 2007)

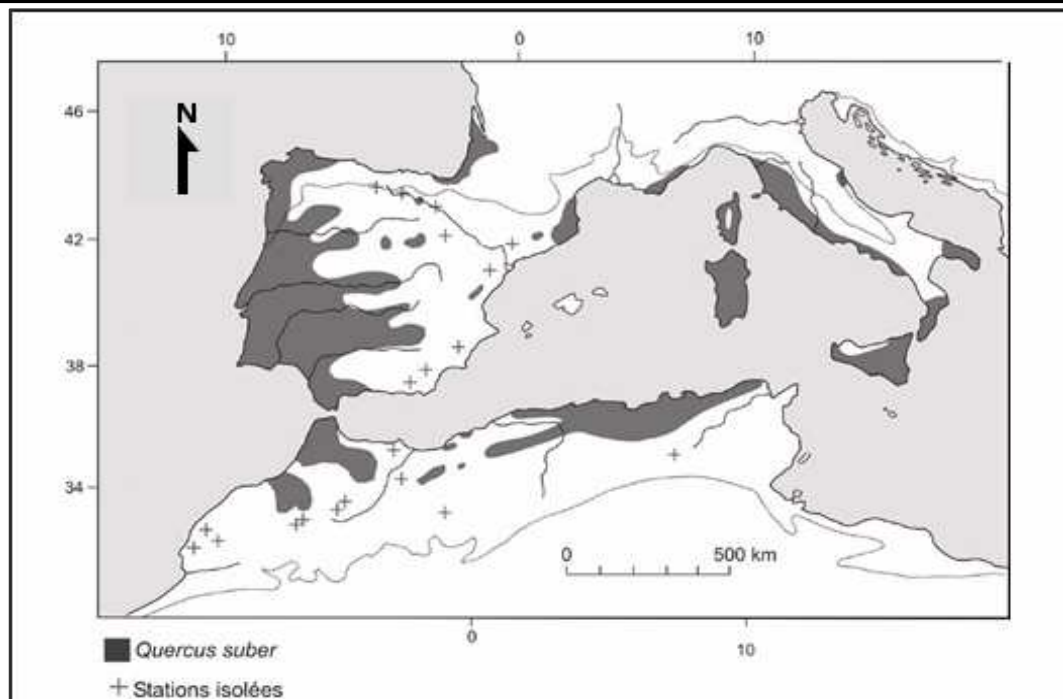


Figure 01 : Aire de distribution du chêne-liège (Quézel et Médail, 2003)

I-4-2-Les subéraies algériennes

Les principales subéraies algériennes sont localisées dans le Tell Oriental, situées essentiellement en zones sub-humides et humides au Nord-Est de l'Algérie jusqu'à la frontière tunisienne (Zeraïa, 1982) (fig. 02).



Figure 02: Forêt de chêne liège ou Subéraie (Forêt de Saadia)

Le chêne liège s'étend d'une manière assez continue le long de la zone littorale et reste disséminé sous forme d'ilôts de moindre importance dans la partie Ouest (Khelifi, 1987). Elles se répartissent à travers 22 wilayats (fig. 03).

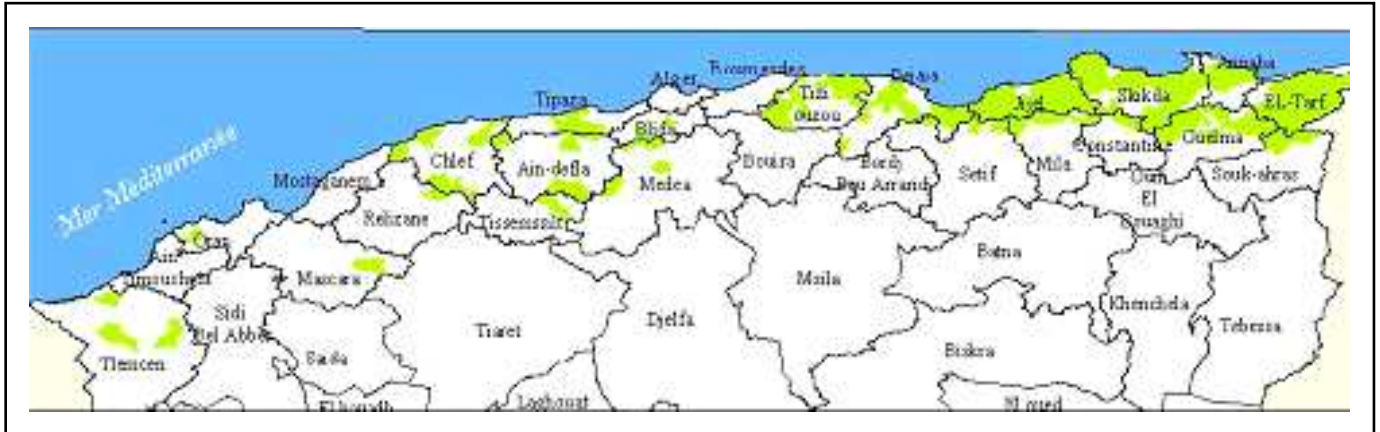


Figure 03: Aires de répartition du chêne liège en Algérie (DGF, 2003 in Ouelmouhoub, 2005)

I-4-3- Importance socio-économique des subéraies

L'importance socio-économique des subéraies n'est pas à démontrer, les subéraies ont toujours été une source appréciable de revenus tant pour les forestiers que pour les riverains. Dans les paragraphes qui suivent, nous évoquerons de manière générale les différents usages de la subéraie, en mettant l'accent sur un produit particulier : le liège.

I-4-3-1- Le liège

Le liège est un produit naturel provenant de l'écorce du chêne liège, c'est une masse homogène de cellules mortes liées par une substance grasse le rendant imperméable à l'eau et aux gaz (Voir l'annexe I).

Selon Yessad, 2000, cette caractéristique d'imperméabilité donne au liège des propriétés très utiles pour l'industrie : un faible poids, une grande élasticité et une grande résistance mécanique. Autrement dit, c'est un assemblage de cellules remplies d'air (42 millions par cm³) à quintuple parois, dont deux sont parfaitement étanches, ce qui explique qu'en dehors de sa légèreté et son élasticité, il bénéficie d'une caractéristique isolante contre la chaleur (empêche la propagation du feu), le froid, le son et les vibrations. C'est aussi un produit abrasif qui sert à polir le cristal.

a- Différents usages du liège

Par ses propriétés physiques et mécaniques, le liège occupe une place importante dans l'économie industrielle. Zerrouki, 1995 a résumé ses principaux domaines d'utilisation dans le paragraphe suivant :

✓ Dans l'emballage et plus particulièrement pour boucher les récipients contenant des liquides, le bouchon en liège a trouvé sa véritable fonction surtout au niveau des bouteilles,

✓ dans le bâtiment, comme produit isolant de premier ordre pour les terrasses et parois, ses qualités d'imputrescibilité et d'élasticité permettent un bon comportement au feu, il constitue de ce fait un indice de qualité et de confort dans la construction,

✓ dans la chaussure, pour la fabrication de semelles apparentes ou intérieures, il est vivement conseillé pour la fabrication de chaussures orthopédiques,

✓ dans l'industrie, utilisé comme joint dans l'industrie mécanique et des fluides, de même que dans l'isolation antivibratoire lors de l'installation d'équipements,

Après la transformation industrielle du liège, il en résulte des déchets importants obtenus en fin de processus. Ces déchets trouvent leurs utilisations à des fins diverses. En agriculture, la poudre de liège joue le rôle d'amendement pour alléger les engrais agricoles ou les terreaux. Les poussières de lièges sont aussi recommandées comme substrat au niveau des pépinières forestières. Les résultats obtenus avec ces poussières sont satisfaisants.

b- Economie du liège

Le liège provient de six pays principaux qui sont : le Portugal, l'Espagne, l'Algérie, le Maroc, la Tunisie et la France. Près de 80 % (tableau 03) de la production mondiale annuelle provient des deux premiers pays cités ci-dessus.

Le patrimoine national forestier est environ 4,1 millions d'hectares. Les forêts de chêne-liège en occupent quatre cent quarante mille hectares (440 000 ha) dont deux cent vingt-neuf mille (220 000ha) de subéraies classées comme productives. Les chênes-lièges sont localisés principalement dans le Tell Oriental, qui offre des possibilités d'exploitation de liège estimées à 0,06t/ha/an. La direction de la gestion du patrimoine forestier a noté qu'entre 1930 et 1984, la superficie des subéraies est passée de 440 000 hectares à 229 000 hectares, soit une régression de 48%.

La production ne s'est pas réellement améliorée. Elle tournait autour de 12 000 tonnes en 1990. Elle est estimée de 9 000 tonnes durant ces dernières années. De plus, la subéraie algérienne est composée de plus de 60% de vieilles futaies. L'âge avancé des sujets de chêne-liège et leurs états physiologiques accusent une régression en termes de production (DGF 2005 in Salami, 2005).

Tableau 03 : Production mondiale du liège

Pays	Production (T)	Production (T)	Production totale (%)
	1880-1900	1999	1999
Portugal	40 000	136 000	50.4
Espagne	60 000	78 000	28.9
Algérie	30 000	10 000	3.7
Maroc	10 000	18 000	6.7
Italie	15 000	11 000	4.1
Tunisie	?	10 000	3.7
France	20 000	7 000	2.6
TOTAL	175 000	270 000	100

(Source: Aafi, 2007)

I-4-3-2- Autres produits

Outre le liège qu'elle fournit et qui représente l'un des principaux produits forestiers exportables en Algérie, la subéraie présente certaines particularités liées au cortège floristique accompagnant le chêne liège.

En effet, la flore variée rencontrée dans ces forêts offre des usages variés à l'homme. Nous pouvons citer essentiellement la bruyère arborescente (*Erica arborea*) dont la souche est exploitée dans la fabrication des pipes dans la région d'El Kala, les plantes aromatiques et médicinales, les fruits et les glands des chênes tombant sur le sol et qui sont appréciés par les animaux en fouillant le sol contribuent à une régénération naturelle de l'espèce. En plus Benyacoub *et al.*, (1998) indique que la flore microscopique joue aussi un rôle très important, citons l'exemple de la mousse des chênes utilisée par les grands parfumeurs français, suisses et américains.

Par ailleurs, avec la gamme importante de sous-produits que procurent les subéraies à des activités traditionnelles, ce sont les potentialités fourragères (estimées à 500 unités fourragères à l'hectare) qui sont les plus exploitées, indiquant ainsi l'une des

principales dépendances des populations riveraines à l'égard de ces forêts (Madani, 1993 ; Madani *et al.*, 2001).

Toutefois, la surexploitation de ces milieux, ajoutée à la fréquence élevée des feux, constitue une menace permanente au maintien de leur équilibre et de leur stabilité.

I-5- Facteurs de dégradation de la forêt

La dégradation est un processus de changement au sein de la forêt qui affecte négativement ses caractéristiques. La conjugaison de diverses caractéristiques "qualité de la forêt" peut être exprimée comme la structure ou fonction qui détermine la capacité de fournir des produits et/ou services forestiers (FAO, 2001).

D'après Simula, 2009, la dégradation des forêts est un phénomène complexe aux multiples facettes, très spécifique au contexte et qui ne se prête guère à des généralisations. La forêt dégradée est un terme déroutant et la diversité des définitions n'a fait qu'ajouter à la confusion. Par ailleurs, certaines définitions existantes ne sont pas nécessairement adaptées aux usages prévus lorsqu'elles sont appliquées sur le terrain. Et voilà quelques définitions internationales de la dégradation de forêt (tableau 04).

Tableau 04: Définitions internationales de dégradation des forêts / forêts dégradées

Organisation	Définition
Deuxième réunion d'experts (FAO 2002)	Réduction de la capacité d'une forêt de fournir des biens et services.
FAO/FRA (2001)	Changements au sein de la forêt qui affectent négativement la structure ou la fonction du peuplement ou du site et qui, par conséquent, diminuent sa capacité de fournir des produits et/ou des services.
OIBT (2002; 2005)	La dégradation des forêts se réfère à la réduction de la capacité d'une forêt de produire des biens et des services (OIBT 2002). La capacité comprend le maintien de la structure et des fonctions d'écosystèmes (OIBT 2005). Une forêt dégradée ne fournit qu'une quantité limitée de biens et services et ne conserve qu'une diversité biologique restreinte. Elle a perdu la structure, la fonction, la composition des essences et/ou la productivité normalement associées à la forêt naturelle (OIBT 2002).
CDB (2001, 2005)	Une forêt dégradée fournit une quantité réduite de biens et services et sa diversité biologique est limitée. Elle peut avoir perdu sa structure, la composition ou la productivité des essences normalement liées à une forêt naturelle. (PNUE/CDB/COP/6/INF/26). Une forêt dégradée est une forêt secondaire qui a perdu, à la suite d'activités humaines, la structure, la fonction, la composition ou la productivité des essences normalement associées à une forêt naturelle. De ce fait, une forêt dégradée offre une fourniture réduite de biens et

	<p>services et n'a qu'une diversité biologique limitée. La diversité biologique d'une forêt dégradée comprend de nombreuses composantes non arborées, qui peuvent dominer le sous-couvert végétal (PNUE/CDB/SBSTTA/7/INF/3)</p> <p>La dégradation est ... toute association de perte de fertilité des sols, d'absence de couvert forestier, de manque de fonction naturelle, de compaction du sol, et de salinisation qui empêche ou retarde la régénération de la forêt non assistée par succession secondaire. La réduction du couvert forestier, la dégradation des forêts et leur fragmentation conduit à une perte de biodiversité forestière en réduisant l'habitat disponible des espèces dépendantes de la forêt, et indirectement par la perturbation des principaux processus écologiques comme la pollinisation, la dispersion des semences et les flux de gènes. La fragmentation des forêts peut aussi compromettre la capacité des espèces végétales et/ou animales de s'adapter au réchauffement de la planète, à mesure que disparaissent les itinéraires de migration précédemment connectés. Dans certains types de forêt, la fragmentation peut également exacerber la probabilité de feux de forêt, qui mine ultérieurement la diversité biologique.(PNUE/CDB/SBSTTA/11/INF/2)</p>
GIEC (2003)	Perte directe à long terme due aux activités humaines (persistant pendant X années ou plus) d'au moins Y% de stocks de carbone forestier [et de valeurs forestières] depuis un temps T et non qualifiables de déforestation ou activité en vertu de l'Article 3.4 du Protocole de Kyoto.
UIFRO (2000)	<p>Dégâts à la structure chimique, biologique et/ou physique d'un sol (dégradation du sol) et à la forêt en elle-même (dégradation de la forêt), à la suite d'une utilisation ou d'une gestion inadaptée, et qui, si elle n'est pas améliorée, réduiront ou détruiront le potentiel de production d'un écosystème forestier (à perpétuité).</p> <p><u>Note explicative:</u> Des facteurs externes, comme la pollution atmosphérique, peuvent y contribuer également.(Source: <u>Nieuwenhuis 2000</u>)</p>

(Source : Simula, 2009)

La dégradation est généralement causée par des perturbations dont l'ampleur, la qualité, l'origine et la fréquence sont variables (FAO, 2006 ; Schoene *et al.*, 2007). Le processus de changement peut être naturel (feu, orages, neige, ravageurs, maladies, pollution atmosphérique, changement de températures, etc.) ou anthropique (exploitation forestière non durable, collecte excessive de bois de feu, cultures itinérantes, surpâturage, etc.). Ce dernier peut être intentionnel (direct) par une coupe excessive, le surpâturage, des jachères trop brèves,...etc, ou involontaire (indirect), par ex. par la propagation d'espèces exotiques envahissantes ou de maladies infectieuses, la construction de routes ouvrant des zones précédemment inaccessibles à l'empiètement,...etc. Il existe d'autres causes profondes indirectes de dégradation telles que des politiques inappropriées, le

manque de droits fonciers clairement établis, des faiblesses institutionnelles, un manque de ressources financières, la corruption, et divers facteurs économiques, technologiques, culturels et démographiques (Simula, 2009).

Dégradation des forêts s'accompagne généralement d'une réduction du couvert végétal, et en particulier arboré (Lund 2009 in Simula, 2009). D'après Angelsen, 2008, les forêts non dégradées subissent également des variations continues d'origine humaine. Lorsque ces changements dépassent un certain seuil, une forêt devient dégradée. Et si le processus négatif se poursuit, à un certain moment, le seuil de déforestation est dépassé et le site ne peut plus être classé comme forêt (même si du point de vue administratif, elle est encore considérée comme terre boisée). La dégradation n'est pas nécessairement un précurseur de la déforestation ; les forêts peuvent rester dégradées pendant une longue période et n'être jamais complètement déboisées.

D'après Aafi, 2007 et Benmessoud *et al.*, 2009, cette dégradation se traduit par :

- ✓ une diminution du taux de recouvrement et le changement du cortège floristique par la diminution des espèces,
- ✓ une dégradation des peuplements forestiers,
- ✓ une absence de la régénération naturelle,
- ✓ peu de réussite des surfaces reboisées,
- ✓ mise en péril de la diversité biologique,
- ✓ une réduction en superficie des espaces générateurs d'emplois et de ressources de vie pour les populations rurales riveraines de la forêt,
- ✓ érosion et désertification.

I-5-1-les variations climatiques

Il semble que les effets des changements climatiques commencent à être visibles. Ils devraient continuer à provoquer en Méditerranée une augmentation des températures ainsi qu'une diminution des précipitations, tout comme une modification de leur répartition (été secs et chauds, aggravant les conditions de sécheresse, et hivers pluvieux augmentant la fréquence des événements climatiques extrêmes). Cela aurait pour conséquence l'augmentation du stress auquel sont soumis les peuplements de chênes (fig. 04). Ce phénomène entraînerait certainement des changements de la couverture et de la structure végétale. C'est pourquoi les projections actuelles prévoient une probable réduction ou un déplacement de l'aire naturelle des chênes.

Les scientifiques manquent encore de recul pour estimer les effets des changements climatiques sur le dépérissement et la résilience des peuplements.

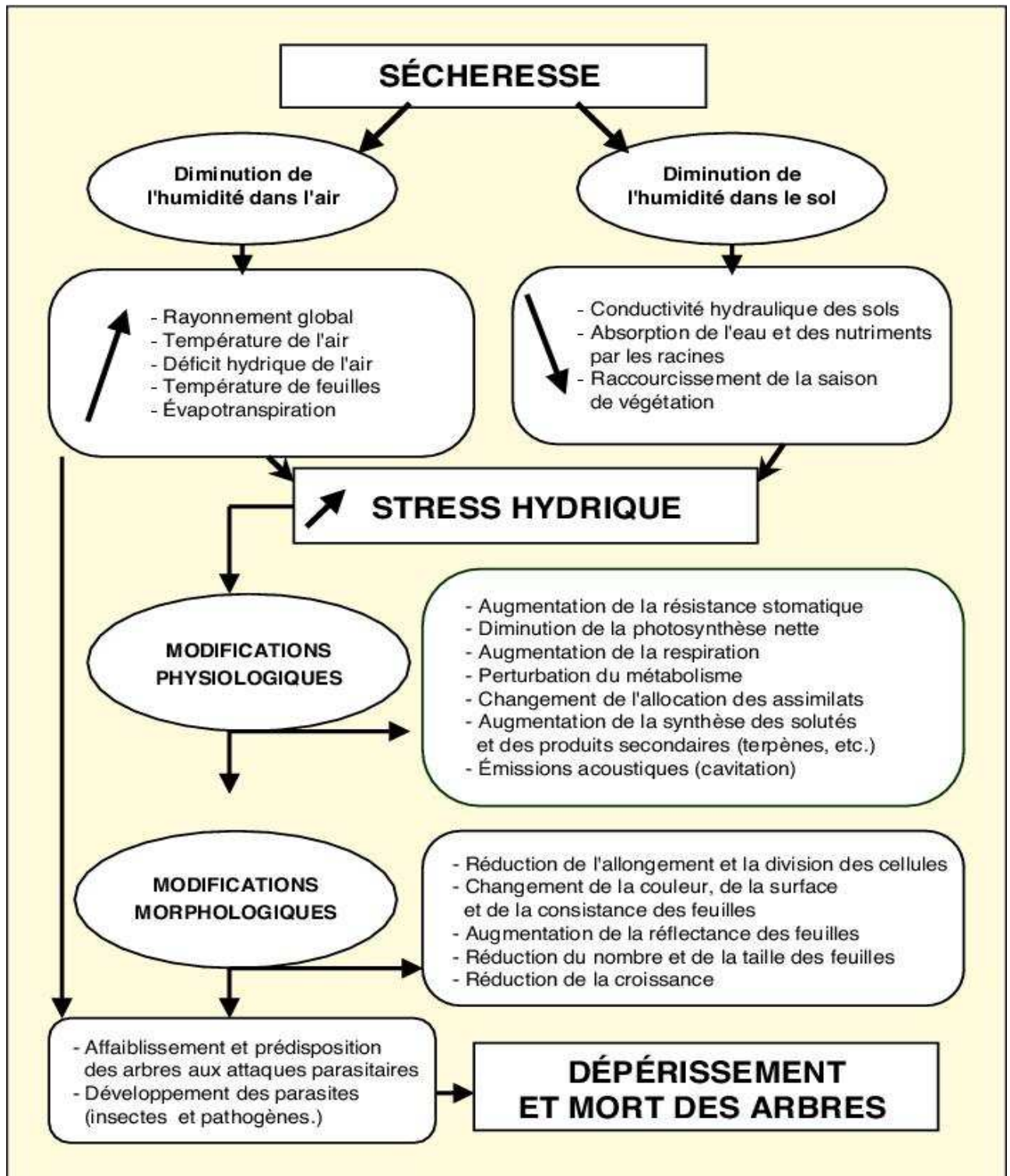


Figure 04 : Relation entre la sécheresse, le stress hydrique et le dépérissement des arbres forestiers (source : Abdendi, 2003)

I-5-2-Les incendies

Le facteur de dégradation le plus redoutable de la forêt algérienne méditerranéenne est, sans conteste, l'incendie (Madoui, 2002 ; Missouni *et al.*, 2002). D'après Ouelmouhoub (2005), la fréquence et l'intensité des incendies enregistrées au cours de la dernière décennie (tableau 05 et fig. 05) rend la stabilité et l'équilibre écologique de ces forêts difficile voire impossible.

Tableau 05 : Bilan des incendies des forets en Algérie (1999-2008)

Année	Nbre de foyers	Forêts(Ha)	Maquis(Ha)	Broussailles(Ha)	Alfa(Ha)	Autres(Ha)	Total
1999	2 018	23 255	6 129	8 020	36	1 023	38 462
2000	1 910	35 618	12 742	5 799	19	1 603	55 782
2001	1 327	9 066	4 167	1 064	36	44	14 378
2002	1 008	6 960	3 597	1 424	95	142	12 217
2003	1 233	5 449	3 754	2 505	15	275	11 998
2004	1 463	7 011	17 172	6 589	147	1 080	31 999
2005	2 013	14 283	8 543	4 426	337	791	28 380
2006	2 029	8 610	3 169	4 071	193	873	16 916
2007	2 026	23 451	11 751	9 087	1 323	2 327	47 939
2008	2 378	10 578	7 918	6 188	32	1 299	26 015
Totaux	17 405	144 280	78 942	49 174	2 231	9 459	284 085

(Source: DGF, 2008)

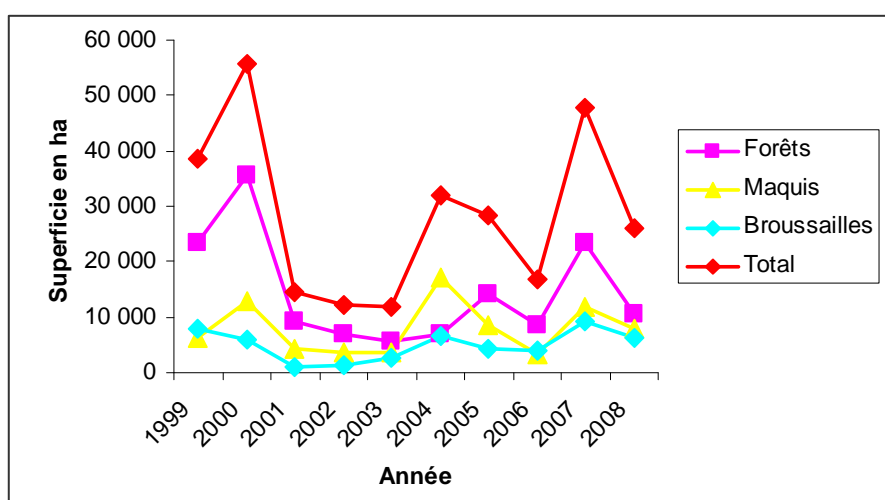


Figure 05: Evolution des superficies incendiées de (1999-2008)

I-5-2-1-Causes des feux dans le subéraie

Les causes des incendies des forêts sont de deux catégories. Les causes structurelles qui incluent les conditions permanentes, écologiques et les causes immédiates ou momentanées qui se réfèrent aux activités humaines, qui de façon plus ou moins directes provoquent des incendies concrets (Ben jamaa et Abdelmoula, 2004). D'après ces auteurs, les statistiques sur les causes de ces incendies ont montré que la grande majorité est déclenchée par l'homme : population urbaine, touriste, fumeurs inconscients, vengeances et surtout conflits sociaux d'intérêts.

I-5-2-1-1-Les causes structurelles

Pour les causes structurelles, on peut citer :

✓ **Les conditions climatiques**

La région de Nord algérien est définie par un climat méditerranéen qui influence le comportement des peuplements, caractérisé par une sécheresse prolongée dépassant parfois les 6 mois de l'année, accompagnée de haute température en été et de vent chaud.

✓ **La haute inflammabilité de la plupart des espèces**

Selon une étude réalisée en 2006 par Ben jamaa et ses collaborateurs qui soulignent que la plupart des espèces forestières qui forme le cortège floristique de la subéraie est caractérisée par une haute inflammabilité, plus particulièrement la bruyère arborescente (*Erica arborea*) qui présente la plus importante inflammabilité (59 secondes) suivie par le chêne-liège (61 secondes).

I-5-2-1-2-Les causes immédiates ou momentanées

Contrairement aux autres parties du monde, où un pourcentage élevé de feux est d'origine naturelle (essentiellement la foudre), le bassin méditerranéen se caractérise par la prévalence de feux provoqués par l'homme. Les causes naturelles ne représentent qu'un faible pourcentage (de 1 à 5 pour cent en fonction des pays), probablement à cause de l'absence de phénomènes climatiques comme les tempêtes sèches.

Sur la base des différents travaux de Ben jamaa *et al.*, (2004 ; 2006), nous pouvons classer les causes d'incendie dont on connaît l'origine en 3 catégories :

Les incendies accidentels : Les incendies accidentels regroupent tous les feux déclenchés sans participation humaine, tels que les feux déclenchés par la foudre, une

ligne de haute tension, l'échappement d'un tracteur ou les dépôts d'ordure. (Ces incendies sont peu nombreux).

✓ **Les incendies par imprudence** : Ils sont les plus fréquents parmi les causes connues. On peut considérer que les feux de forêts dont l'origine est inconnue sont généralement dues aux imprudences humaines (Jet de mégot de cigarettes, récolte de miel,...etc.). Elles sont liées aux activités agricoles et forestières.

✓ **Les incendies intentionnels** : Ces incendies sont peu identifiables, cependant on peut énumérer leurs motivations en tenant compte des informations contenues dans les rapports de déclaration d'incendie.

L'époque de risque d'incendie est intimement liée aux conditions climatiques (météorologiques). Le risque d'incendie est habituellement plus grand durant les mois de mai à octobre. En juillet, on enregistre le plus grand nombre d'incendie et les superficies brûlées les plus importantes.

I-5-2-2-Dommages et dégâts causés par les incendies

Les incendies affectent aussi bien les superficies boisées que le maquis, les garigues, les pâturages et surtout la production du liège. Lorsque le liège est suffisamment épais, constitue pour le chêne une excellente enveloppe protectrice. Les arbres non démasclés souffriront moins que ceux mis en valeur. Seuls ceux de faibles dimensions dont les cimes auront été particulièrement exposées aux flammes ou dont les fûts trop minces, malgré leur revêtement de liège mâle, n'auront pu résister à la dessiccation, n'échapperont pas à la mort.

Les futaies ou les taillis âgés résistent assez bien au feu. En effet, le liège qui ne brûle que superficiellement protège les troncs des arbres. Souvent les arbres restent vivants, ce qui leur permet de reverdir un à deux mois après l'incendie (Benabid, 1989). Le sous-bois est par contre très inflammable. Il est totalement ravagé par les feux, en effet, la mortalité est de 100% chez les arbres démasclés il y a un an, alors qu'elle n'excède pas 2% chez les arbres démasclés il y a 9 ans et plus (Lamey in Ben jamaa *et al.*, 2006).

Abric, 1974 et Plaisance, 1974 ont montré dans leurs travaux de recherche que les incendies de forêts ont des dégâts directs très importants. En effet, le liège subit une triple dépréciation du fait de l'incendie à :

✓ la forêt incendiée ne donnera pas de liège « bouchonnable » durant toute une révolution. Cette perte sur la qualité de liège se répètera donc pendant 12 ans, temps de révolution (généralement admis pour la formation d'un liège « marchand » de 25 mm d'épaisseur,

✓ La dépréciation du liège flambé peut être estimée à 15 % de la valeur du liège «blanc». Car celui qui reste du liège est le « liège noir » qui a une valeur très faible,

✓ La perte cumulée peut être atteindre les 50 % de la valeur du liège « blanc » sur pied.

Le revenu de la population usagère des forêts, basé sur l'élevage des animaux, diminue considérablement car le maquis et pâturage sont brûlés. En plus, la forêt incendiée ne peut être démasclée, induisant donc des pertes d'emplois générés pendant la campagne de récolte de liège, soit 6 mois de travail.

La forêt de chêne-liège incendiée est soumise brutalement à un déséquilibre biologique. Les composantes faunistiques et floristiques de la subéraie vont évidemment subir l'agression des incendies. Le sol est lui aussi entièrement carbonisé en surface (disparition de l'humus et les éléments minéraux sont subitement mobilisés ; d'où l'augmentation des risques d'érosion des sols et tarissement des eaux (Ben jamaa *et al.*, 2006 ; Aafi, 2007).

En plus, des dégâts directs, les incendies de forêts engendrent des dégâts indirects :

✓ Affaiblissement physiologique général consécutif aux traumatismes subis par l'arbre après la perte de son feuillage et de ses dernières pousses peuvent provoquer la mort et l'installation des insectes xylophages et des champignons,

✓ Perturbation du règlement d'exploitation : L'incendie, s'il est important, perturbe considérablement le règlement d'exploitation de la forêt,

✓ Bouleversement des structures humaines: Les structures humaines sont généralement bouleversées par l'incendie et la plupart des habitants des écarts se replient sur les bourgs pour ne pas succomber à la neurasthénie (Ben jamaa *et al.*, 2006 ; Aafi, 2007).

I-5-3-Le surpâturage

Le pâturage est une activité normale en subéraie, parfois souhaitée, car le bétail participe au contrôle de la prolifération des strates arbustives et herbacées, hautement inflammables (Le Houerou, 1980).Cependant, le surpâturage empêche toute régénération, épuise les ressources disponibles, dégrade les parcours et les soumet à l'érosion.

Dans les zones arides et semi-arides d'Afrique du Nord, le surpâturage est généralement considéré comme une cause essentielle de la dégradation des écosystèmes naturels (Le Houerou, 1968). En Algérie, les éleveurs préconisent le pâturage libre du bétail, sans limitation de la densité de charge et sans clôtures (Montero et Canellas, 1998). En effet, et comme le signale Benabdeli (1996) nos forêts sont souvent sollicitées par les pasteurs comme source d'appoint pour l'alimentation du bétail.

L'élevage bovin reste le plus pratiqué dans les zones montagneuses. En 1997, Ghazi et Lhouati, signalent que sur 12 000 000 têtes de moutons, 80% se retrouvent dans les zones forestières montagneuses. Rappelons que le pâturage dans le domaine forestier national est interdit dans les jeunes reboisements, les zones incendiées, les régénérations naturelles et les aires protégées (loi 84-12 du 23 juin 1984 portant régime général des forêts, chapitre 4, article 26). Cet accroissement permanent (fig. 06) des troupeaux impose une pression sur les espaces forestiers et agraires qui sont considérés comme appoint évoque Benabdeli en 1998. En effet, le cheptel en surnombre détruit le couvert végétal protecteur tout en rendant, par le piétinement la surface du sol pulvérulente et tassant celui-ci ce qui réduit la perméabilité donc ses réserves en eau et augmente le ruissellement (Bedrani, 1993).

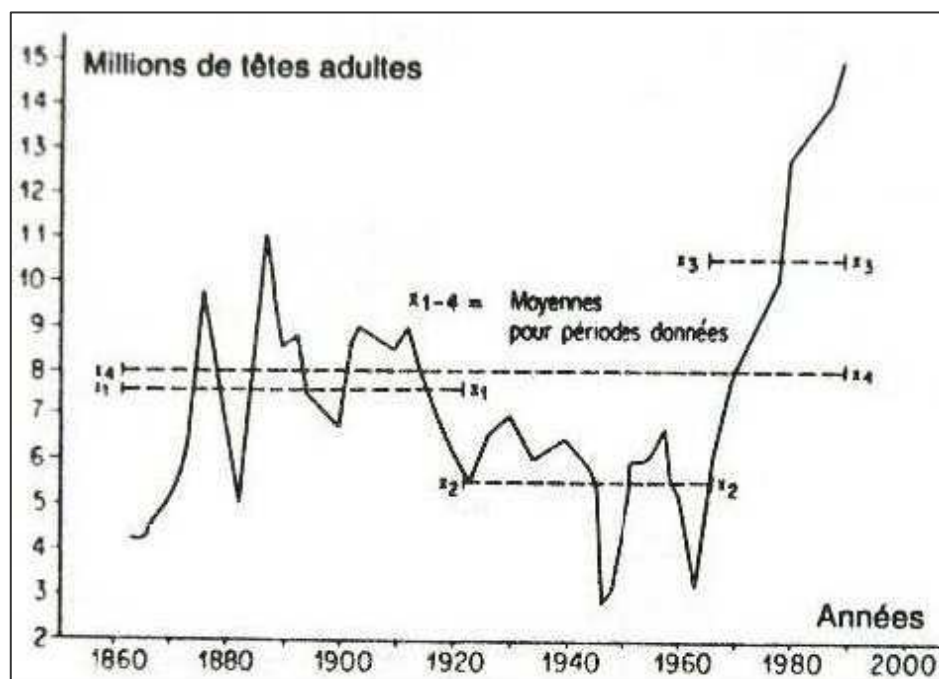


Figure 06 : Evolution des populations de moutons en Algérie de (1860-1990)
(Le Houerou, 1993)

I-5-4- Coupes, ramassage de bois et de glands, défrichements

Si les défrichements ont existé depuis l'époque romaine, ils se sont accélérés durant la colonisation et continuent de se pratiquer de nos jours. De 1893 à 1941, le domaine forestier a perdu 116 000ha de forêts au profit de l'extension des cultures coloniales (FAO, 2000).

L'extension de l'agriculture coloniale sur les plaines et les bas versants a entraîné le refoulement de la paysannerie pauvre sur les piémonts aux abords des forêts. Actuellement, les populations montagnardes, privées de surface agricole, continuent à procéder au labour dans les différents niveaux de la forêt : lisières, clairières, sommets de montagnes.

Selon Quézel et Barbero, 1990, ces populations montagnardes exercent une pression continue sur les formations forestières par le ramassage de bois sec, de la cueillette du doum (*Chamaerops humilis*), du genêt (*Teline linifolia*) ou de la bruyère (*Erica arborea*), de la récolte des glands, de défrichement et surpâturage ce qui perturbe la conservation des forêts et leur développement. Nous assistons à une dégradation des structures forestières. Le rythme actuel est de 2 à 4% de disparition par an des surfaces forestières selon les pays qui devrait se poursuivre. C'est-à-dire que d'ici 50 ans, sans changement total des politiques socioéconomiques et forestières, il ne devrait théoriquement subsister que moins de la moitié des superficies actuelles couvertes par les forêts.

I-5-5-Les ravageurs

Certaines espèces d'insectes causent des dégâts permanents ou occasionnels sur les essences naturelles ou introduites, affectant le développement naturel des arbres et diminuant leur valeur commerciale.

D'importantes infestations ont été signalées pour les plantations d'Eucalyptus par le *Phoracanta semi punctata*, le Pin maritime par la chenille processionnaire *Thaumetopoea pityocampa* et le Chêne liège par *Lymantria dispar* (tableau 06). Ces ravageurs s'attaquent principalement aux arbres déjà affaiblis par la sécheresse.

Tableau 06 : Principaux insectes ravageurs dans la forêt algérienne

Essence	Ravageur	Effet
Pins	<i>Thaumetopoea pityocampa</i> <i>Scolytidés</i>	Défoliateur Xylophage
Chênes	<i>Lymantria dispar</i> <i>Cerambyx cerdo</i> <i>Cynips frolii</i>	Défoliateur Attaque les glands Gale du chêne zeen
Eucalyptus	<i>Phoracanta semi punctata</i>	Xylophage

(Source: Benyacoub *et al.*, 1998)

I-5-6-Programmes d'aménagement et de traitements sylvicoles non adaptés

La plupart des programmes d'aménagement et des traitements sylvicoles appliqués aux subéraies ne leur sont pas adaptés, en raison du fait que les recherches relatives à la structure et à la productivité de ces peuplements ne sont pas développées et par conséquent leur application constitue un phénomène de dégradation et de destruction des subéraies (Benabid, 2000).

Le déliégeage qui est effectué au début de l'été, c'est-à-dire en période de la montée de sève, met les arbres dans des conditions très difficiles. La récolte du liège devient exceptionnellement nocive lors des jours de chergui. Elle peut donc être à l'origine du mauvais état de certaines subéraies (Benabid, 1989).

Certains aménagements proposent de substituer à toutes les subéraies clairsemées, des peuplements artificiels d'essences exotiques (Acacias, Eucalyptus et le pin d'Alep), qui sont réputées très rentables à court terme. Néanmoins, elles causent l'acidification des sols, appauvrissent le sous-bois, assèchent le sol par leur importante consommation d'eau et surtout envahissent de manière alarmante les aires des formations naturelles.

Les études consacrées aux reboisements révèlent les contraintes suivantes :

- ✓ la mauvaise préparation du sol,
- ✓ le choix inadapté des espèces forestières,
- ✓ la négligence des entretiens,
- ✓ l'infrastructure inadéquate,
- ✓ la monoculture et les infestations parasitaires.

Les reboisements effectués à des objectifs d'exploitation et de production n'ont pas atteint les buts fixés. Ils se révèlent donc comme un choix malheureux au détriment des massifs d'essences naturelles qui ont été détruits et défrichés. Par conséquent, la valeur et la productivité de la forêt se sont trouvées considérablement affectées.

A l'heure actuelle, la sonnette d'alarme est tirée pour les subéraies. Dans certains massifs, le chêne liège se trouve envahi par les pins issus des reboisements. Ces derniers, possédant un pouvoir de régénération rapide, gagnent progressivement l'espace aux dépens de l'essence originale de la région. Ce phénomène est surnommé l'enrésinement des subéraies (Ouelmouhoub, 2005).

D'une manière générale, on peut dire que la culture irrationnelle, le défrichement, la collecte excessive du bois de feu, le surpâturage et les incendies sont responsables de plus de 80% des dégâts (Le Houerou, 1993). Ces exploitations irrationnelles et abusives de ce patrimoine ont conduit et contribué d'une façon nette à la dégradation et à la régression de la forêt, ce qui se traduit par une perturbation dans la composition spécifique, une régression des superficies couvertes par le chêne-liège et une réduction du nombre des espèces floristiques.

Nsibi *et al.*, en 2006 ont résumé les facteurs de dégradation de la subéraie comme suit (fig. 07) :

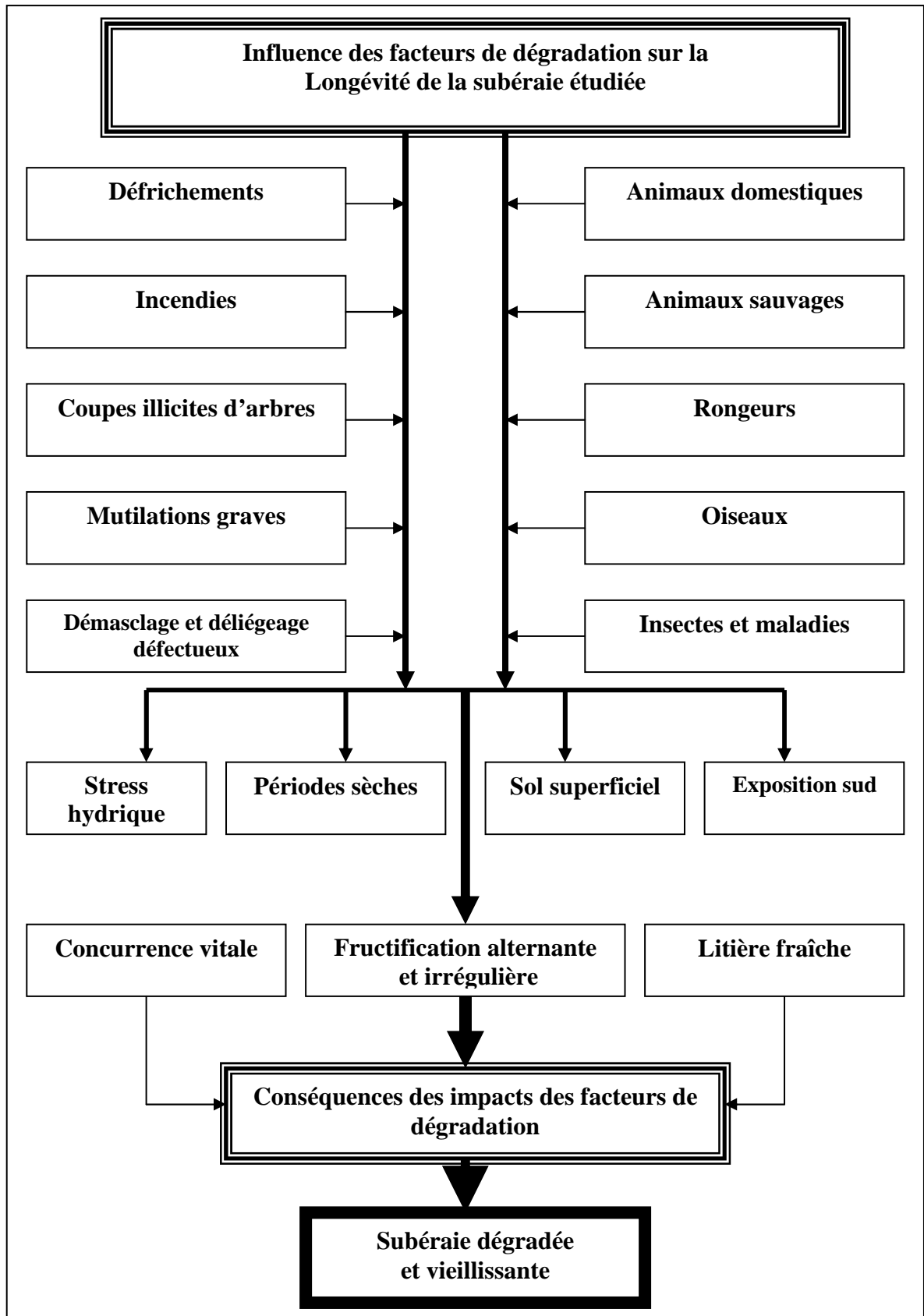


Figure 07 : Influence des facteurs de dégradation sur longévité de la subéraie (Nsibi *et al.*, 2006)

Chapitre II :
Etude du milieu physique

II-1- Situation géographique et administrative de la forêt de Saadia

La forêt de Saadia s'étend sur 1058ha au Nord du bassin de Oued Sly. Il fait partie du bassin versant du Chellif et occupe la partie Sud-Est du massif de Ouarsenis qui se situe dans l'Atlas Tellien. Cette forêt est limitée au Nord-Est par Douar El Labais, au Nord-Ouest par Ouled Maamar, au Sud par Ouled chikh et Ouled Tayeb, à l'Est par El Attatefa et à l'Ouest par Kherrareba (fig. 08). La zone d'étude s'étend entre les longitudes 1°18'23'' et 1°21'55'' Est et entre les latitudes 35° 53' 5'' et 35° 55' 47'' Nord.

Les coordonnées de cette forêt, selon la projection UTM (Universal Transverse Mercator) Algérie fuseau 31, sont:

$$X = 347\ 142 \quad \text{et} \quad 352\ 467 \text{ m}$$

$$Y = 3\ 972\ 490 \quad \text{et} \quad 3\ 977\ 397 \text{ m}$$

Sur le plan administratif la région est partagée entre la commune de Ouled Ben Abdelkader (wilaya de Chlef) et celle de Ramka (wilaya de Relizane) (fig. 09).

II-2- Etude climatique

Selon Legrain (2002), Le climat est l'ensemble des phénomènes météorologiques (température, pression, vent, précipitation,...etc) qui caractérisent l'état de l'atmosphère et son évolution dans un lieu donné. Ces phénomènes sont en interaction d'où leur rôle primordial dans le comportement hydrologique des cours d'eau, de l'abandon de la végétation et du climat est considéré comme l'un des principaux facteurs ayant un impact direct sur la végétation.

Il est connu qu'en Algérie, le réseau météorologique est insuffisant et par manque de données à la station météorologique de la zone en question ; la station de Sidi yakoub (ONM), situant à 12 Km au Nord de notre zone d'étude, a été choisi comme station de référence, ses caractéristiques sont les suivantes :

Tableau 07 : Coordonnées de la station de Sidi Yakoub

station	coordonnées	X	Y	Z
Sidi yakoub	géographiques	1° 16'E	36° 01' N	160 m
	UTM	343 804,6 m	3 987 186,6 m	

(ONM, 2008)

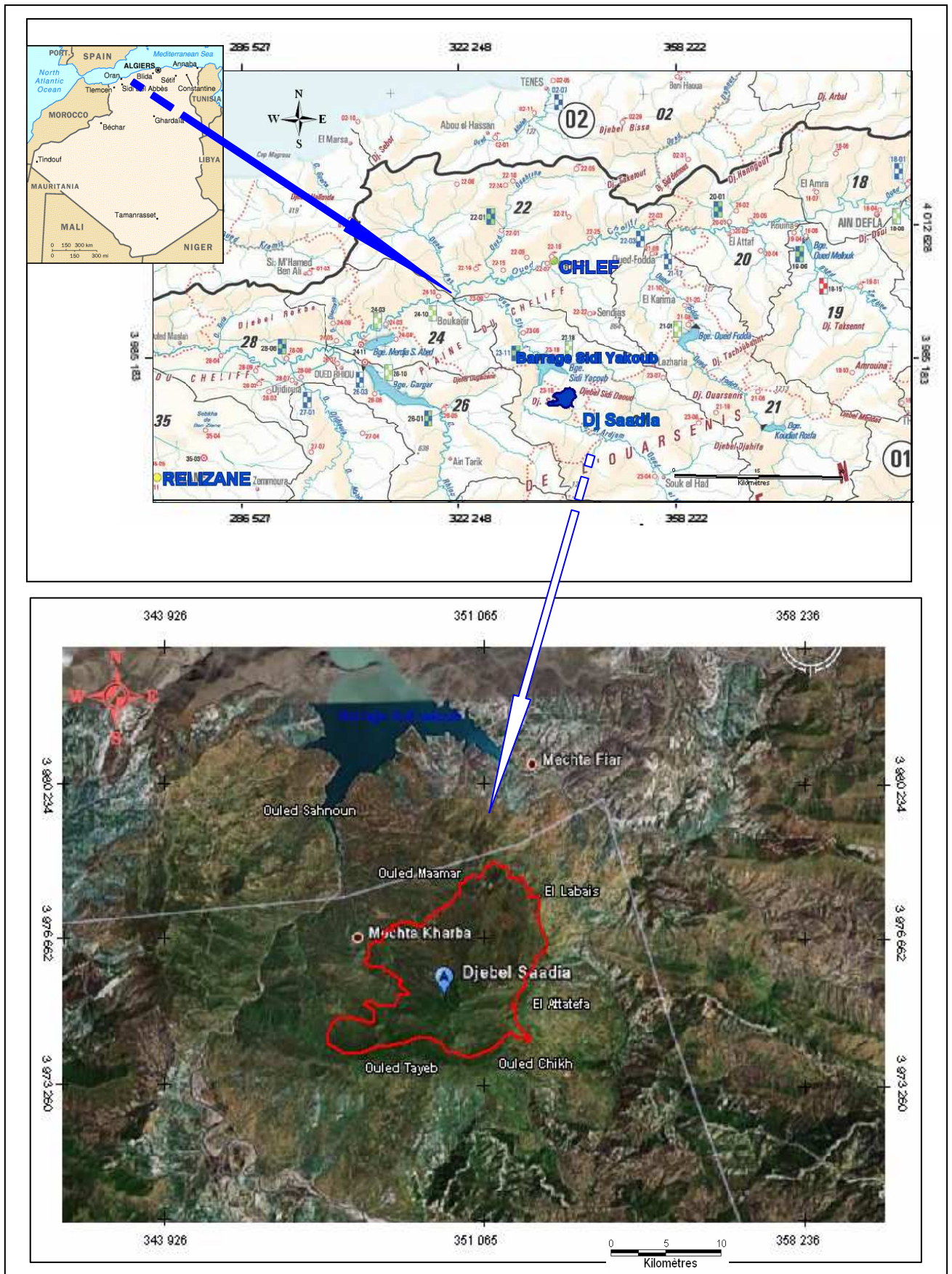


Figure 08: Situation géographique de la forêt Saadia (Source : Google earth, 2009)

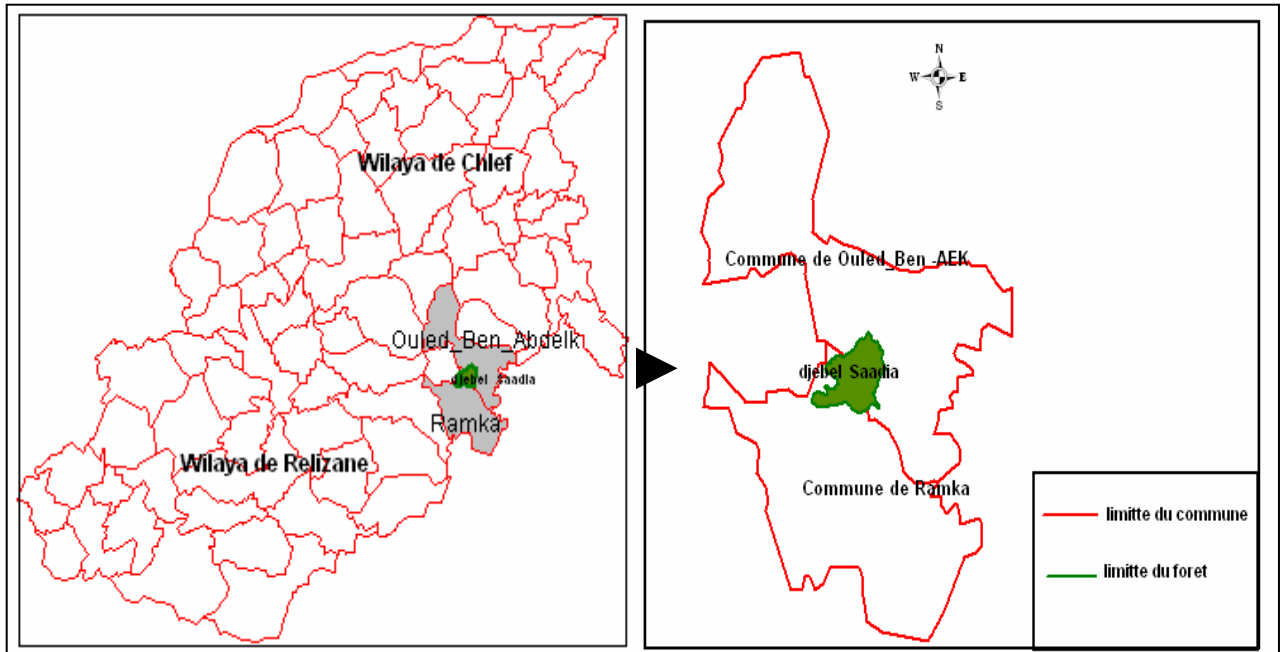


Figure 09 : Localisation administrative de la forêt de Saadia

II-2-1- Les paramètres climatiques

Le climat de l'Algérie a fait l'objet de nombreuses études analytiques et synthétiques, notamment par Seltzer, 1946 ; Bagnouls et Gaussen, 1953 ; Emberger, 1955 ; Stewart, 1975 ; Bottner, 1981 ; Le Houerou, 1995. Tous ces auteurs s'accordent à reconnaître l'intégration du climat algérien au climat méditerranéen, caractérisé par une saison sèche et chaude coïncidant avec la saison estivale, et une saison froide et pluvieuse qui coïncide avec la saison hivernale. En Algérie, cette pluviométrie peut être soumise à l'orographie et aux influences maritimes. En effet, tous les auteurs qui ont étudié la pluviométrie en Algérie ont montré que la répartition de la pluie subit quatre influences. Il s'agit de l'altitude, les conditions de topographie, de la longitude et enfin celle de l'éloignement de la mer.

II-2-1-1-Les précipitations

II-2-1-1-1-Régimes annuels

D'après les données recueillies au niveau de la station de Sidi yakoub, nous remarquons que la région d'étude a connu durant la dernière décennie des cycles de sécheresse, la plus marquée est celle qui s'étale de 1988 à 1994, le régime pluviométrique se caractérise par une irrégularité interannuelle des pluies avec des proportions remarquables selon les années avec une moyenne annuelle des précipitations de 250 mm pour la période 1982-2007(fig. 10).

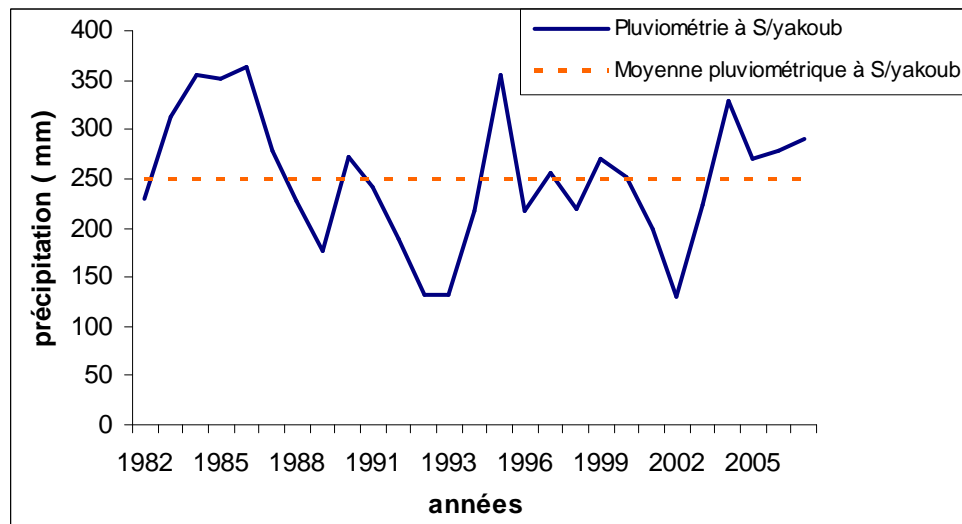


Figure 10: Moyennes annuelles des précipitations à la station de Sidi Yakoub (1982-2007)

II-2-1-1-2-Régimes mensuels

Le tableau suivant décrit la pluviométrie moyenne mensuelle sur une période de 25 ans (1982-2007).

Tableau 08: Moyennes mensuelles des précipitations de la station de Sidi yakoub (1982-2007)

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec	Annuel
Moy (mm)	29.51	36.59	32.33	22.37	20.85	2.94	1.29	2.84	13.94	22.08	31.21	32.94	250.53

(ONM, 2008)

L'examen du tableau (08) relatif aux précipitations moyennes mensuelles illustré par la fig. 11 fait ressortir deux périodes en cours de l'année.

✓ La première, pluvieuse, s'étale de novembre à mars avec un premier maximum en Février (36.59 mm) et un deuxième en décembre (32.94 mm)

✓ La seconde, sèche, coïncide avec la saison la plus chaude. Elle présente un premier maximum de sécheresse en juillet (1.29 mm). Le deuxième maximum de sécheresse se situe en août (2.84mm).

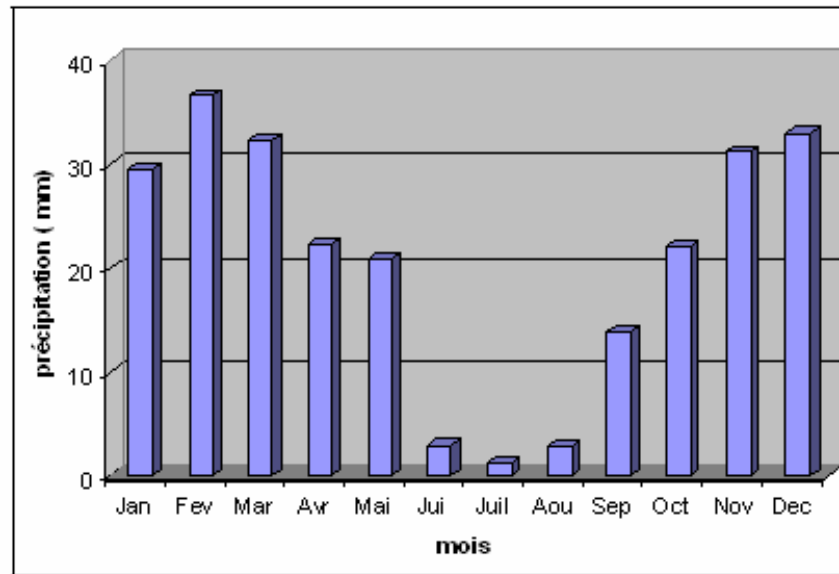


Figure 11 : Histogramme des précipitations moyennes mensuelles pour la station de Sidi Yakoub (1982-2007)

II-2-1-1-3-Régimes saisonnières

L'eau est facteur indispensable aux végétaux. Elle constitue généralement 85% à 90% du poids frais total des plantes. Elle possède de nombreuses caractéristiques importantes qui en font une substance essentielle à la vie des végétaux. (Bradford et Hsiao, 1982 ; Kramer, 1983). Pour le végétal, l'eau utile est celle disponible durant son cycle de développement. Autrement dit, la répartition des pluies est plus importante que la quantité annuelle des précipitations.

Tableau 09: Variations saisonnières des précipitations

	Répartition saisonnière des pluies (mm)				Type
	Hiver	Printemps	Été	Automne	
Station de Sidi Yakoub	99.04	75.55	7.07	67.23	HPAE

Dans la région méditerranéenne, il est connu que le pourcentage des pluies estivales (juin, juillet, août) dues essentiellement à des orages, varie peu tout en restant faible. Pour notre station et par rapport au total annuel. Ce pourcentage est en moyenne de 3%. D'après Djebaili (1984), sur le plan écologique, ceci se traduit par des conditions de sécheresse très sévère.

Pendant la saison pluvieuse (mars, avril, mai), le pourcentage de pluie est plus élevé. Il représente en moyenne plus de 39% des précipitations annuelles. Au sens métrologique, notre station représente un régime pluviométrique de type **HPAE**.

II-2-1-2-Températures

La température joue un rôle important dans la vie et le développement de la végétation, principalement par deux paramètres : la température minimale du mois le plus froid et la température maximale du mois le plus chaud. La figure suivante illustrée par le tableau 09 présente ces différentes observations ainsi que la température moyenne au niveau de la station de Sidi yakoub.

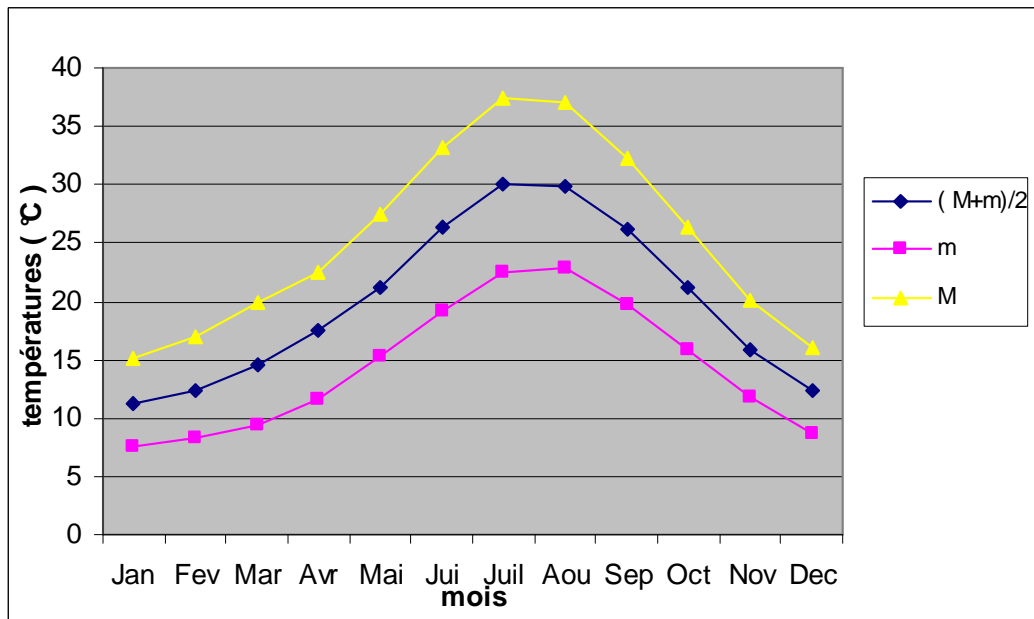


Figure 12: Variation mensuelles des températures (1982-2007)

Tableau 10 : Températures mensuelles de la station de Sidi Yakoub (1982– 2007)

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec	Annuel
M (°C)	15,09	17,01	19,85	22,44	27,49	33,24	37,43	37,03	32,29	26,38	20,12	16,06	25,37
m (°C)	7,00	8,22	9,45	11,70	15,39	19,2	22,5	22,8	19,7	15,9	11,8	8,6	14,40
(M+m/2)	11,17	12,31	14,65	17,45	21,24	26,32	30,03	29,89	26,11	21,25	15,8	12,42	19,89
(M-m)	12,09	8,79	10,40	10,74	12,10	14,04	14,93	14,23	12,59	10,48	8,32	7,46	

(ONM, 2008)

M : Moyenne des températures maximales du mois (°C)

m : Moyenne des températures minimales du mois (°C)

Selon le tableau 10, nous remarquons que :

- les températures moyennes mensuelles présentent un minimum de l'ordre 11,17°C en janvier et un maximum de l'ordre de 30.03 C ° en juillet.

- l'amplitude thermique exprime le degré de continentalité d'une station et donne une idée sur l'évapotranspiration. Elle se définit comme étant la différence entre

les températures moyennes maximales et minimales. Sa valeur permet de se renseigner sur l'éloignement de la mer. En effet, plus l'amplitude est élevée, plus la continentalité s'accroît.

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

Où : **M** : la moyenne des températures maximales du mois le plus chaud en °C

m : la moyenne des températures minimales du mois le plus froid en °C

Selon la classification de Derbach (1953), la station de Sidi yakoub se caractérise par un climat semi-continental ($M-m = 33.8$ °C). Sachant que les données moyennes ne présentent que des tendances générales. Cependant ce sont notamment la température des maximas et minimas, ainsi que leur distribution mensuelle, qui ont une importance déterminante pour le développement de la végétation.

II-2-1-2-1-Moyenne des températures minimales « m » du mois le plus froid

Ce paramètre en relation directe avec le degré de gelée, est très important à considérer. En effet, Djebaili (1984) fait constater qu'il permet de classer les espèces climax en fonction de leur réaction aux températures basses. Dans la région d'étude, la valeur de m est de " 7°C " (mois de janvier).

II-2-1-2-2-Moyenne des températures maximales « M » du mois le plus chaud

Par contre, la moyenne des températures maximales donne un aperçu sur la résistance du végétal aux températures élevées (37.43 °C à notre zone d'étude).

II-2-2-Gradients altitudinaux

Comme la région d'étude est montagneuse, il y a très peu de poste météorologique, or ces derniers jouent un rôle très important dans l'appréciation de l'approche de la relation climat-végétation. Donc, pour palier à cela, il nous est nécessaire de calculer des gradients altitudinaux, afin de pouvoir extrapoler les données climatiques tel que, P, M et m dont nous avons besoin.

II-2-2-1-Gradient altitudinal pluviométrique

Seltzer (1946) a calculé un gradient altitudinal pluviométrique de l'ordre de 40mm/100m pour l'ensemble de l'Algérie septentrionale. D'autres part, selon Bouaoune (1996) le gradient altitudinal pluviométrique pour les montagnes de l'atlas blidéen est de l'ordre de 46 mm/100m. En effet ce gradient ne diffère pas beaucoup de celui de Seltzer.

II-2-2-2-Gradient altitudinal thermique

Seltzer a calculé également un gradient pour M et m qui est de l'ordre de :

- ✓ (- 0.4 °C /100 m) pour m
- ✓ (- 0.7 °C/100 m) pour M

II-2-3-Les autres facteurs climatiques

II-2-3-1-Ensoleillement

Nous remarquons à partir du tableau 11 que la durée d'ensoleillement varie d'un mois à l'autre, elle est très importante en allant de mars à octobre d'où l'évaporation est par conséquent est importante en favorisant le dessèchement pendant cette période. La durée d'ensoleillement la plus importante est au mois de juillet avec 353.3h/mois et la moins intense est au mois de décembre avec 156.6h/mois.

Tableau 11: Ensoleillement moyen mensuel (1955 – 2005)

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
ensoleillement (h/mois)	168	180.9	226.2	245.5	296.8	326.7	353.3	320.1	274.0	229.7	175.1	156.6

(ONM, 2008)

II-2-3-2-L'évapotranspiration potentielle (ETP)

L'évapotranspiration potentielle annuelle est d'environ 1657.1 mm. La superposition des valeurs des évaporations à celle de l'évapotranspiration (fig. 13) permet de réparer les mois déficitaires en eau. En effet pour notre région, les mois de mars jusqu'à novembre présentent un déficit hydrique. Ce déficit présente un manque d'eau de près de 1323.9 mm pour ces 09 mois.

Les mois de décembre, janvier et février ont un léger surplus d'eau qui est de près de 21,7 mm, pour les 03 mois.

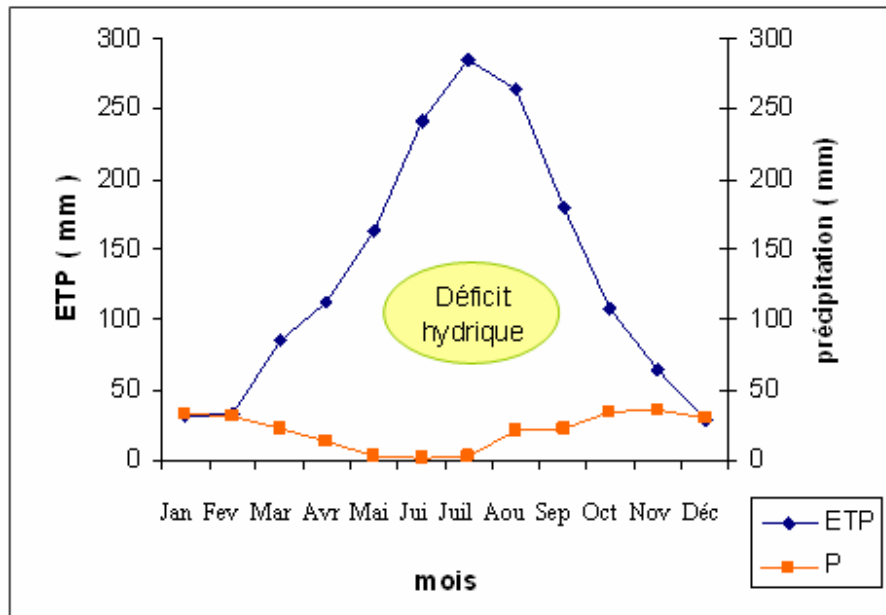


Figure 13 : Précipitation et évapotranspiration dans la forêt de Saadia

II-2-3-3-Evaporation

Selon les données existantes (tableau 12), la quantité moyenne mensuelle d'eau évaporée est variable selon le mois, elle est importante du mois d'avril à octobre. Elle atteint le maximum 296,2mm durant le mois de juillet.

Tableau 12 : Evaporation moyenne mensuelle (2000-2005)

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec	annuel
Evaporation (mm)	49,6	67,6	97,6	126,2	181,4	290,4	296,2	268,2	185,4	128,2	66,2	55,2	1812,2

(ONM, 2008)

II-2-3-4-L'humidité

L'humidité est supérieure à 60 % sur les 4 mois de l'année et ceux à partir du mois de novembre. Le maximum est enregistré en saison hivernale 66% alors que le minimum 36% est observé en été (tableau 13).

Tableau 13 : Moyennes mensuelles du taux d'humidité relative (1999-2007)

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
Humidité (%)	64,37	62,50	57,75	48,85	49,12	40,25	36,37	36,25	50,37	51,00	61,87	66,12

(ONM, 2008)

II-2-3-5-Le vent

Le vent est une des éléments météorologiques caractérisant le climat. Son influence dépend dans une large mesure des particularités du relief et du degré de recouvrement des terrains. Cependant le vent exerce une influence importante sur l'évaporation du sol d'où sur la croissance de la végétation dans toute sa variété. Les vents soufflent fréquemment dans des directions instables et à différentes intensités en fonction des saisons. En été prédominant les vents de composantes NE et N, en hiver les vents NW.

Tableau 14: Moyennes mensuelles de la vitesse des vents (2000-2005)

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec	Moyenne
Vent (m/s)	2,43	2,38	2,58	3,05	3,17	3,27	2,88	2,87	2,68	2,45	2,42	2,66	2.74

(ONM, 2007)

II-2-3-6-Grêle

La chute de grêle peut endommager les végétaux, elle s'observe fréquemment en saison des pluies, bien que rare en été. Le maximum de fréquence est enregistré au mois de mars (ONM, 2007).

II-2-3-7-Orages

Selon Legrain (2002), un orage est l'ensemble de perturbations atmosphériques violents. Les orages ont un effet néfaste sur le sol et la végétation. Au niveau du notre zone d'étude le nombre de jours d'orage par mois est très variable durant l'année, selon les données, 28 jours d'orage en moyenne ont été enregistrés par année (ONM, 2007).

II-2-4-Synthèse climatique

Pour rendre les données climatiques ci-dessus plus significatives plusieurs auteurs ont proposé des indices climatiques qui sont des combinaisons des moyennes des différentes composantes du climat notamment la température et les précipitations. Cette synthèse met en évidence les différentes caractéristiques du climat méditerranéen. En effet ce dernier est caractérisé par un hiver modéré et un été relativement sec et chaud. Cette différence chronologique entre l'alimentation en eau par les précipitations et la température est responsable de la période sèche de ce type de climat. Ce décalage est souvent dénommé Xérotherme, ce qui signifie long et sec (Faye, 1963).

II-2-4-1-Diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gausсен

La représentation de ce diagramme (fig. 14) consiste à porter sur le même graphique les variations des températures et les précipitations portées sur deux axes parallèles en fonction du temps, dont l'échelle est " 2 mm = 1°C ". Bagnouls et Gausсен considèrent " un mois sec est celui où le total mensuel des précipitations (mm) est inférieur ou égal à deux fois la valeur de température moyenne mensuelle exprimé en °C " c'est-à-dire " $P \leq 2 T$ ". Le diagramme ainsi obtenu (fig. 14) permet de visualiser la saison sèche où la courbe des températures passe au dessus de celle des précipitations. Ce mode de représentation permet de comparer mois par mois le rapport $p/2T$ et de calculer donc la durée et l'intensité de la période.

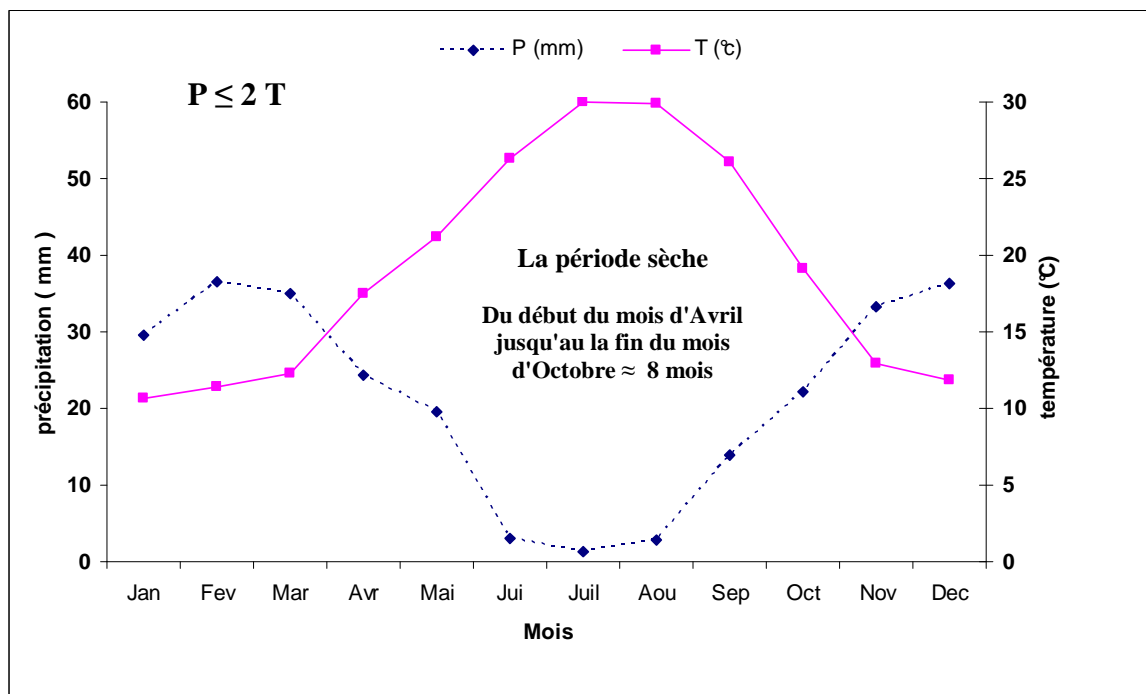


Figure 14 : Diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gausсен (Sidi yakoub)

L'analyse du diagramme permet de visualiser une période pluvieuse qui s'étend généralement entre la fin d'octobre jusqu'au début d'avril et une période sèche pour le reste de l'année. Toutefois les mois de juin, juillet et août demeurent les mois les plus secs.

II-2-4-2-Le Quotient pluviothermique d'Emberger (1955)

Emberger (1955) s'intéressant aux extrêmes thermiques M et m entre les quelles se déroule la période végétative et qui peuvent constituer des seuils écologiques pour les différentes espèces végétales, a défini la relation (1):

$$Q_2 = \frac{1000P}{(M+m)/2 (M-m)} \quad (1)$$

Où : **P** : Moyenne des précipitations annuelles en mm

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

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

La valeur du quotient d’Emberger **Q₂ =28.42** permet de situer la station dans l’étage bioclimatique **aride supérieur tempéré**.

II-2-4-3-Synthèse bioclimatique de la zone d'étude

Dans le but de l'analyse des données climatiques de la forêt de Saadia, l'apport de certaines corrections est nécessaire (température et précipitation), ceci à cause de l'absence de station à données complètes dans la zone en question. Le calcul des points (haut et bas), se fait en prenant l'altitude (160m) et la pluviométrie (250.53 mm) de la station de référence, avec l'altitude des deux points : 490m, 1192m.

II-2-4-3-1-Correction des précipitations et des températures

a) Correction des précipitations

Selon Seltzer (1946), en région méditerranéenne, il y aurait une augmentation de 40mm par tranche de 100m. La correction des précipitations sera faite pour les deux points (haut et bas) (tableau 15).

Tableau 15 : Coordonnées des points haut et bas

localisation	X (m)	Y (m)	Z (m)
Station météorologique	343 804,6	3 987 186,6	160m
Point haut de la forêt	348 971,4	3 976 066,8	1192m
Point bas de la forêt	350 327,1	3 974 651,5	490m

Les résultats obtenus sont résumé comme suit :

Tableau 16 : Pluviométrie corrigée

Mois	Jan	Fev	Mar	Avri	Mai	Jui	Juil	Aoû	Sep	Oct	Nov	Déc	Annuel
P (mm)	29.51	36.59	33.97	22.37	20.85	2.94	1.29	2.84	13.94	22.08	31.21	32.94	250.53
Coefficient	0.118	0.146	0.136	0.089	0.083	0.012	0.005	0.011	0.056	0.088	0.125	0.131	
Pluviométrie point haut	78.27	96.84	90.21	59.03	55.05	7.95	3.31	7.29	37.14	58.37	82.91	86.89	663.33
Pluviométrie point bas	45.13	55.84	52.02	34.04	31.74	4.59	1.91	1.20	21.42	33.66	47.81	50.11	382.53

Point haut (Z= 1192m) Point Bas (Z= 490m)

b) Correction des températures

Pour une tranche de 100m, Seltzer (1946) a proposé une diminution de 0.7°C aux températures maximales mensuelles et 0.4°C aux températures minimales mensuelles. Ces valeurs seront utilisées dans le calcul de la nouvelle moyenne des températures mensuelles pour les deux points (Tableau 17 et 18).

Tableau 17 : Températures corrigées du point haut de la forêt (Z= 1192m)

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Août	Sep	Oct	Nov	Déc	Annuel
M(°C)	7,87	9,79	12,63	15,22	20,27	26,02	30,21	29,81	25,07	19,16	12,90	8,84	18,15
m(°C)	1,71	4,10	5,33	7,58	11,27	15,09	18,35	18,71	15,63	11,78	7,63	4,48	10,28
(M+m)/2	4,79	6,94	8,98	11,40	15,77	20,56	24,28	24,26	20,35	15,47	10,26	6,66	14,21

Tableau 18: Températures corrigées du point bas de la forêt (Z= 490m)

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Août	Sep	Oct	Nov	Déc	Annuel
M(°C)	12,78	14,70	17,54	20,13	25,18	30,93	35,12	34,72	29,98	24,07	17,81	13,75	23,06
m(°C)	6,16	6,90	8,13	10,38	14,07	17,89	21,15	21,51	18,43	14,58	10,43	7,28	13,08
(M+m)/2	9,47	10,80	12,83	15,25	19,63	24,41	28,14	28,11	24,21	19,32	14,12	10,52	18,07

II-2-4-3-2-Résultats de la synthèse climatique

Après les deux types de corrections apportées précédemment la synthèse des résultats est la suivante :

Point haut : (Z = 1192 m)

✓ **Saison froide** : elle s'échelonne sur plus de 08 mois (fin de septembre jusqu'au début de juin), les minimas absolus sont d'ordre de 10.28°C, le mois le plus arrosé est le mois de février.

✓ **Saison sèche** : elle d'échelonne de la fin mai à septembre, les maximas sont de l'ordre de 18.05°C, le mois le plus sec est le mois de juillet (3.31 mm)

Point bas : (Z = 490m)

✓ **Saison froide** : elle s'échelonne sur plus de 06 mois (mi-octobre jusqu'à avril), les minimas absolus sont de 13,08 le mois le plus arrosé est le mois de février.

✓ **Saison sèche**: elle d'échelonne entre la fin de mai à septembre, les maximas sont d'ordre de 23.06, le mois le plus sec est le mois d'août (1.20 mm).

II-2-4-3-3-Détermination des étages bioclimatiques de la zone d'étude

L'indice d'Emberger (1955), va nous permettre de déterminer l'aire bioclimatique de la forêt étudiée par la formule (1).

✓ **Point haut** : $Q_2 = 79.83$

Le point haut se situe dans l'étage bioclimatique **sub-humide frais**.

✓ **Point bas** : $Q_2 = 45.30$

Le point haut se situe dans l'étage bioclimatique **semi aride inférieur tempéré**.

➤ La zone d'étude se caractérise par un étage bioclimatique semi aride à sub-humide (fig. 15). Elle reçoit entre 380 à 660mm de pluie, la température minimale moyenne du mois le plus froid varie de 1.71 à 6.16°C et la température maximale moyenne du mois le plus chaud varie de 30.21 à 35.12°C.

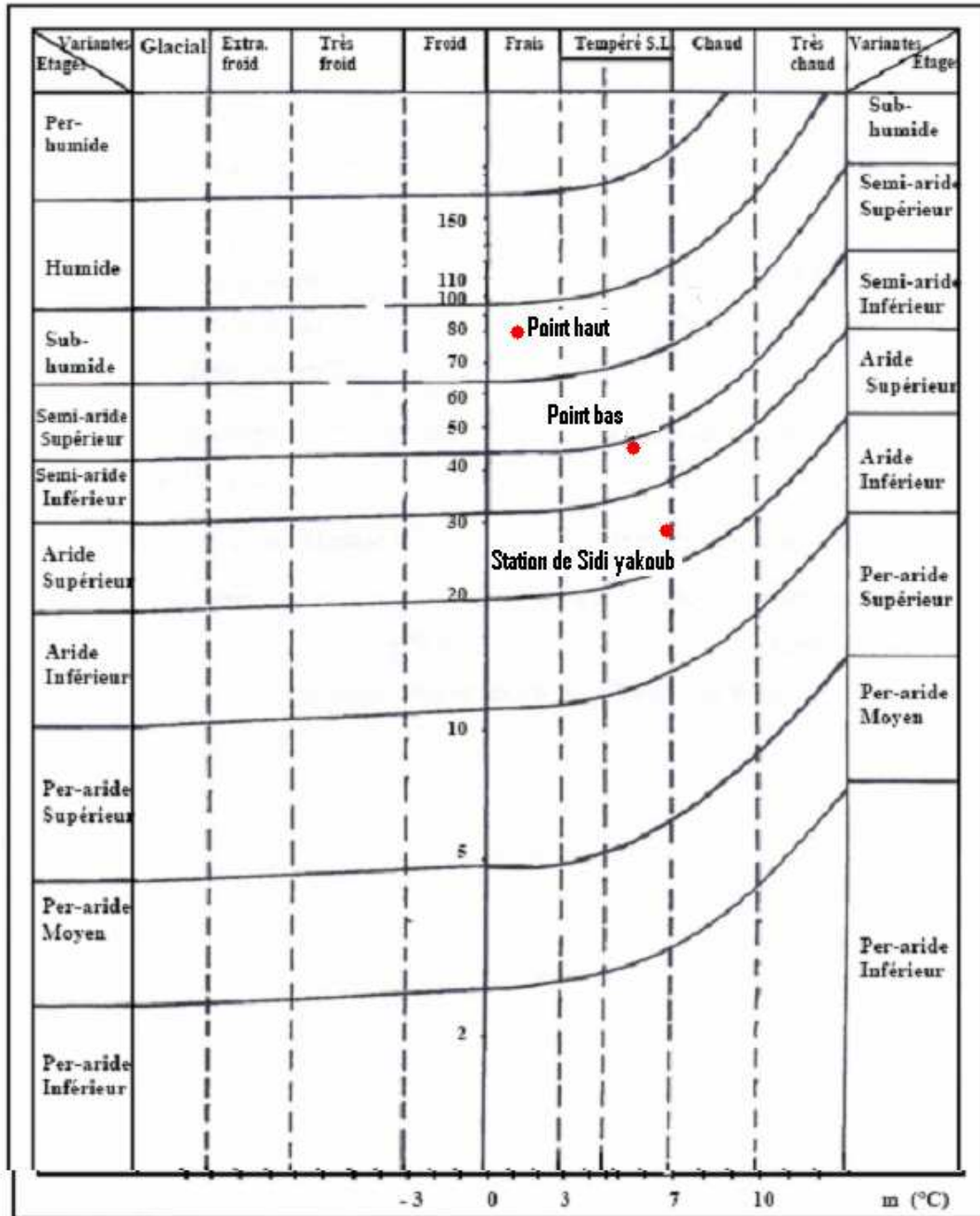


Figure 15 : Climagramme du quotient pluviothermique d'Emberger (Daget, 1977)

II-3-Géologie et géomorphologie

La forêt de Djebel Saadia se trouve au bassin de Oued Sly où ce dernier est situé dans la partie Sud-est de massif de Ouarsenis.

En ce qui concerne la géologie de la région, les sédiments crétacés supérieurs sont développés dans la partie Nord-Est de la forêt et sont représentés par des marnes, calcaire, altération de marnes calcaires et argile feuilletées. L'oligocène est très fréquent dans la région, il représente une altération de marnes calcaires et grés (fig. 16).

La géomorphologie est l'un des éléments les plus précieux de l'analyse cartographique dans les études de reconnaissance (Tricart, 1978). C'est la science qui a pour objet la description et l'explication du relief terrestre, continental et sous marin (Coque, 1977).

D'une manière générale la zone d'étude est considérée comme une zone montagneuse avec une altitude maximale de 1198m chose qui est bien visible sur la figure 17 qui représente le modèle numérique de la zone d'étude.

La carte hypsométrique (fig. 18) reflète au mieux les plages d'altitudes et permet une meilleure gestion des phénomènes et facteurs qui sont en liaison avec l'altitude. La plus grande partie des sols de la zone d'étude (70%) est répartie entre 700m et 1000m (fig. 19).

Conjuguée à une altitude importante du point de vue impact sur les précipitations et la brise marine, l'exposition à un effet sur les conditions écologiques de la zone d'étude. Le versant sud souffre d'une sécheresse prolongée (dépassant les 7 mois) et de sols relativement dégradés. Le versant nord (situé surtout dans la wilaya de Chlef) bénéficie de conditions climatiques et édaphiques plus clémentes, une brise marine avec ses effets adoucissant en été, une faible évaporation, des sols relativement équilibrés et une pluviométrie intéressante.

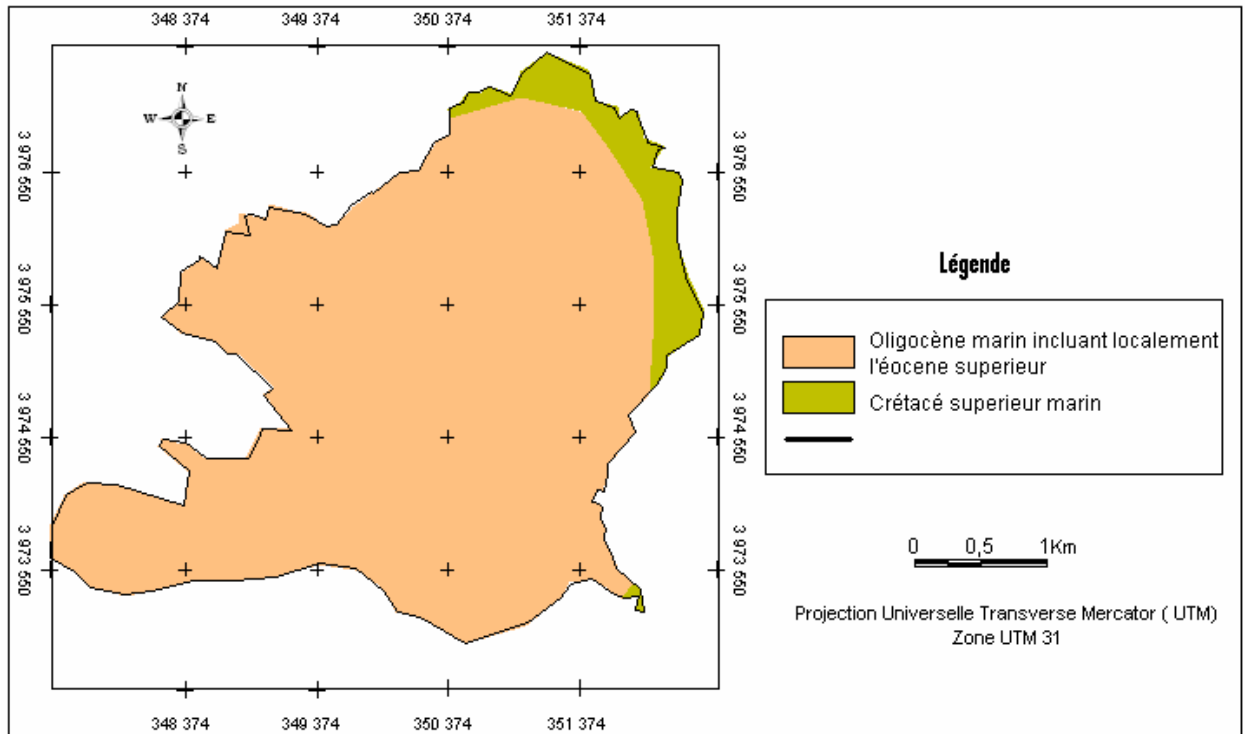


Figure 16 : Carte géologique de la forêt de Saadia (TECSULT, 2006)

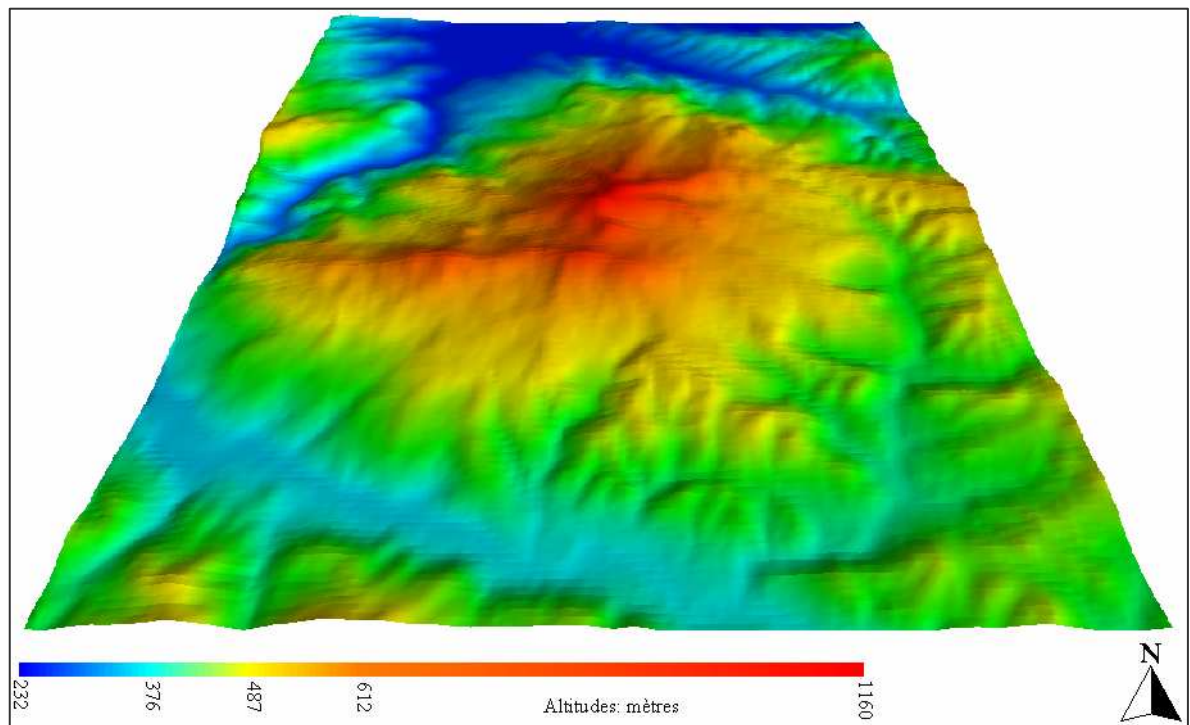


Figure 17 : Modèle numérique de terrain

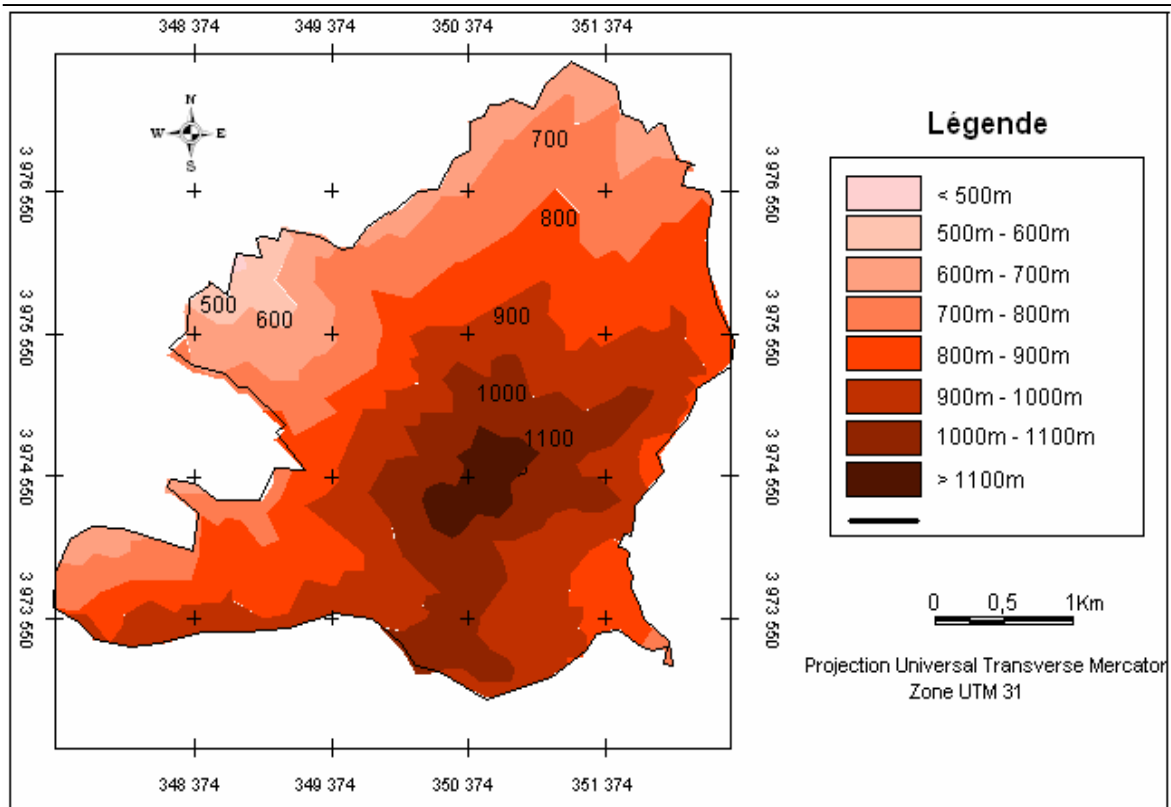


Figure 18 : Carte hypsométrique (TECSULT, 2006)

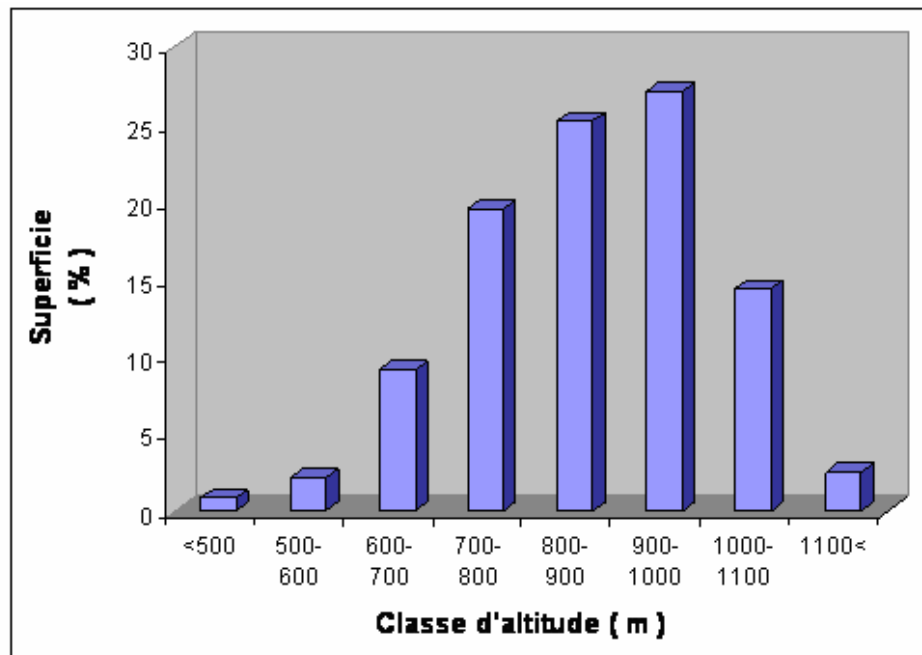


Figure 19 : Répartition des classes d'altitude de la zone d'étude

II-4-Erosion et risques naturels

L'érosion est l'ensemble des actions chimiques, physiques et organiques qui aboutissent à la destruction des roches et au nivellement progressive du terrain. C'est une usure superficielle de l'écorce terrestre ; l'eau et le vent sont les principaux agents.

En Algérie, ce phénomène a été pleinement étudié par (Saccardyl, 1949 ; Putod, 1962 ; Greco, 1966 ; Roose *et al.*, 1998).

Une étude menée par le bureau d'étude (TECSULT, 2006) montre qu'il existe deux (2) types d'érosion dans la subéraie :

- ✓ l'érosion en nappe,
- ✓ le ravinement.

La carte (fig. 20) illustrée par le tableau 18 montre que 80 % des terres de la forêt ne sont pas soumis à l'érosion. Cela est du essentiellement à la présence d'un couvert végétal moyennement dense localisé principalement dans la région Est et Nord-Est de la forêt alors seulement 20 % des terrains sont classés entre très sensibles à extrêmement sensibles à l'érosion.

Tableau 19 : Répartition des terres selon le niveau de sensibilité

Zone	Superficie (ha)	Pourcentage (%)	affectation
A	95	9.75	extrêmement sensible a l'érosion
B	110	10.25	Très sensible à l'érosion
C	340	31	moyennement sensible a l'érosion
D	530	49	Peu sensible a l'érosion

(TECSULT, 2006)

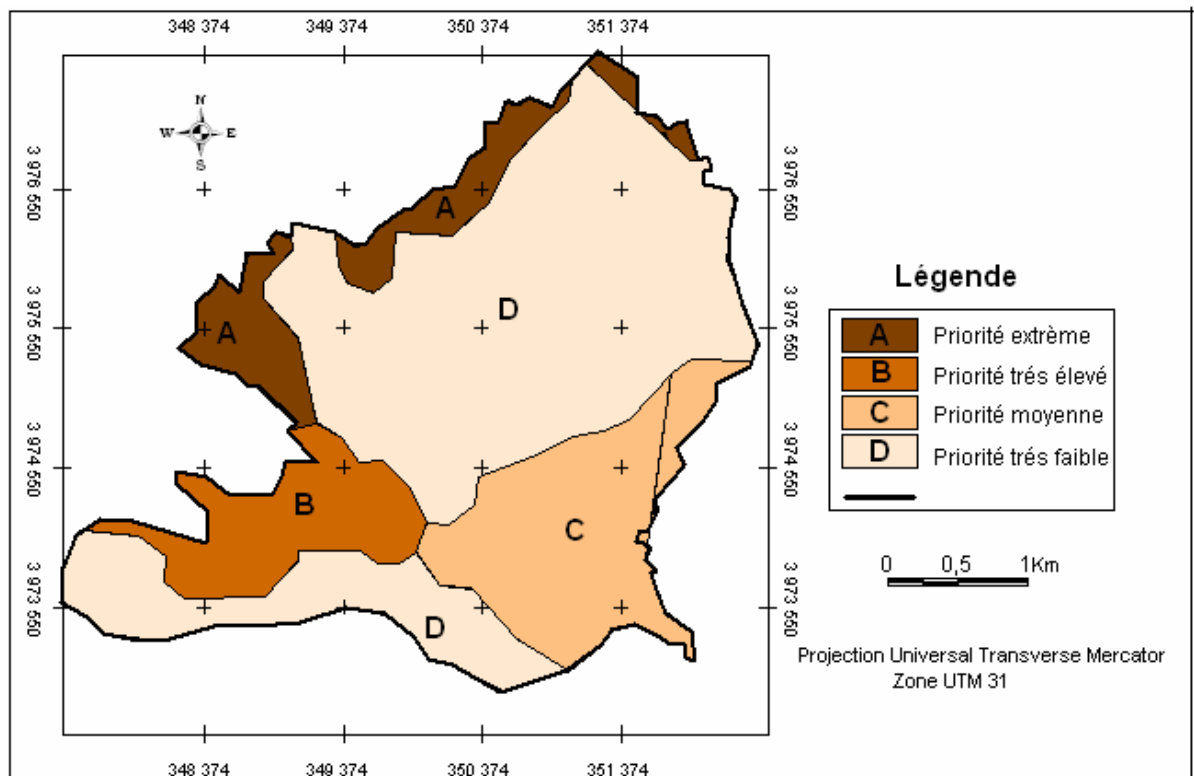


Figure 20 : Carte de vulnérabilité à l'érosion (TECSULT, 2006)

II-5-Pédologie

Selon LESCOMPLEKT(1983), dans le cadre de l'étude d'aménagement du bassin versant de Oued Sly et après la réalisation de 08 profils pédologies au niveau de la forêt de Saadia.

Les sols de Saadia sont représentés par 03 classes pédologies (fig. 21) :

- ✓ les sols minéraux bruts
- ✓ les sols peu évolués
- ✓ les sols brunifiés

II-5-1-Sols minéraux bruts (groupe lithosols)

Ce sont des sols de profil (A)C, (A)R ou R , le groupe du sol le plus répandu est le groupe lithosols qui a évolué sur des roches dures (conglomérat et grés), sa texture est limono argileuse a limono sableuse. La surface la plus importante est située au Sud de la forêt (296 ha) et on les retrouve aussi en combinaison avec des sols érodés peu évolués (77.50 ha).

II-5-2-Sols peu évolués

Les sols peu évolués à profil (AC) sont caractérisés essentiellement par une faible altération du milieu minéral et dans la majorité des cas la faible teneur en matière organique (Duchauffour, 1977).

C'est la classe la plus répandue sur le territoire de notre forêt. On trouve que cette classe est représentée par deux groupes :

- Sol peu évolué d'érosion (lithosols)
- Sols peu évolué d'apport colluvial

II-5-2-1-Sol peu évolué d'érosion (lithosols)

Les lithosols sont peu évolués surtout sur grés avec une basse fertilité naturelle, de composition mécanique grossière avec la participation prédominante de la fraction limono sableuse sans carbonates peu moyennement profond.

La plupart d'eux est située sur petites parcelles de la forêt (24 ha). Sur la carte (fig. 21) ces sols sont marqués en complexe avec les sols minéraux bruts (Nord-Ouest). L'évolution des sols sur des roches tendres donne des régosols, et sur les roches dures des lithosols.

II-5-2-2-Sol peu évolué d'apport colluvial

Caractérisé par des structures hétérogènes variables d'un point à l'autre, d'une grande porosité et de bonne aération superficielle, la sensibilisation à l'érosion de ce type de sol est très élevée (Duchauffour, 1977). Ce type de sol est présent sur toute la forêt. Il occupe une surface de 394 ha.

Les sols colluviaux sont caractérisés particulièrement par la présence d'un tas de morceaux rocheux de différentes tailles sur la surface typique pour la région. Leur composition chimique, minéralogique et mécanique dépend beaucoup du contenu géologique pétrographique des matériaux d'apport accumulés dans les différentes époques.

II-5-3-Sols brunifiés

Ces sols occupent les parties hautes de la montagne, ils sont formés sur des roches sans carbonates, la plupart sur des grés numidiens, le profil est généralement de type A(B)C (Duchauffour, 1977).

Les terrains sont très accidentés et dénudés dans quelques endroits jusqu'à la roche mère avec des accumulations épaisses et des éboulements. En surface on trouve des morceaux rocheux de différentes tailles (30-70%). Le seul groupe existant dans la zone est le sol brun forestier en mélange avec les sols peu évolués.

II-6- Formation végétale et flore de la forêt

La forêt de Saadia est une subéraie naturelle. Sa végétation est représentée par des unités floristiques homogènes : forêts, matorral et maquis. Elle est riche en espèces végétale où nous trouvons plusieurs types de chênes (chêne liège, chêne vert, chêne zeen et chêne kermès), du pin d'Alep, de l'arbousier, du lentisque, du laurier, du lavande et d'autres espèces.

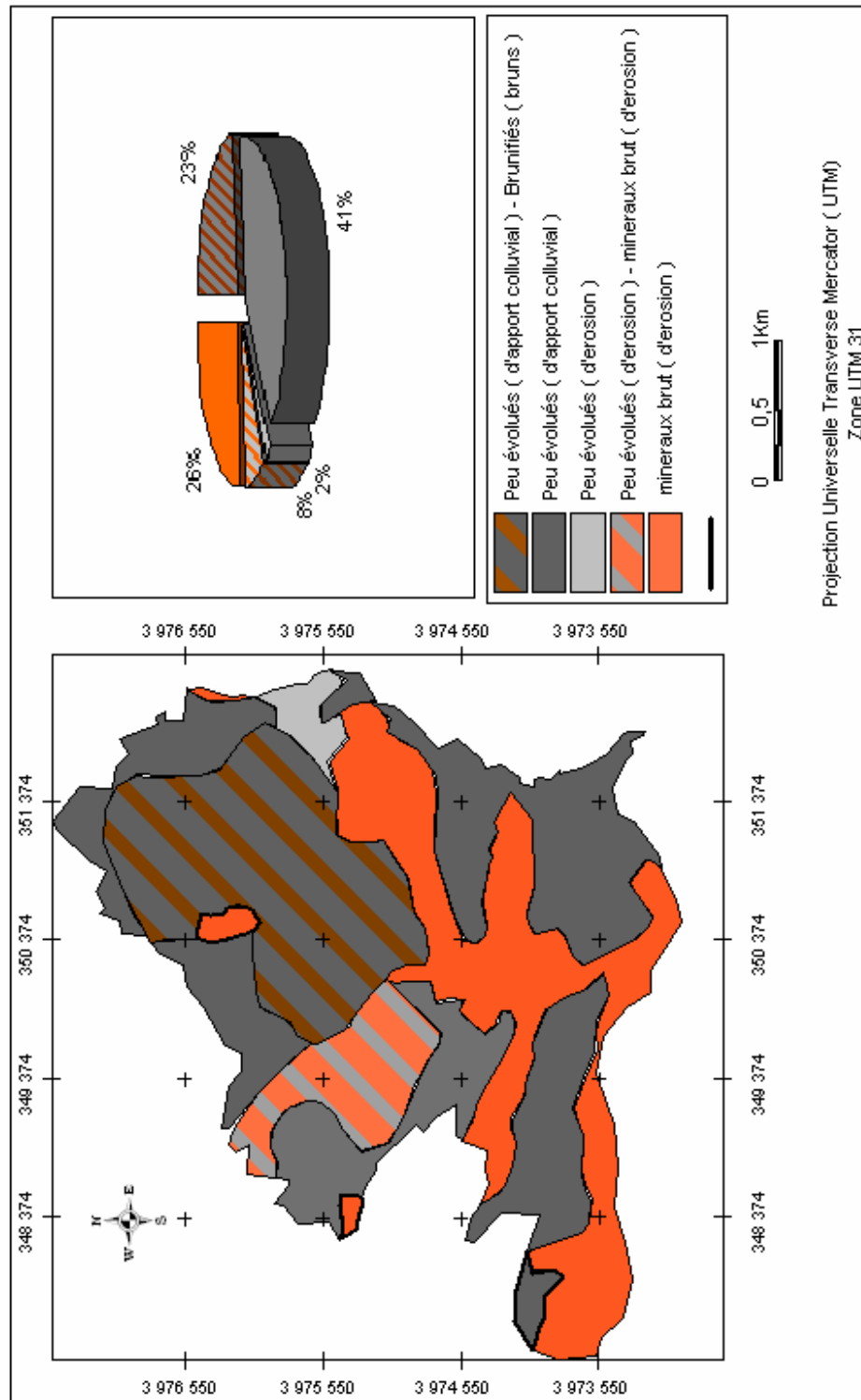


Figure 21 : Carte pédologique de la forêt de Saadia (LESCOMPLEKT, 1983)

Chapitre III :
Méthodologie du travail

III-1- Méthodologie adoptée

Dans le cadre de cette étude, la démarche utilisée comporte les étapes suivantes :

- 1- Collecte des données préliminaires**
- 2- Prospection sur le terrain**
- 3- Analyse et traitement des données**

III-1-1-Collecte des données préliminaires

Une recherche bibliographique a été réalisée pour mener cette étude. Elle consiste à recenser les ouvrages édités ayant un lien direct avec le sujet, des études sous formes des travaux de recherche réalisés dans la région à prospector (Forêt de Saadia) et consulter par conséquent différents cartes et images satellitaire pour établir une description proprement dite du milieu physique.

Les cartes utilisées sont :

- ✓ Carte topographique, au 1/25 000 de Ammi Moussa (NI-31- XX-12 Ouest), établie en 1991 par l'I.N.C.T,
- ✓ Carte pédologique numéro 01 (partie Nord du BV du Oued Sly), au 1/50 000, réalisée par le groupe L.E.S.C.O.M.P.L.E.K (Etude Bulgare, 1983),
- ✓ Carte géologique, au 1/100 000 du BV de Sidi yakoub établie en 2006 par TECSULT,
- ✓ Carte d'occupation du sol, au 1/100 000 du BV de Sidi yakoub établie en 2006 par TECSULT,
- ✓ Carte consolidée des risques d'érosion, au 1/100 000 du BV de Sidi yakoub établie en 2007 par TECSULT,
- ✓ Carte d'occupation du sol (Khatib, 1995),
- ✓ Image multispectrale satellitaire du capteur Landsat (pixel 30m x 30m) géoréférenciée prise en 1987 (fig. 22),
- ✓ Image multispectrale satellitaire du capteur Landsat (pixel 30m x 30m) géoréférenciée prise en 2007 (fig. 23).

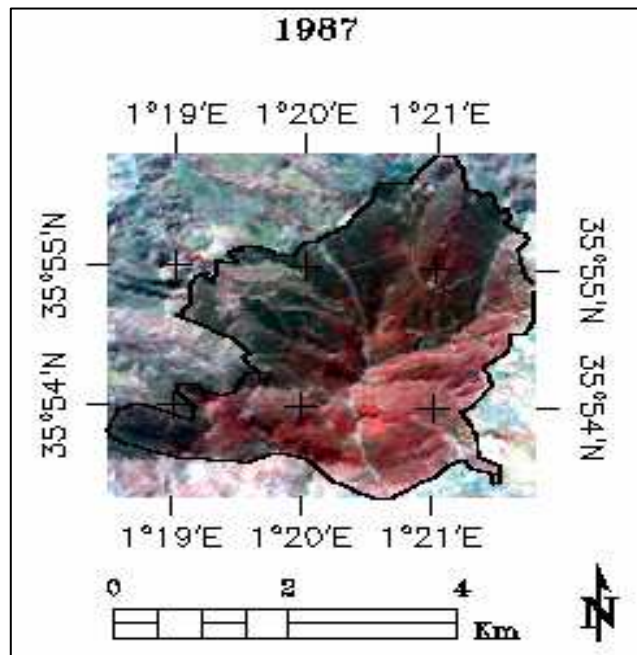


Figure 22: Image Landsat de 1987 de la forêt de Saadia: composition colorée en trois canaux (infrarouge + rouge + bleu)

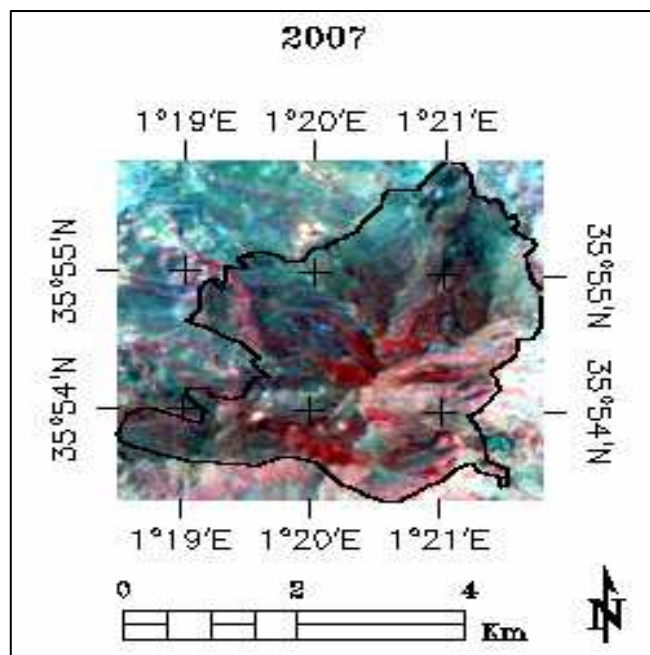


Figure 23: Image Landsat de 2007 de la forêt de Saadia: composition colorée en trois canaux (infrarouge + rouge + bleu)

Avant d'entamer la prospection sur le terrain, une sortie de reconnaissance a permis d'appréhender l'écosystème forestier en situant la zone dans son contexte naturel. Les limites définitives retenues sont les suivantes :

- Au Nord-Est, El labais
- Au Nord-Ouest, Ouled Maamar
- Au Sud, Ouled chikh et Ouled Tayab
- A l'Est, El Attatefa
- A l'ouest, Kherrareb. La superficie totale de la zone étudiée s'étale sur 1058ha.

III-1-2- Prospection sur le terrain

L'inventaire de la végétation et du milieu a été réalisé sur la base d'un diagnostic phytosociologique par la méthode sigmatiste développée par Braun-Blanquet (1932). Cette méthode est utilisée par de nombreux auteurs Djebaili, 1984 ; Benabid, 1982 ; Aafi, 2007 ; Ababou *et al.*, 2009. L'inventaire établi consiste à prélever 33 relevés phytosociologiques dans la forêt de Djebel Saadia (fig. 24) d'une manière subjective correspondant autant que possible à l'aire minimale au sein de chaque unité homogène.

A chaque relevé floristique, nous avons noté les indications suivantes:

- ✓ Localité,
- ✓ Coordonnées (X, Y),
- ✓ Altitude(Z),
- ✓ Indice abondance – dominance.

L'abondance-dominance exprime l'espace occupé par la projection au sol de l'ensemble des individus de l'espèce. L'échelle utilisée pour ce type d'indice est celle proposée par Braun Blanquet (1932) à savoir :

- r : une espèce
- + : espèce ayant un recouvrement très faible ;
- 1 : espèce très abondante mais recouvrement faible (inférieur à 5%) ;
- 2 : espèce très abondante mais recouvrement entre 5% et 25% ;
- 3 : recouvrement compris entre 25% et 50% ;
- 4 : recouvrement compris entre 50% et 75% ;
- 5 : recouvrement compris entre 75% et 100%

- ✓ **Variables environnementales**

Les variables environnementales calculées pour chacun des 33 sites sont : la pluviométrie annuelle, températures minimales du mois le plus froid « m », température maximale du mois le plus chaud « M », l'altitude, l'exposition, la pente et le type du sol.

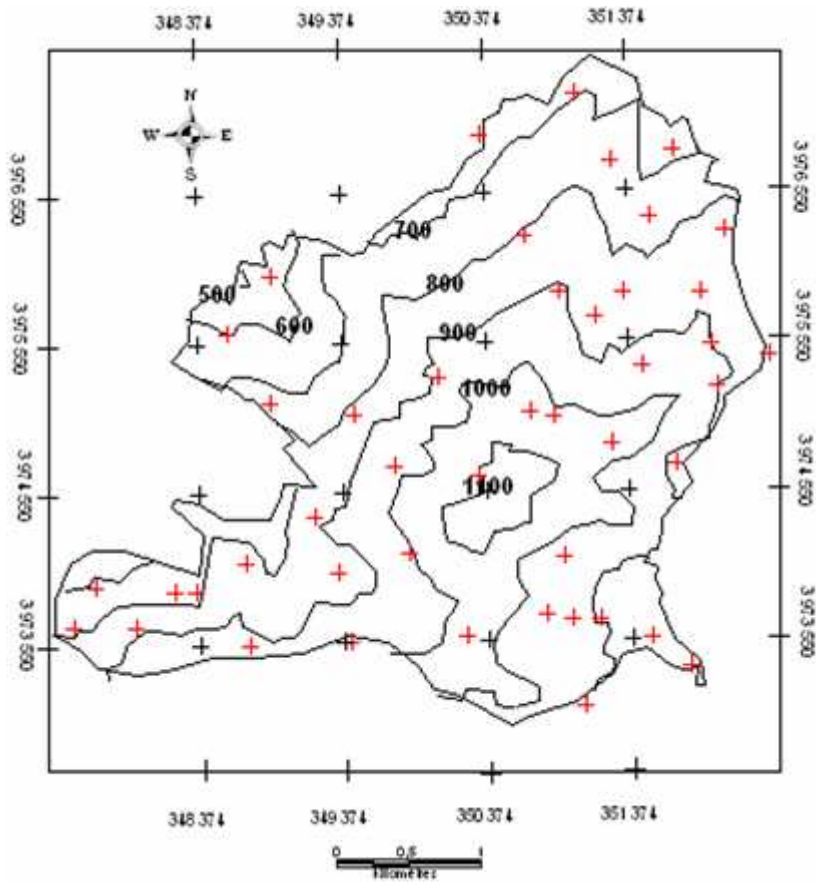


Figure 24 : Plan d'échantillonnage (2008)

III-1-3- Analyse et traitement des données

III-1-3-1- Analyse et traitement des relevés floristiques

III-1-3-1-1-Diversité floristique

L'indice de diversité considéré ici est l'indice de Shannon (Shannon, 1948 ; Shannon et Weaver, 1963), aussi appelé indice de Shannon-Weaver ou Shannon-Wiener, est dérivé de la théorie de l'information :

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \times \log_2 p_i \quad (2)$$

Avec $P_i = N_i/N$

S : nombre d'espèces récoltées dans l'échantillon

N_i : nombre d'individus de l'espèce *i*

N : nombre total d'individus présents dans l'échantillon

Selon Grall et Hily (2003), l'indice de Shannon est minimal ($H' = 0$) si tous les individus du peuplement appartiennent à une seule et même espèce, H' est également minimal si, dans un peuplement chaque espèce est représentée par un seul individu, excepté une espèce qui est représentée par tous les autres individus du peuplement.

L'indice est maximal quand tous les individus sont répartis d'une façon égale sur toutes les espèces (Frontier et Picchod-viale, 1983 ; Grall et Hily, 2003). Selon le type de communauté, les valeurs de cet indice varient dans une fourchette approximativement de 0,5 à 5 (Lacoste et Salanon, 2001), il est exprimé en bit par individu.

III-1-3-1-2-La végétation et les facteurs environnementaux

Afin de définir les groupements végétaux et les groupes écologiques individualisés au sein des formations végétales de la subéraie de Saadia où ces groupements sont caractérisés par une diversité floristique qui est liée principalement aux facteurs écologiques et anthropiques.

Lorsque nous étudions les facteurs écologiques qui expliquent la répartition d'un groupe d'espèces, nous sommes amené à réaliser ce que nous appelons une analyse de gradient, Nous distinguons généralement les analyses de gradients directes, des analyses de gradients indirectes.

L'analyse la plus intéressante pour identifier directement les facteurs écologiques pour définir les structures d'assemblages d'espèces est l'analyse canonique des correspondances (ACC ou CCA en anglais). Cette analyse réalise une ordination de relevés floristiques le long d'axes factoriels interprétables en terme de variables de milieu. Il s'agit donc d'une méthode d'analyse directe de gradients écologiques ou « direct gradient analysis » selon les termes de Wakheitrt, 1967 In Mercier, 1988).

L'Analyse canonique des correspondances (ACC) (Ter Braak, 1986 ; 1987 ; Lebreton *et al.*, 1988b) ou l'Analyse factorielle des correspondances sur variables instrumentales (AFCVI) (Chessel *et al.*, 1987) sont des méthodes d'ordination dites "sous-contraintes" car elles contraignent les axes d'ordination à être des combinaisons linéaires des variables du tableau explicatif (Ter Braak et Prentice, 1988). Cette méthode vise à expliquer la structure d'un tableau floristique (p espèces dans n relevés) en le couplant à un tableau de relevés de milieu (q variable environnemental sur les mêmes n relevés), le tableau floristique peut être présenté soit en présence/absence, soit en indice d'abondance/dominance (Braun-Blanquet, 1932), comme c'est le cas pour ce travail.

Les analyses factorielles des correspondances sur variables instrumentales (AFCVI) sont très souvent utilisées en écologie, notamment en ce qui concerne l'ordination et la quantification de la diversité et la variabilité fauno-floristique contenue dans un ensemble de relevés et plus précisément de mettre cette diversité en relation avec les variables du milieu (Lebreton *et al.*, 1988a ; Prodon et Lebreton, 1994).

En général, l'analyse se déroule selon les trois étapes suivantes :

- a- Première étape : dépouillement des données
- b- Deuxième étape : tableau des correspondances
- c- Troisième étape : interprétation des résultats

a- Première étape : Dépouillement des données

Une fois la liste des noms latins des espèces dressée, ces dernières sont classées par ordre alphabétique et sont numérotées. La détermination des taxons a été faite à partir de la nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales de Quezel et Santa (1963).

b- Deuxième étape : Tableau de correspondance floristique

D'après Mercier (1988), la technique ACC permet de coupler un tableau descriptif du milieu à un tableau floristique et d'ordonner les espèces le long de gradient écologiques. Le tableau floristique est constitué par une matrice à double entrée où les relevés sont disposés en ligne et les espèces végétales sont disposées en colonne. A l'intersection de deux lignes, se trouve l'indice abondance- dominance.

Les symboles du coefficient d'abondance- dominance (Echelle Braun Blanquet) ne peuvent pas être directement exploités. Le « r » et le « + » n'étant pas des valeurs, ils ont été remplacés par les nombres « 1 » et « 2 », une échelle d'abondance-dominance de sept degrés (Van der Maarel, 1975) (Tableau 20).

Tableau 20 : Codification du coefficient d'abondance-dominance

Echelle Braun Blanquet	Echelle Van der Maarel
.	0
r	1
+	2
1	3
2	5
3	7
4	8
5	9

Les traitements statistiques à l'aide du logiciel XLSTAT 7.5 a permis d'obtenir trois types de nuages, le premier représente les espèces seules ; le second les relevés seuls, le troisième représente à la fois les espèces et les relevés.

c- Troisième étape : Interprétation des résultats

Pour que la différenciation et l'individualisation des groupements végétaux soient parfaitement objectives, il a fallu considérer les différents renseignements fournis par les listages d'ordinateur pour l'ACC, à savoir :

- ✓ Tableau des valeurs propres
- ✓ Tableau des facteurs sur espèces et relevés
- ✓ Plans factoriels (ou cartes factorielles)

Chaque axe factoriel est caractérisé par une valeur propre. Rappelant que les valeurs propres des axes indiquent la quantité de variation des données expliquées par l'axe correspondant (Borcard, 2009).

Les coordonnées des points sont données pour chacun des axes factoriels, après projection des nuages de points obtenus. En pratique, la représentation graphique ne s'effectue que sur les premiers axes factoriels les plus explicatifs de la structure du nuage de points.

III-1-3-2- Traitement des images satellitaires

L'objectif de cette étude est de déterminer l'apport des images satellitaire dans la détection des changements du couvert végétal et le suivi des processus de dégradation dans la région.

La méthodologie adoptée se base sur la comparaison de deux images satellitaires de Landsat couvrant la région durant la période 1987 et la période 2007 (fig. 21 et 22). La détection des changements est précédée par des prétraitements d'amélioration géométrique et atmosphérique des images. La comparaison de l'indice de végétation normalisé (NDVI) généré pour les deux dates a permis d'établir une image de synthèse présentant les différents changements dans cette forêt. Les évolutions constatées sont classées selon les types suivants:

- Changements régressifs
- Changements progressifs

 ✓ **Détection de changements à l'aide de l'indice de végétation**

Un indice de végétation est souvent utilisé pour mesurer la quantité de végétation sur un territoire donné. Dans la littérature, nous pouvons trouver plusieurs indices de végétation où le NDVI (Indice de Végétation Différence Normalisée) est la plus utilisée. Cet indice est calculé par la formule suivante:

$$\boxed{\text{NDVI} = \frac{\text{PIR}-\text{R}}{\text{PIR}+\text{R}}} \quad (3)$$

Où **PIR** : la bande proche infra rouge

R : la bande rouge

Cette méthode est basée sur le calcul pour chaque date de l'image, l'indice de végétation et de superposer des images des Indices de Végétation dans deux en s'appropriant une couleur distincte à chaque indice. Dans notre étude, la couleur composée et les rapports d'image sont utilisés pour la détection des changements.

III-2- Moyens mis en œuvre

Les principaux moyens mis en œuvre au cours du travail sont les logiciels ENVI 3.5, le Mapinfo 7.8 et XLSTAT 7.5

a) MapInfo (*MapInfo Professionnel Corporation*, 2003 ; version 7.8)

Confrontés aux nombreux systèmes d'information géographique adaptés au monde de la micro informatique, notre choix s'est porté sur le système d'information géographique MapInfo pour sa souplesse, sa disponibilité et sa capacité d'analyse spatiale. Ce logiciel permet de créer, d'afficher et de modifier toutes formes d'informations géographiques référencées.

On peut résumer les principales caractéristiques de ce logiciel comme suit :

- ✓ superposition de couches thématiques,
- ✓ traitement statistique,
- ✓ échange de données avec les autres SIG et les logiciels tel que AutoCAD
- ✓ type de sortie : représentation cartographique, valeurs numérique ou textuelles, histogrammes, graphiques,...etc,
- ✓ disponibilité d'une bibliothèque des symboles cartographiques, des trames et légendes modifiables de façon interactive,...etc.

b) ENVI 3.5 (*Environnement for visualising image*)

Ce logiciel 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 de manipuler plusieurs images multi spectrales, c'est-à-dire comportant plusieurs bandes spectrales. La puissance interface graphique de ENVI 3.5 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.

c) XLSTAT 7.5

XLSTAT est un logiciel dont l'interface s'appuie entièrement sur Microsoft Excel, tant pour récupération des données que pour la restitution des résultats. Les calculs sont en revanche totalement indépendants de Microsoft Excel et ont été développés avec le langage de programmation C++. Le logiciel XLSTAT a fait l'objet de tests intensifs et été validé par des spécialistes des méthodes utilisés.

Chapitre IV :
Résultats et Interprétations

IV-1- Résultat du diagnostic de la forêt de djebel Saadia

Afin de promouvoir la conservation de la biodiversité et d'assurer le développement durable des écosystèmes, il est nécessaire d'établir un lien entre les causes et les conséquences de la dégradation de la forêt. Il s'agit dans le contexte actuel de justifier l'étude par :

- un constat de la forêt sur son état de dégradation
- sa régression
- sa qualité de peuplements
- son importance écologique

L'approche syntaxonomique adoptée est un outil approprié pour l'élaboration de la typologie des formations végétales de la zone d'étude. Cette méthode met en évidence la distribution des différentes formations forestières, la nature et le type des formations dominantes. Elle renseigne aussi sur l'état de dégradation de la subéraie. L'exploitation des relevés phytosociologiques permet d'identifier les principales espèces et formations végétales présentes.

C'est la série du chêne liège qui prédomine dans la zone d'étude. Elle est représentée par les formations suivantes :

- ✓ Forêt moyennement dense de chêne zeen et chêne liège,
- ✓ Forêt claire,
- ✓ Matorral dense,
- ✓ Matorral clair,
- ✓ Maquis

IV-1-1- Analyse et description générale de la végétation

Les formations végétales dans la subéraie de Saadia sont soumises à des multiples formes de dégradation, dues essentiellement à l'action du climat (période de sécheresse) et à l'action anthropozoïque croissante sur ce milieu.

Le diagnostic et le dépouillement des relevés floristiques a permis de dégager cinq (5) unités homogènes (fig. 25). L'organisation telle qu'elle apparaît dans la carte ressemble presque à une mosaïque, une distribution hétérogène où dominent les formations de matorrals, et maquis. La formation qui joue encore un rôle pré-forestier et

forestier est la chênaie du liège. Cette dernière est peu représentée par rapport aux deux premières formations car elle subit la plus forte pression climatique et anthropozoïque.

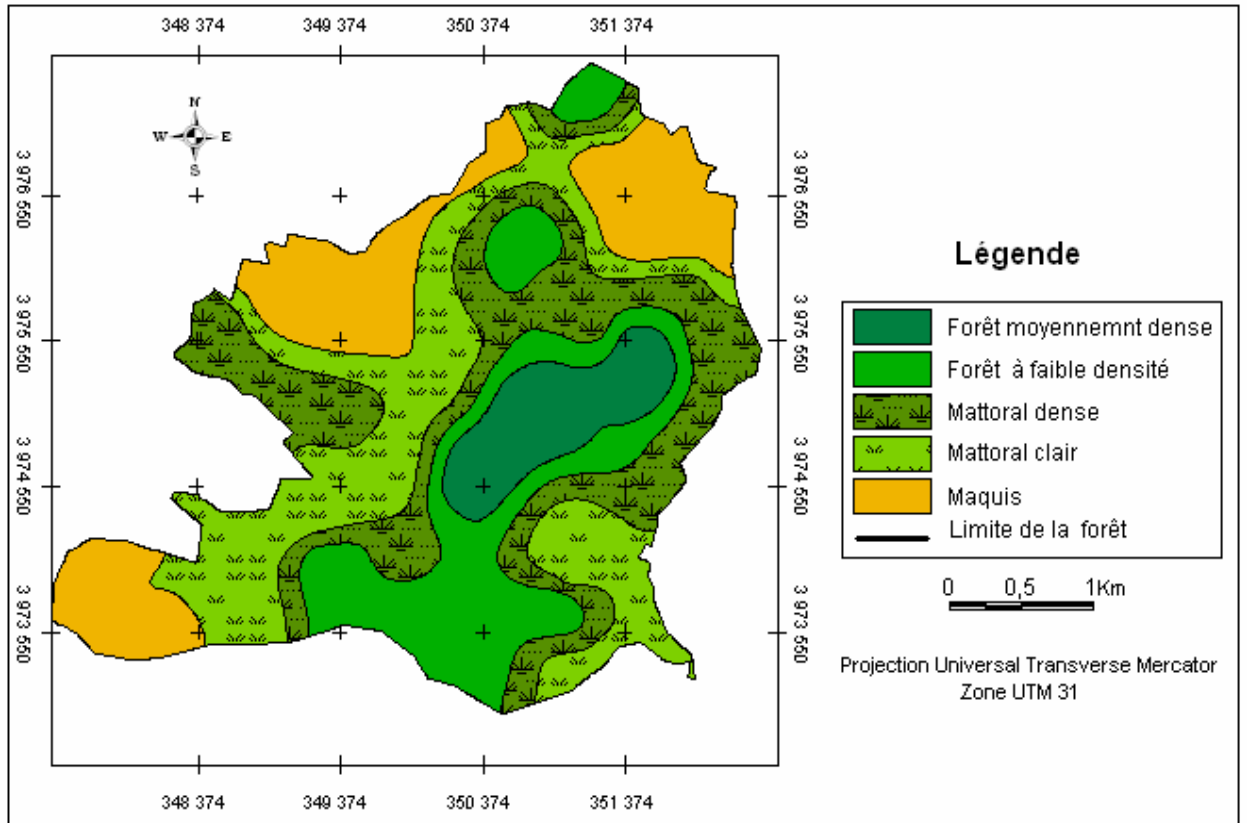


Figure 25 : Carte synthétique illustrant la nature des formations végétales et leur distribution spatiale dans la zone d'étude

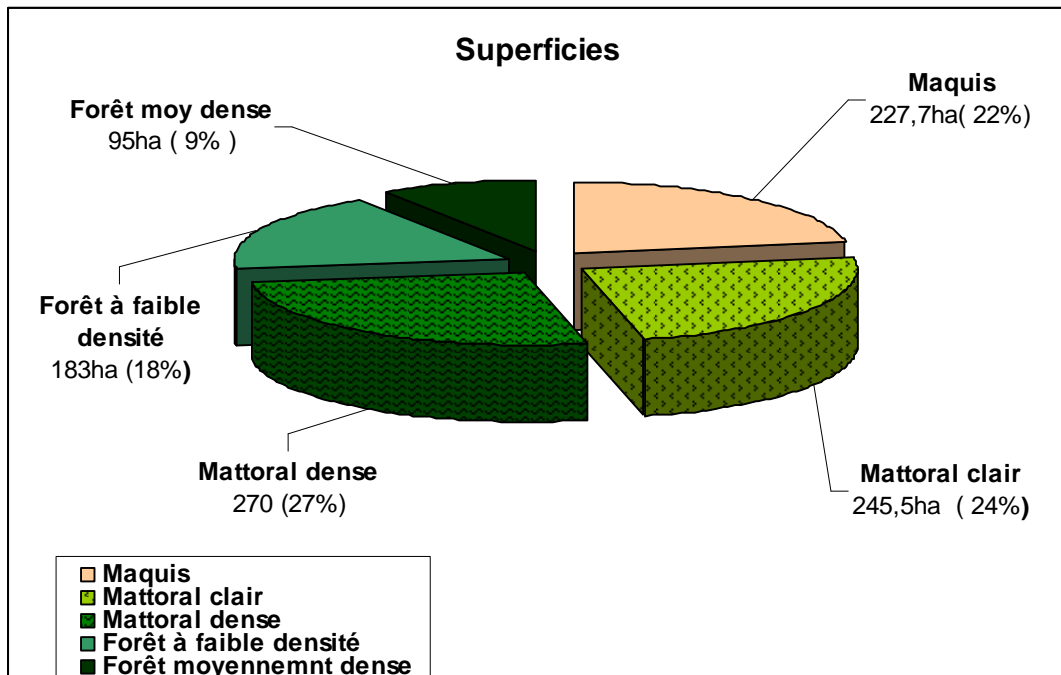


Figure 26 : Répartition des unités végétales par type de formation et de superficie

D'après le diagnostic réalisé, la carte de synthèse (fig. 25) et le diagramme des superficies (fig. 26), il ressort que la zone d'étude est constituée des formations suivantes :

IV-1-1-1-Forêt moyennement dense

Située dans le versant Nord à exposition Nord-Ouest à hautes altitudes où le climat est favorable (climat sub humide). La forêt dense de chêne zeen et chêne liège est la formation qui joue encore un rôle forestier et pré forestier. Elle couvre une superficie 95 ha soit 9 % seulement de la superficie totale de la forêt. Le chêne liège (*Quercus suber*) et le chêne zeen (*Quercus faginea*) constitue l'essentiel de cette formation, il persiste malgré toutes les pressions qu'il subit (incendie, coupe...) et se régénère chaque fois qu'il est mutilé ou dégradé (Dans cette formation le recouvrement avoisine les 70 %).

IV-1-1-2-Forêt a faible densité

C'est une forêt claire, trouée, constituée essentiellement par chêne liège (*Quercus suber*) et bruyère arborescente (*Erica arborea*). Le chêne vert (*Quercus ilex*), chêne zeen (*Quercus faginea*), le pin d'Alep (*Pinus halepensis*), *Phillyrea media* sont accessoirement présents. Cette formation s'étend sur 183 ha soit 18% de la superficie totale de la forêt.

IV-1-1-3-Matorral

Il occupe une place importante dans notre forêt, il s'étend sur 515 ha soit 50% de la superficie totale des terres forestières (fig. 27).



Figure 27: Matorral à calycotome (Forêt de Saadia)

Cette formation est constituée essentiellement de taillis bas de chêne liège (*Quercus suber*), clycotome (*Calycotome spinosa*), lentisque (*Pistacia lentiscus*) et les cistes (*Cistus sp.*). Les Cistes sont des espèces pionnières des zones dégradées qui constituent l'un des premiers stades arbustifs dans les milieux post-incendies (fig. 28). Elles jouent, à ce titre, un rôle clé dans la dynamique et le fonctionnement du tapis végétal (Robles, 1998).



Figure 28 : Subéraie très embroussaillée fortement exposée aux incendies de forêts (forêt de Saadia)

IV-1-1-4-Les maquis

Avec une superficie de 228 ha soit 22% de la superficie totale forêt, cette formation végétale est très représentée. Elle se localise surtout aux limites de la forêt. Les principales espèces qui la caractérisent sont le doum (*Chaeromops humilis*), l'asphodèle (*Asphodelus micracarpus*), l'asphodele (*Asphodelus fistulosus*) et le diss (*Ampelodesma mauritanica*) (fig. 29).



Figure 29 : Maquis dégradé (Forêt de Saadia)

Ces formations, ultime rempart naturel contre l'érosion sont rencontrées le plus souvent sur les sols caillouteux et les versants abrupts (région de Relizane). Le plus souvent, ces maquis sont utilisés comme terrains de parcours.

IV-1-2- Conclusion

Cette étude floristique a confirmé que la majorité de la superficie forestière de Saadia n'est constituée que par des matorrals et maquis dégradés. La série de chêne liège et chêne zeen ne représente qu'un faible pourcentage localisé surtout au versant Nord.

La combinaison des facteurs naturels et anthropique, conjugués aux fluctuations des précipitations, est à l'origine de l'occupation des sols par des formations naturelles où dominant des espèces adaptées aux conditions du milieu (Tayeb et Khéloufi, 2008). Dans notre cas, cette formation naturelle est composée de calycotome et cistes.

Dans notre contexte, l'écosystème de la forêt Saadia évolue régressivement. Cette situation se traduit le plus souvent par une répartition hétérogène de la végétation, dans l'ensemble caractérisée par une instabilité (Ferka zazou, 2006). Par ailleurs, la répartition des espèces forestières font ressortir deux tendances d'évolution, celle occupé par les chênes d'une superficie de 9% qui tend vers une régression tandis que les formations matorral et maquis d'une superficie d'environ 80% qui tendent à envahir toute la superficie de la subéraie. D'autre part Benabid, 2000, indique dans ses travaux de recherches que ces aspects de dégradation expliquent aussi l'absence de régénération naturelle dans la plupart des formations forestières, ce qui mettrait aussi en jeu l'avenir et la pérennité des peuplements forestiers.

IV-2- Caractérisation floristique

IV-2-1-Inventaire floristique

L'utilisation de la méthode de Braun-Blanquet (1932) a permis d'élaborer le tableau floristique suivant :

Tableau 21 : Relevés floristiques de la subéraie de Djebel Saadia (2008)

(**•**): absence, (**r**): une espèce, (+): espèce ayant un recouvrement faible, (**1**): recouvrement inférieur à 5%
(**2**): recouvrement entre 5% et 25%, (**3**): entre 25% et 50%, (**4**): entre 50% et 75%, (**5**): entre 75% et 100%

Les résultats exposés dans ce paragraphe ont été obtenus lors d'une campagne d'échantillonnage réalisée pendant les mois de mai, juin et juillet 2008. 33 relevés ont été effectués dans la forêt de Saadia. L'inventaire de la flore naturelle de la subéraie, établi dans le présent travail, compte 38 taxons appartenant à 20 familles (tableau 22).

Tableau 22: Principales espèces recensées

N°	Famille	Espèce
1	Fagacées	<i>Quercus suber</i> L
2		<i>Quercus ilex</i> L
3		<i>Quercus faginea</i> Lam
4		<i>Quercus coccifera</i> L
5	Arécacées	<i>Chamaerops humilis</i> L
6		<i>Ammi majus</i> L
7	Apiacées	<i>Eryngium tricuspdatum</i> L
8	Lamiacées	<i>Lavandula multifida</i>
9		<i>Lavandula stoechas</i> L
10	Liliacées	<i>Scilla maritima</i> L.
11		<i>Asphodelus fistulosus</i> L
12		<i>Asphodelus ramosus</i> L
13		<i>Asparagus acutifolius</i> L
14	Cupressacées	<i>Juniperus phoenicea</i> L
15		<i>Juniperus oxycedrus</i> L
16		<i>Tetraclinis articulata</i> Vahl
17	Ericarées	<i>Erica arborea</i> L
18		<i>Arbutus unedo</i> L
19	Fabacées	<i>Medicago sp</i> L
20		<i>Calycotome spinosa</i> L
21	Anacardiées	<i>Pistacia lentiscus</i> L
22	Pinacées	<i>Pinus halepensis</i> Mill
23	Myrtacées	<i>Myrtus communis</i> L
24		<i>Eucalyptus camaldulensis</i> Dehnh
25	Astéracées	<i>Scolymus hispanicus</i> L
26	Lauracées	<i>Laurus nobilis</i> L
27	Rhamnacée	<i>Ziziphus lotus</i> L

N°	Famille	Espèce
28	Cistacées	<i>Cistus sp L</i>
29	Thymelaeacées	<i>Daphne gnidium L</i>
30	Asteracées	<i>Inula viscosa (Dittrichia viscosa L)</i>
31		<i>Galactites elegans (Galactites tomentosa)</i>
32	Poacées	<i>Arundo donax L</i>
33		<i>Dactylis glomerata L</i>
34		<i>Avena sativa L</i>
35		<i>Ampelodesma mauritanica</i>
36	Oléacées	<i>Phillyrea media L</i>
37		<i>Olea europea oleaster L</i>
38	Rosacées	<i>Rosa sp</i>

IV-2-2-Diversité floristique

Pour évaluer la diversité de la végétation, nous avons calculé l'indice de diversité Shannon–weiner (Shannon, 1948 ; Shannon et Weaver, 1963). D'après Orth et Colette (1996), cet indice a des valeurs fortes pour des espèces avec des recouvrements de même importance et il prend des valeurs faibles lorsque quelques espèces ont de forts recouvrements. La valeur H est d'autant plus élevée que le nombre d'espèces est important et que la structure de dominance est faible (Meisser et Troxler, 2007).

L'indice de Shannon est basé sur les proportions d'espèces observées. Les valeurs calculées à partir des effectifs varient de 0.66 bit/ind à 2.26 bit/ind, cette diversité est faible avec une moyenne de 1.31bit/ind. Globalement, nous pouvons dire que les indices de diversité les plus faibles se situent aux formations de maquis (0.66 bit/ind), Cela indique la prédominance des espèces le doum (*Chaemerops humilis*) et le diss (*Ampelodesma mauritanica*) dans cette formation.

Des valeurs faibles de l'indice (0.79 bit/ind) a été aussi obtenu dans les limites de la subéraie (relevés 6 et 32), ce qui signifié que les facteurs anthropique en particulier le surpâturage et défrichement ont perturbé l'écosystème et de là la diversité floristique.

L'indice de Shannon est légèrement plus élevé dans les formations de forêt et matorral dense ; les plus fortes valeurs (2.13 à 2.26 bit/ind) ont été enregistrées aux stations (relevés 7, 8, 29), ces stations présentent un peuplement bien diversifier par rapport aux autres stations.

IV-2-3-Relation entre végétation et facteurs environnementaux

Pour établir la relation entre les variables environnementales et les espèces végétales dans la forêt de Saadia, nous avons opté pour l'analyse directe du gradient (l'analyse canonique des correspondances (ACC) (Ter braak, 1986).

IV-2-3-1-L'inertie de l'ACC sous contrainte et l'inertie de l'ACC non – contrainte

Le pourcentage d'inertie est représenté au tableau 23. Il est reparti entre l'ACC contrainte et l'ACC non-contrainte. L'ACC contrainte représente une partie d'analyse impliquant les variable explicatives par contre l'ACC non-contrainte représente l'analyse factorielle des correspondances des résidus de l'ACC contrainte.

Tableau 23 : L'inertie sous contrainte et l'inertie non -contrainte

	Valeur	%
Total	1,060	100,000
Contrainte	0,343	32,334
Non-contrainte	0,717	67,666

Nous constatons d'après ce tableau que l'ACC contrainte correspond à 32% de l'inertie totale. Cela confirme bien que les variables étudiées expliquent une bonne partie de la variabilité à l'intérieur du tableau de contingence.

IV-2-3-2- Valeurs propres et pourcentages d'inertie

Les résultats obtenus sont synthétisés dans le tableau 24.

Tableau 24: Les valeurs propres et pourcentages d'inertie

	F1	F2	F3
Valeur propre	0,202	0,065	0,029
Inertie contrainte (%)	59	19	8,511
% cumulé	59	78	86,511

L'examen des pourcentages d'inertie associés aux axes factoriels montre que les trois premiers axes expliquent 86% de l'ensemble de l'information.

L'analyse des valeurs propres de l'ACC permet d'expliquer la part de l'inertie qui est représentée par le premier axe (59%) et le second axe (19%), nous obtenons un cumul de 78% de l'inertie (fig. 30). Cela signifie que la représentation de l'ACC à deux dimensions est suffisante pour analyser les relations entre les sites, les espèces et les variables.

Le premier axe explique en lui seule 59% de la variabilité alors que le 2^{ème} axe ne présente que 19% de cette variabilité. Le premier axe est très bien corrélé aux données environnementales contrairement aux autres axes. Cela suppose que l'ensemble des données est sous l'influence d'un seul gradient dominant.

La projection des différentes variables environnementales (fig. 31) montre que deux groupes de variables s'opposent au premier axe : le premier groupe est positivement corrélé du premier axe. Il se compose de l'altitude et les précipitations. Le deuxième groupe est négativement corrélé à cet axe qui se compose de la température « M » et l'exposition. Les deux variables majeures conditionnant cet axe, bien qu'opposées l'une à l'autre, sont précipitations et la température «M». Pour le 2^{ème} axe, il y a deux variables liés a cet axe positivement : la pente et le type du sol.

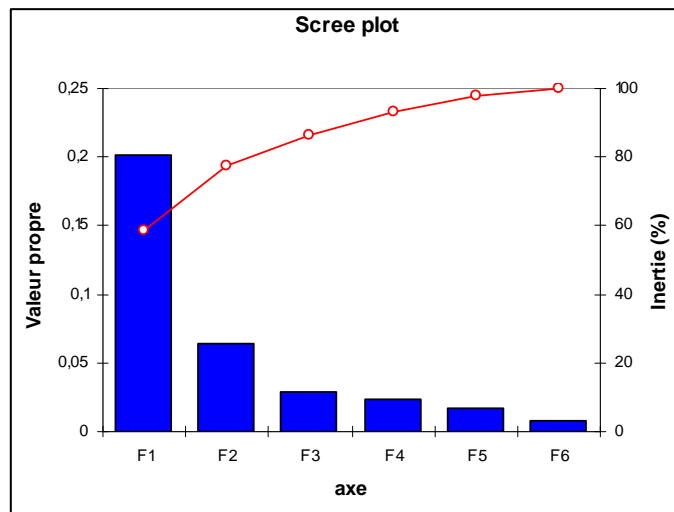


Figure 30 : Valeurs propres et pourcentages d'inertie (ACC)

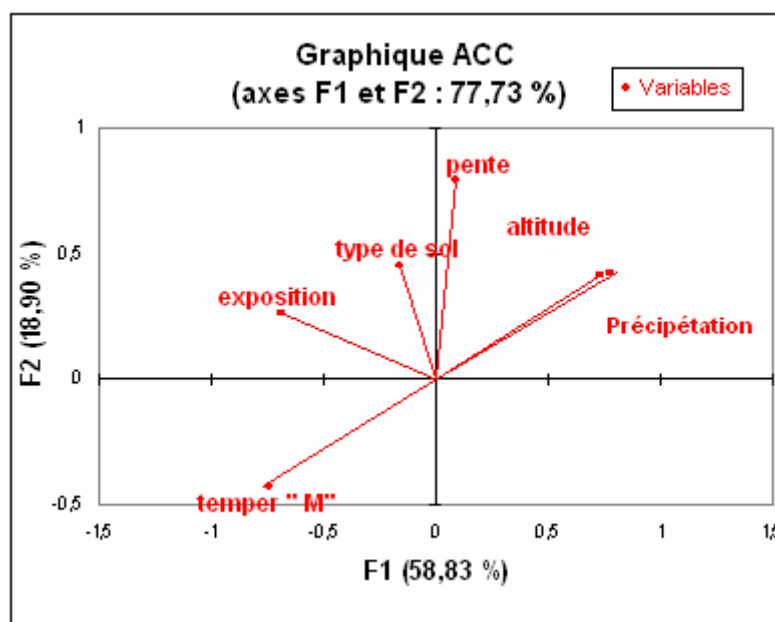


Figure 31 : La projection des variables environnementales sur axe 1 et 2

L'analyse canonique des correspondances montre que la distribution de la végétation forestière au niveau de la forêt de Saadia est fortement liée aux facteurs climatiques, l'altitude et l'exposition.

Nos résultats rejoignent ceux des Spittlehous et Stathers, 1989 et Stathers *et al.*, 1990 in Nezar kebaili, 2009 qui affirment que le facteur orientation agit sur le comportement des peuplements végétaux par le biais des composantes climatiques (précipitations, température). L'exposition Nord est plus arrosée et plus fraîche que celle Sud. Par ailleurs, avec la pente et la latitude, l'exposition exerce une influence majeure sur la quantité de lumière reçue au niveau du couvert végétal.

L'exposition nord est globalement favorable à la survie des semis naturels de cèdre et de chêne liège surtout pendant la période de jeunesse. Elle s'expliquerait entre autres par l'abondance relative des pluies et les températures relativement moins stressantes par rapport au faciès sud soumis aux vents chauds et secs (Nezar kebaili, 2009).

Tout comme l'exposition, l'altitude est un paramètre qui influence les précipitations et les températures. Leurs effets se répercutent sur le comportement des végétaux.

IV-2-3-3-Différenciation des ensembles des relevés et des espèces

Afin d'identifier les différentes unités de végétation, les échantillons sont séparés en groupes similaires selon leur contribution et leur coordonnées (voir annexe) sur les deux premiers axes de l'analyse des correspondances (ACC).

L'examen des cartes factorielles relatives aux axes 1-2 (fig. 32 et 33) a permis de constater une répartition intéressante des relevés et des espèces en plusieurs lots. Sur ces plans, on délimite la distribution des groupements particuliers, à savoir :

- ✓ Le groupe « **A** » qui rassemble les relevés : 9 ; 10 ; 31 contient les espèces suivantes : *Qercus faginea* ; *Erica arborea*, ce groupe est hautement positivement corrélé aux précipitations et l'altitude élevé.
- ✓ le groupement « **B** » qui individualise les relevés 11 ; 12 ; 24 ; 25 ; 26 renferme les espèces suivantes : *Chamaerops humilis* ; *Asphodelus fistulosus* ; *Asphodelus microcarpus*, *Ziziphus lotus* ; *Ammi majus* ce groupe est hautement positivement corrélé à l'exposition sud où les températures et l'insolation sont plus élevés.

✓ Le groupe « C » représenté par les relevés 1 ; 2 ; 3 ; 4 ; 5 ; 6 ; 7 ; 8 ; 13 ; 14 ; 15 ; 16 ; 17 ; 18 ; 19 ; 20 ; 21 ; 22 ; 23 ; 27 ; 28 ; 29 ; 30 ; 32 ; 33 englobe les espèces suivantes : *Quercus suber* ; *Quercus ilex* ; *Quercus coccifera* ; *Pistacia lentiscus* ; *Olea europea oleaster* ; *Calycotome spinosa* ; *Phillyrea media* ; *Pinus halepensis* ; *Juniperus oxycedrus* ; *Tetraclinis articulata* ; *Urginea maritima* ; *Arbustus unedo* ; *Lavandula multifida* ; *Lavandula stoechas* ; *Eryngium tricuspdatum* ; *Laurus nobilis* ; *Juniperus phoenicea*, *asparagus ocutifolus* , *Myrtus communis* ; *Cistus sp.*

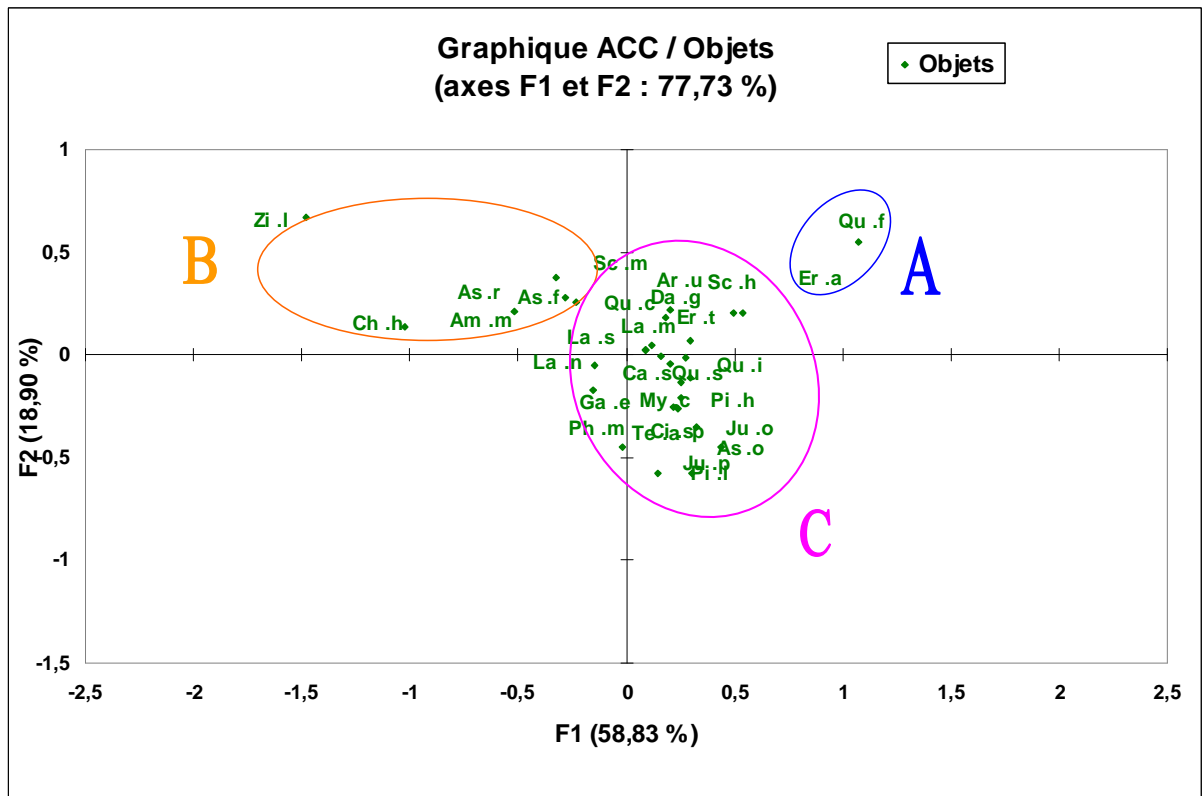


Figure 32: Plan factoriel des espèces (axe1 et 2)

Qu .f : *Quercus faginea*, Er .a : *Erica arborea*, Qu .s : *Quercus suber*, Qu .c : *Quercus coccifera*,
 Pi .l : *Pistacia lentiscus*, Ca .s : *Calycotome spinosa*, Ph .m : *Phillyrea media*, Ci .sp : *Cistus sp*
 Pi .h : *Pinus halepensis*, Ju .o : *Juniperus oxycedrus* , Am .m : *Ammi majus*, Zi .l : *Ziziphus lotus*
 As .f : *Asphodelus fistulosus*, As .r : *Asphodelus ramosus* Ch .h : *Chamaerops humilis*

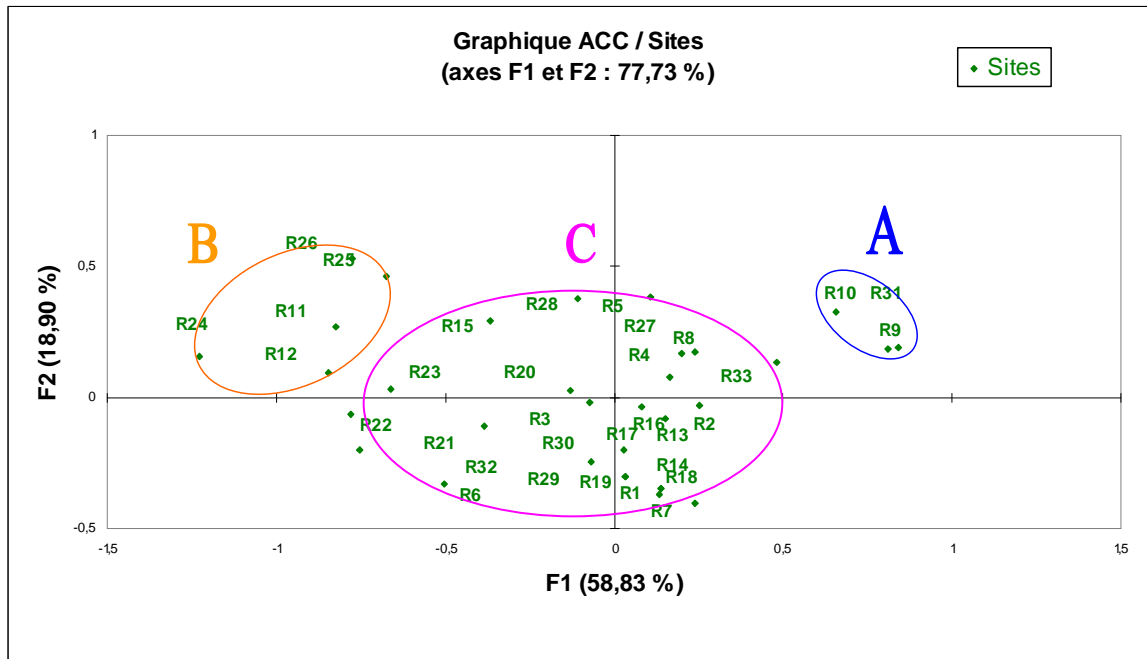


Figure 33 : Plan factoriel des relèves (axe1 et 2)

IV-2-3-4- Identification des groupements végétaux

Ozenda (1964) définit le groupement végétal comme « un ensemble de plantes réunies dans une même station, par suite d'exigences écologiques identiques ou voisines. La composition floristique en est relativement constante quand on compare entre elles des stations semblables. La répartition des communautés végétales reste déterminée en grande partie par leur relation avec les conditions offertes par le milieu où elles vivent.

Sur le plan factoriel relatif aux axes 1 et 2 (fig. 32 et 33), les relèves et les espèces s'organisent en trois groupes bien délimités. L'examen des relèves du groupe « **B** » montre qu'ils contiennent surtout des espèces indicatrices des milieux dégradés et pâturés tel que : *Chamaerops humilis*, *Ziziphus lotus*, *Asphodelus fistulosus*, c'est le groupement à « *Chamaerops humilis* ».

Le groupe « **C** » réunit des relevés à des altitudes supérieures à celles du groupement précédent (groupe **B**), ces relevés présentent des structures plus ou moins dégradées. Le chêne liège est l'espèce dominante dans ce groupe, c'est le groupement à « *Quercus Suber* ». Dans ce groupe les Cistacées réagissent vigoureusement en développant un matorral très dense parfois impénétrable. Il en résulte un déséquilibre dans les écosystèmes à chêne liège, qui entrave toute régénération de cette essence (Benabid, 2000).

Le groupe « A » réunit les relevés des hautes altitudes, contenant principalement du chêne zéen, ce dernier a une grande sensibilité aux précipitations qu'aux températures (Aloui, 1982 ; Raouane, 1985) et il est par contre indifférents à la nature physico-chimique du sol, son déterminisme est surtout bioclimatique (Achhal, 1986). Il est donc important de connaître l'écologie et la biologie de chaque unité de végétation pour la caractérisation des conditions stationnelles (Ababou *et al.*, 2009).

Le chêne liège dans ce groupe ne s'y présente qu'en situation secondaire, Cet ensemble ressort très nettement différencié, sur le plan factoriel (fig. 32 et 33) par rapport aux autres. C'est le groupement à « *Quercus faginea* ».

IV-2-4-Conclusion

Trois groupements émergent de cette analyse. Le groupement à *Quercus Suber* le plus important couvrant environ 50% de la superficie totale du subéraie de Saadia. Il est caractérisé par deux faciès. Un sous groupement à *Calycotome spinosa* et *Cistus sp* représentent un faciès de dégradation et est localisé dans la partie orientale et l'occidentale. Le sous groupement à *Pistacia lentiscus* et *Cistus sp* caractéristique d'un faciès de dégradation moyenne. Ce dernier constitue sans conteste une étape de la succession dynamique de chêne liège.

Le groupement à *Quercus faginea*, caractéristique des formations de falaises et des parois rocheuses. Cependant, sa position a permis le développement d'un cortège floristique riche telles que *Quercus faginea* ; *Quercus suber*. C'est notamment ce groupement qui confère à la forêt une valeur patrimoniale élevée.

Le groupement à *Chamaerops humilis* est un groupement de dégradation, situé essentiellement aux limites de la zone. En effet, l'exposition Sud conjuguées aux températures élevées ainsi les incendies répétés ont fortement contribué à la destruction et dégradation de ce groupement et par conséquent sur la subéraie.

Au sein de la forêt, la dégradation perturbe le couvert végétal en favorisant le développement des espèces allochtones au groupement potentiel, qui modifient le cortège floristique par conséquent la création d'autres structures qui diffèrent de celles des subéraie.

IV-3- Impact des variations climatiques sur le couvert forestier de la forêt de Saadia

Les changements climatiques qui sévissent dans la région d'étude posent énormes atteintes à l'environnement forestier. L'aridité croissante qui se manifeste par un bilan hydrique défavorable et une réduction de l'activité végétale tant sur le plan intensité et sur le plan durée sont considérés comme des facteurs amplificateurs de la dégradation végétal dans le milieu fragile de Djebel Saadia.

Depuis une trentaine d'années, la télédétection satellitaire constitue un outil moderne et efficace pour l'étude de l'état du couvert végétal. La télédétection a permis aussi d'ouvrir de larges perspectives pour des applications thématiques très variées (Minvielle et Souiah, 2003). Elle joue un grand rôle en matière des études diachroniques et des changements affectant les ressources naturelles d'une manière générale (Aafi, 2007).

La télédétection, considérée comme une source d'information complémentaire aux méthodes classiques, basées sur les enquêtes de terrain et sur les photographies aériennes, peut contribuer à la meilleure gestion des forêts. L'exactitude des classifications des essences forestières obtenues par l'analyse des images reste très variable (FAO, 1994 ; Hoffer et Lee, 1989 in Aafi, 2007, Saber *et al.*, 2007). Elle facilite notamment la surveillance permanente de la couverture végétale en permettant des analyses complexes de son évolution spatiale et temporelle, en relation avec les différents facteurs qui l'influencent.

Cette étude vise à exploiter les techniques de la télédétection spatiale afin d'étudier et évaluer l'état de la forêt dans cette région. Plusieurs auteurs (Hountondji *et al.*, 2004 ; Hountondji, 2008 ; Haddouche *et al.*, 2004 ; Benslimane *et al.*, 2008) ont considéré l'indice de végétation comme un bon indicateur du comportement de la végétation dans des milieux variés. Ainsi, notre hypothèse de travail considère que l'indice de végétation devrait permettre de comparer l'état de la végétation dans la zone d'étude. Une étude sur le comportement de l'indice de végétation dans la région pourrait alors contribuer à expliciter l'évolution du couvert végétal ainsi que les processus de dégradation.

IV-3-1-distribution annuelle des pluies

Le Houerou (1977) considère dans ces travaux que les précipitations exercent une action prépondérante pour la définition de la sécheresse globale du bioclimat. D'après les

données pluviométriques, nous remarquons que la région d'étude a connu durant la dernière décennie des cycles de sécheresse. Les plus marquée sont ceux qui s'étalent de 1988 à 1994 (fig. 34).

Il est important aussi de noter que l'analyse de l'évolution des conditions climatiques à Chlef entre les périodes 1913-1938 et 1980-2005 a révélé les changements majeurs suivants :

- ✓ la pluviosité durant la période (1980-2005) a diminué par rapport à la période de (1913-1938). Nous avons enregistré un déficit de l'ordre de 12.45% pour la région, Selon Tayeb et Khéloufi (2008), ce déficit agit sans aucun doute sur l'occupation des espaces et végétation. De plus, l'analyse climatique a révélé qu'à Chlef, 68% des précipitations annuelles sont inférieures à la valeur moyenne annuelle de la période (1913-1938).
- ✓ L'aridité du climat s'est accentuée où la durée de la saison sèche aurait augmenté de 25 jours entre 1913-1938 et 1980-2005. La station de Chlef est passée de l'étage semi-aride inférieur à hiver tempéré à l'étage aride supérieur à hiver tempéré.

La coïncidence entre les sécheresses et processus de dégradation mise en évidence par les images satellitaires permet de penser qu'il existe un lien direct de causalité entre les deux.

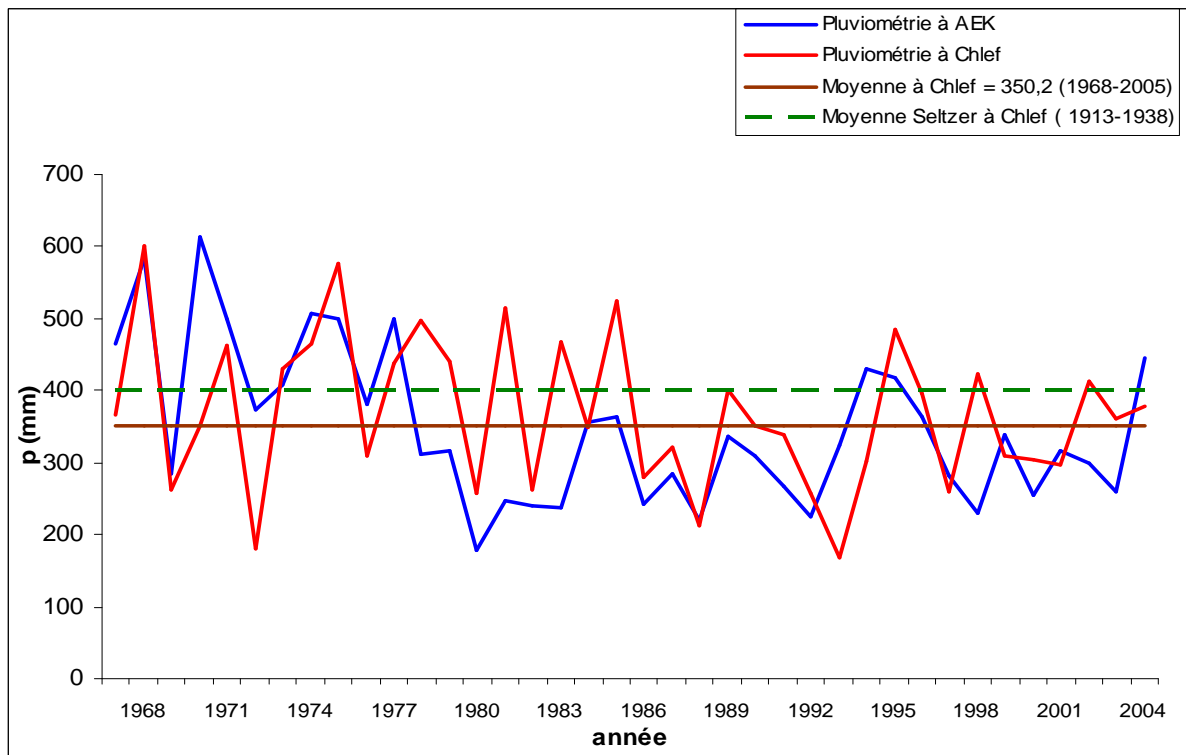


Figure 34 : Evolution des précipitations au cours du temps (1968-2005)

IV-3-2- Analyse de l'évolution du couvert végétal

IV-3-2-1-État de la végétation en 1987

Les différents résultats de classifications obtenus montrent la prédominance de l'indice de végétation moyen (plus de 60% de la superficie de notre zone d'étude est situé dans cette classe) où les valeurs de l'indice normalisé de la végétation (NDVI) s'échelonnent entre 0.17 et 0.30 (fig. 35). Ces résultats sont confrontés par les groupements de *Quercus suber* qui a bien mis en évidence les groupements moyennement dégradés.

Les valeurs élevées de l'indice normalisé de la végétation (NDVI) se localisent surtout à haute altitude (dépassant les 1000m) où les conditions climatiques sont favorables au développement de la végétation.

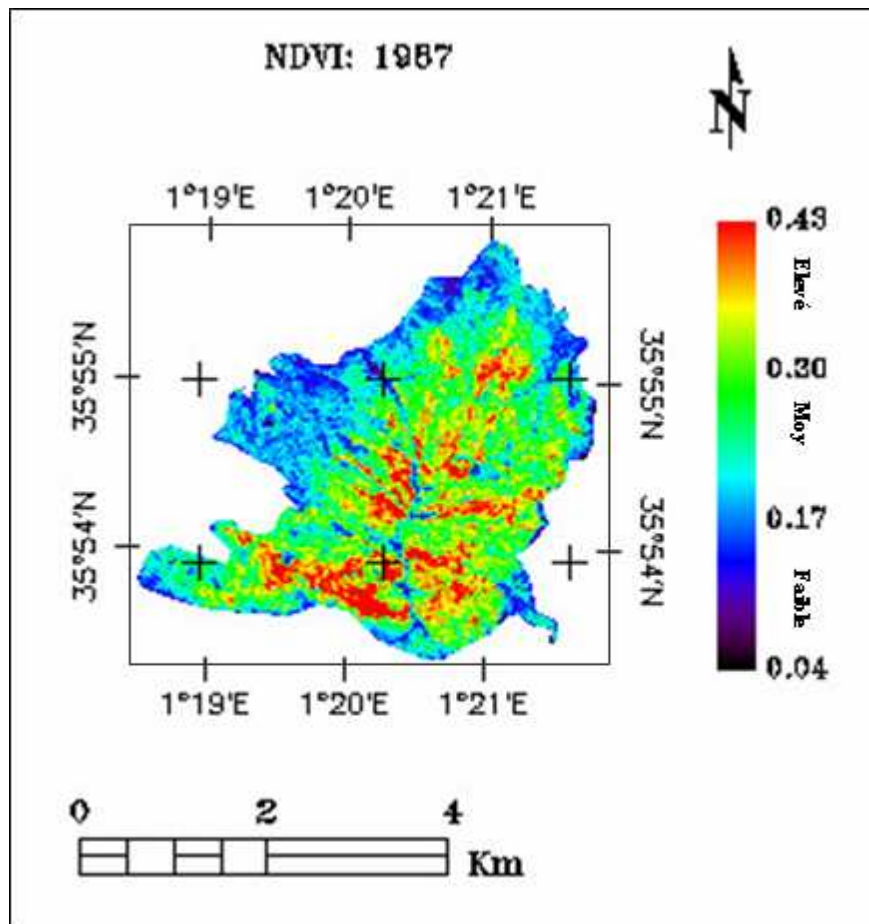


Figure 35: Carte de l'indice de végétation normalisé (NDVI) de 1987

IV-3-2-2-État de la végétation en 2007

Sur carte de l'indice de végétation de 2007, la classe dominante est toujours la classe moyenne de l'INDVI, ce qui explique que le couvert végétal a régressé entre 1987 et 2007 même s'il a connu une petite amélioration en quelques endroits par rapport à 1987.

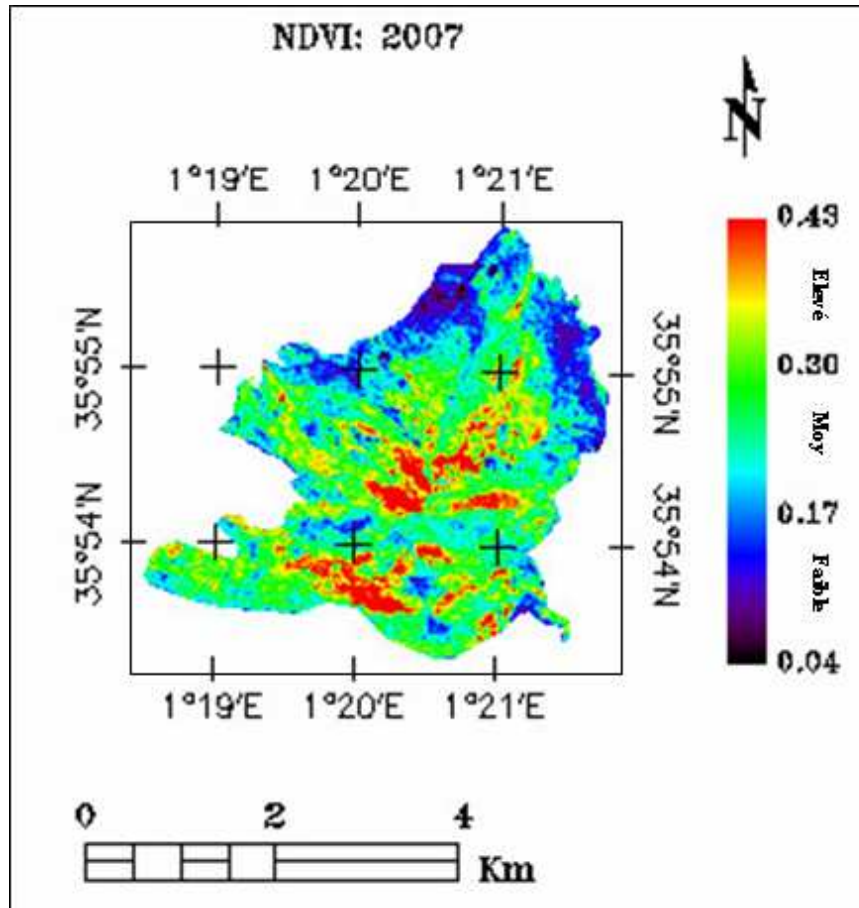


Figure 36 : Carte de l'indice de végétation normalisé (NDVI) de 2007

Sur ces deux cartes (fig. 35 et 36), nous observons :

- ✓ Des fortes valeurs de NDVI pour des sols à recouvrement végétal élevé correspondant aux groupements de chêne zéen qui se localisent au sommet de la montagne,
- ✓ Des valeurs de NDVI moyennes pour des sols à recouvrement végétal moyen correspondant aux groupements de végétaux de chêne liège,
- ✓ Des valeurs de NDVI faible pour des zones dénudées où se trouvent des maquis dégradés qui se localise aux limites de la subéraie.

Les résultats montrent des tendances tant à la dégradation qu'à la reconstitution de la végétation. Le codage en couleurs (fig. 35 et 36) nous a permis d'identifier facilement ces transformations dans le couvert végétal. Les hautes régions de la montagne montrent une forte évolution de cet indice. Cette évolution est liée surtout aux facteurs climatiques largement influencés par les précipitations assez importantes et l'absence de l'activité humaine dans cette zone. Par contre nous observons une dégradation de la végétation au Nord-Ouest et même au Nord-Est ce qui reflète l'exposition de cette zone aux incendies.

IV-3-2-3- Changements de l'indice normalisé de la végétation (NDVI) entre 1987 et 2007

L'analyse des images satellitaires Landsat (1987 et 2007) et les cartes de l'indice de végétation, conjuguées aux observations de terrain permettent de saisir les tendances d'évolution de la subéraie de Saadia et d'évaluer la rapidité des transformations des structures spatiales entre ces deux dates. Les résultats de cette diachronie, sont présentés dans la carte de changement de l'NDVI entre 1987 et 2007 (fig. 37).

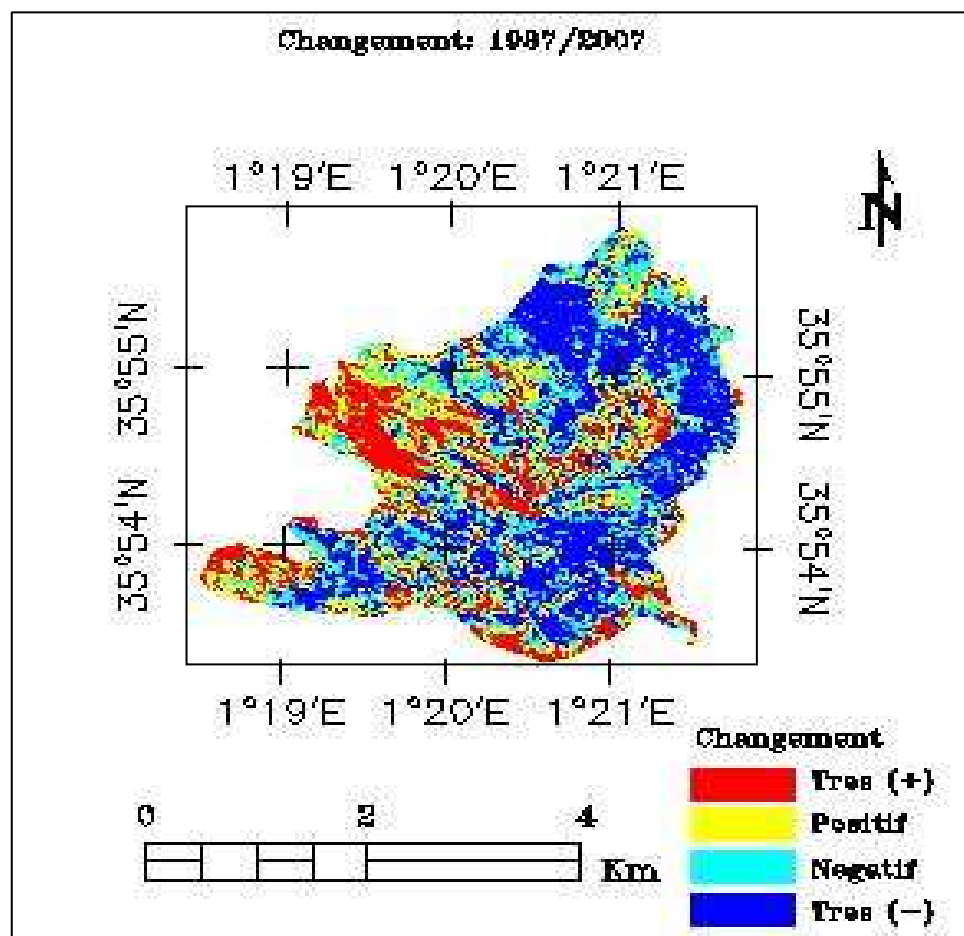


Figure 37 : Changements de l'indice normalisé de la végétation (NDVI) entre 1987 et 2007

Les changements obtenus par la technique des indices de végétation (fig. 37), les zones qui apparaissent en bleu sont celles qui ont connu une dégradation. Nous constatons aussi que la couleur bleue est dominante dans cette carte, même si celle-ci, apparaît avec des teintes rétrogradées. Ceci, se traduit par la diminution du couvert végétal entre 1987 et 2007, notamment vers le Nord-Est et le Sud-est de la subéraie.

Les différentes tendances enregistrées au niveau du NDVI pour la période 1987-2007 sont présentées dans le tableau 25. Il en résulte que 18% des superficies étudiées montrent une forte tendance positive et 20% des surfaces présentent une tendance modérée à la hausse. Par contre, 24% des superficies enregistrent une baisse modérée du NDVI et environ 38% des superficies analysés accusent une forte tendance à la baisse.

Tableau 25: Changements de l'indice normalisé de la végétation (NDVI) entre 1987 et 2007

Changement	Superficie (ha)	%
Très positif (+)	192.5	18
Positif	205	20
Négatif	255.5	24
Très négatif (-)	398	38

Ces résultats comme ceux d'Ioana-toroimac *et al.*, (2006), tiennent compte de la sensibilité de la végétation aux changements environnementaux. Elle est directement influencée par les variations climatiques et les activités humaines, comme c'est le cas de la subéraie de Saadia.

Par sa position dans la région méditerranéenne, la forêt est prédisposée à des périodes de sécheresse qui peut être longues. En effet elle est marquée par une grande variabilité interannuelle des précipitations couples à des températures élevées (qui dépassent les 35°C en période estivale) et aux vents provoquent une sécheresse au niveau de l'atmosphère et du sol par une évapotranspiration intense exposent ainsi les plantes à des conditions de stress hydrique sévère.

A côté des facteurs bioclimatiques, la forêt de Saadia comme la plupart des forêts algériennes sont vieilles, fragiles et grandement perturbées par une multitude d'utilisation par l'homme et son bétail. Cet impact d'origine anthropique est plus en plus croissant se traduit par :

- ✓ L'exposition répétée de cette zone aux incendies (plus de 300h de chêne liège a été ravagé par les feux ces dix dernières années) (fig. 38)
- ✓ Pâturages excessifs, ramassage systématique des glands et des coupes délictueuses (fig. 39)

Alors l'être humain agit sur les écosystèmes en modifiant leur composition floristique et par conséquent perturbe leur évolution et leur dynamique.



Figure 38 : dégâts causés par les incendies dans la forêt de Saadia



Figure 39 : Les exploitations irrationnelles et abusives de la forêt de Saadia
IV-3-3-Conclusion

Nos résultats montrent l'existence d'une dégradation importante de la forêt de Saadia, Nous notons aussi l'apparition de végétation clairsemée et même une extension des sols nus. Il s'agit d'un diagnostic révélateur de l'évolution régressive du couvert végétal. Cette régression est un indicateur du déclenchement du phénomène de déforestation de ces milieux naturels durant ces dernières décennies. Pour mieux étudier et évaluer le phénomène, ce travail mérite d'être poursuivi et approfondi par une étude de variabilité spatiotemporelle de la dégradation au sein de l'écosystème forestier de Djebel Saadia.

IV-4- Etat actuel de la forêt de Saadia

Au vu des résultats obtenus ; nous avons réalisé une carte de dégradation de la forêt (fig. 40). Cette carte à permit d'identifier les zones les plus sensibles, elle montre trois zones à l'intervention dans le cadre d'un aménagement ou de conservation de la subéraie.

✓ **Zone 1** : identifiée comme surfaces forestières destinées à la conservation, le groupement de chêne zeen et chêne liège dont le couvert végétal existant présente une densité suffisante permettant d'assurer une protection efficace du sol.

✓ **Zone 2** : identifiée comme surfaces forestières destinées à la reconstitution des matorrals, les surfaces qui ont une faible densité du couvert végétal, et qui sont sujettes au processus de dégradation.

✓ **Zone 3** : identifiée comme surfaces étant destinées au reboisement, qui ont une occupation actuelle différente de celle forestière et ont une vocation pour une reconversion en forêt dans un but de protection et fourrager.

Les résultats de la carte de dégradation (fig. 40) illustrés par le tableau 26 montrent que 14 % seulement des terres de la forêt de Saadia ne sont pas soumis à la dégradation. Par contre plus de 80 % des terres sont classées entre dégradées à moyennement dégradées. L'état critique de la forêt nécessite une intervention immédiate dans le sens de protéger et conserver cette subéraie.

Tableau 26 : Répartition des terres selon le niveau de dégradation

Unité homogène	Superficie (ha)	Pourcentage (%)	Affectation
1	148	14	Zone dégradée
2	385	36	Zone moyennement dégradée
3	525	50	Zone non dégradée
Total	1058	100	

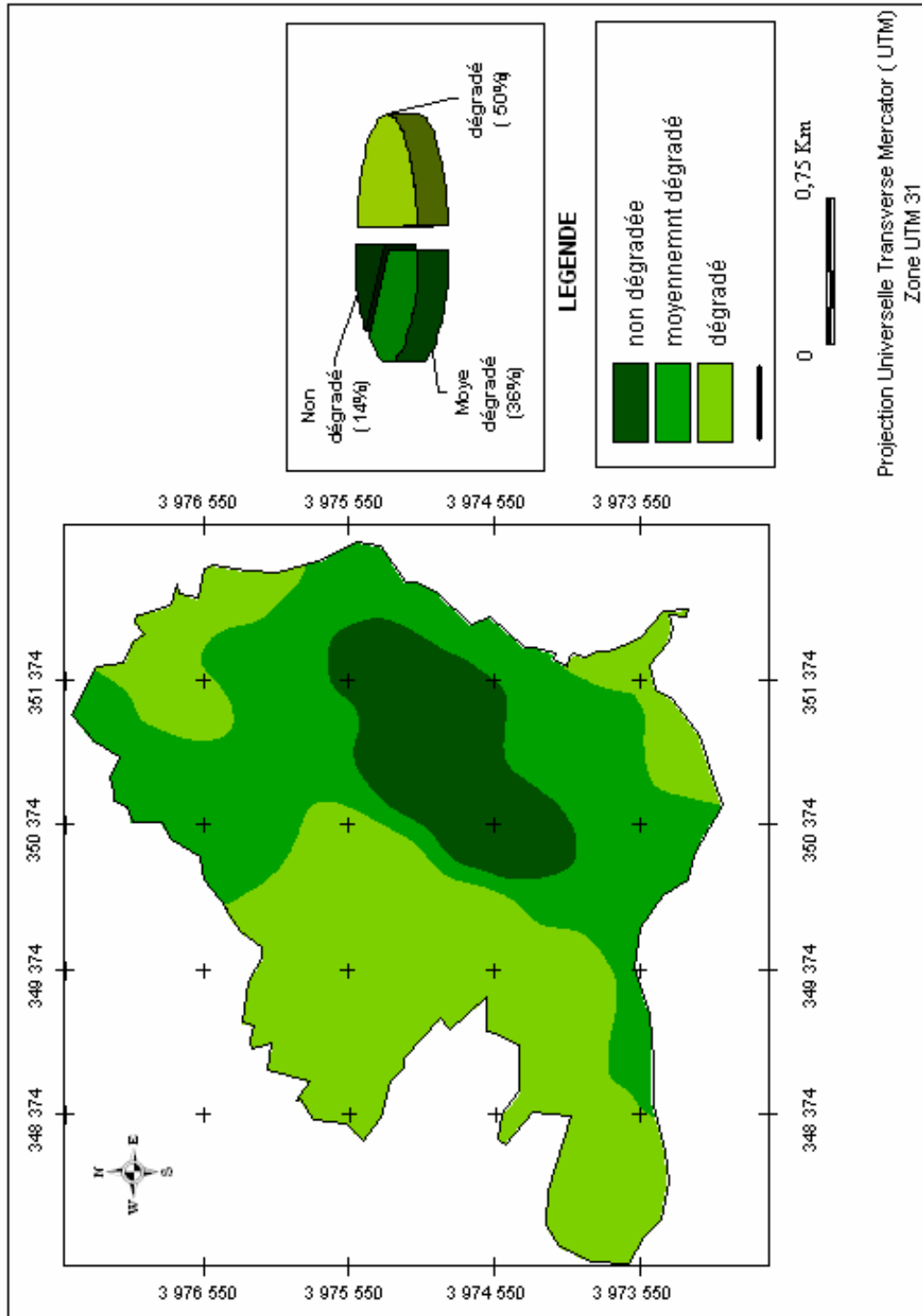


Figure 40: Etat actuel de la forêt de Saadia

Chapitre V :
Synthèse et discussion générale

V- Synthèse et discussion générale

L'approche méthodologique que nous avons utilisée pour la réalisation de cette étude est une combinaison des traitements statistiques (ACC), des techniques de la télédétection ainsi du système d'information géographique (SIG). Elle a permis d'obtenir des résultats indispensables pour la compréhension des effets de causalités de la dégradation du couvert forestier.

V-1-Niveau de dégradation

Le diagnostic écologique de l'état de la forêt montre que cet écosystème est dégradé et le plus souvent mal exploités. Il est actuellement entrain de subir les conséquences d'une anarchie et d'une mauvaise gestion de l'espace. Les résultats obtenus montrent que 80% des peuplements sont soumis à la dégradation. A travers les analyses effectuées sur ce milieu naturel, la forêt prend désormais la dénomination d'un matorral. L'évolution vers un matorral est la conséquence d'un déséquilibre écologique qui représente 51% de la superficie totale.

V-2-Origine de dégradation

La subéraie de Saadia est une des forêts nobles au Sud-est du massif du l'Ouarsenis c'est un écosystème fragilisé par des contraintes anthropiques ainsi des adversités climatiques rudes. Ces contraintes limitent l'évolution du couvert végétal et réduisent la diversité floristique. En effet les résultats obtenus par l'analyse canoniques des correspondances (ACC) ont montré que la distribution et la composition de la végétation est étroitement liée au gradient climatique, altitudinal et a l'exposition (le premier axe explique 59% de l'ensemble de formation). Il en ressort à travers cette analyse trois (3) unités de végétation, la première unité « **A** » représente un milieu non dégradée marqué par une diversité floristique surtout par la présence du chêne zeén. Cette unité est très hautement corrélée aux précipitations et aux altitudes élevées. Deuxième unité « **B** » indique la présence d'un milieu moyennement dégradé très marqué par des cistes qui constituent l'un des premiers stades arbustifs dans les milieux post-incendie (Robet, 1998), malgré ça reste l'unité la plus diversifié ($H' = 1.79$ à 2.32 bit/ind). La dernière unité « **C** » c'est l'unité la plus dégradé et la moins diversifié ($H' = 0.66$ à 0.90 bit/ind), elle est caractérisée par la prédominances des espèces de doum et diss. Cette unité est liée à l'exposition sud où les températures sont relativement élevées.

En plus des facteurs bioclimatiques, la forêt de Saadia compte parmi les forêts algériennes les plus vieilles, fragiles et fortement perturbés par une multitude utilisation anthropique (l'homme et son bétail).

Dans cette forêt aucune opération sylvicole n'est engagée depuis les années 70, beaucoup d'arbres sont en mauvaises états détruit par les riverains. En effet, la population riveraine ne cherche qu'à travers les délits de coupe, de surpâturage, qu'à satisfaire ses besoins de subsistance sans se soucier de l'équilibre écologique de l'écosystème. En plus de ces dégâts s'ajoute ceux des incendies, environs 300ha de chêne liège a été ravagé par les feux ces dix dernières années. L'homme façonne le paysage, sans une considération particulière ni de la vocation de l'espace, ni de l'équilibre écologique de la zone. Son action s'est exercée sur toute la forêt.

V-3-Forme de dégradation de la forêt

Quand un espace forestier subit une dégradation de son couvert végétal, il s'en suit une perturbation au niveau de son écosystème à travers sa faune et sa flore. Cette dégradation se traduit par :

- ✓ Une extension des formations de matorral et maquis qui présentent plus 70% de la superficie totale de la forêt par contre la chênaie occupée seulement (9%),
- ✓ Evolution régressive contenus de l'écosystème forestier à Saadia où l'étude diachronique réalisée, à l'aide les images satellitaires et les cartes de l'INDVI (1987-2007), a montré que 60% des superficies da la subéraie accuse une forte tendance à la régression,
- ✓ Changement du cortège floristique par la diminution des espèces forestiers tel que chêne vert et le chêne liège et chêne kermès et l'explosion d'autres espèces rustiques tel que le calycotome et les cistes,
- ✓ Une faible diversité biologique avec une moyenne de 1.31bit/ind où les valeurs les plus faibles (0.66bit/ind) se localisent aux formations de maquis,
- ✓ Diminution du taux de recouvrement (moins de 50%),
- ✓ Absence de régénération naturelle,
- ✓ L'épuisement physiologique des vieux sujets de chêne liège (l'âge des essences dépasse les 120ans),
- ✓ Des végétations clairsemes et même extension des sols nus.

V-4-Conservation et restauration de la subéraie de Saadia

Les atteintes sur cet écosystème forestier pourront atteindre un effet seuil de dégradation. Au-delà de ce seuil, la restauration devienne incertaine et la réhabilitation nécessite un financement très coûteux. Que faut-il faire devant une telle situation? Comment peut-on sauver cette forêt? Quel modèle d'aménagement peut-on appliquer à l'espace forestier pour empêcher toutes formes de dégradation et d'assurer la conservation pour garantir le développement durable de ces écosystèmes? Autant de questions pertinentes auxquelles il faut trouver une réponse pour agir au temps opportun.

Pour anéantir processus de dégradations, plusieurs disposition et mesures sont à prendre :

1-Un traitement sylvicole qui possède une extrême importance pour la conservation et la sauvegarde de cette forêt. Ils représentent un enjeu de taille pour le maintien de cet écosystème forestier en équilibre. Il comporte :

- un recépage visant à régulariser la densité, à déclencher le processus de rénovation naturelle et à diminuer la concurrence,
- des travaux visant à assurer le développement d'éléments jeunes. Dans les taillis en croissance, il faut pratiquer des opérations de nettoiements enlevant les rejets dominés, flexueux, déformés ou tarés et les arbres morts. Cette anticipation de l'élimination permet un développement plus rapide de la tige. L'éclaircie doit être effectuée dans chaque cépée au profit des beaux rejets.

2-Des travaux d'assainissement post-incendie :

- Repérage des arbres ayant une bonne chance de repartir et recéper les autres pour obtenir de vigoureux rejets,
- Nettoyage opéré par le feu pour dessoucher le maquis et prévenir sa repousse rapide ; stimuler ainsi le drageonnement du Chêne-liège pour sa régénération.

3-Protection urgente des espaces les plus dégradés pour favoriser la régénération du chêne-liège par la création de zones protégées.

4-Reboisement des maquis dégradés : le choix des essences de reboisement nécessite une étude approfondie basée sur des expérimentations dans les zones dégradées à conditions écologiques peu favorables.

5-Diminuer la charge pastorale et améliorer la productivité fourragère des écosystèmes ouverts au parcours.

Ces mesures doivent viser à la conservation, principal objectif et à la restauration de la forêt en la rendant plus efficace, moins fragile et l'intégrer dans son environnement. Quelle que soit le type de formation (forêt ou matorral), la notion de conservation doit passer en première position avant la notion de rentabilité. Il s'agit d'assurer la protection du capital végétal existant avant d'envisager son extension.

Conclusion générale

Conclusion générale

L'objectif principal de ce mémoire consiste à mettre en évidence l'impact des facteurs climatiques sur la dégradation de la forêt de Djebel Saadia. Cette dernière est un écosystème fragilisé par des contraintes climatiques ainsi anthropiques. Ces contraintes réduisent la diversité végétale et conditionnent la répartition spatiale de végétation forestière par la formation des unités de végétations sur les 1058 hectares que compte la forêt de Djebel Saadia.

A fin de répondre à cet objectif, l'approche méthodologique utilisée est basée sur une combinaison d'analyses faisant intervenir les traitements statistiques (ACC), la technique de la télédétection et le système d'information géographique.

Dans cet écosystème forestier, nous avons effectué 33 relevés floristiques totalisant 38 espèces pour étudier la végétation en relation avec les variables environnementaux. L'analyse canonique des correspondances (ACC) montre que la diversité et la distribution de végétation est étroitement liée au gradient climatique, altitudinal et à l'exposition (les deux premiers axes expliquent 78% de l'ensemble de formation). A travers cette analyse nous distinguons trois groupements de végétation, le premier est le groupement de *Quercus faginea* qui représente un milieu non dégradé marqué par une certaine diversité floristique. Il est localisé au sommet de la montagne. Le deuxième est celui du *Quercus Suber*. C'est un groupement moyennement dégradé couvrant environ 50% de la superficie totale de la subéraie. Le dernier groupement *Chamaerops humilis*, c'est le groupement le plus dégradé et le moins diversifié. Il est situé surtout en adret de la montagne (versant sud).

Les résultats obtenus à l'issue de cette étude, ont permis de renseigner sur l'état critique de la forêt où 80% des peuplements sont soumis à la dégradation. L'étude diachronique réalisée a montré que 60% des superficies de la subéraie accusent une forte tendance à la régression. Ces résultats ont abouti à mieux appréhender la dynamique de l'évolution du couvert forestier, face aux pressions anthropiques et climatiques.

La dégradation naturelle de la forêt est souvent associée à la de dégradation anthropique car l'activité humaine peut influencer considérablement sur sa vulnérabilité.

La séparation des causes naturelles et anthropiques est indissociable dans la mesure où les facteurs abiotiques et biotiques sont étroitement liés aux phénomènes météorologiques extrêmes. Les changements climatiques ont un effet sur l'accroissement de la fréquence, l'échelle et sur les points d'impact de la dégradation.

Les résultats obtenus mettent aussi en évidence les menaces qui pèsent sur la subéraie de Saadia. Elles sont continues et les mesures de gestion rationnelle et de conservation de ce patrimoine ne sont pas élaborées. Pour éviter les différents problèmes de dégradation, dont souffre la subéraie de Saadia, des actions de réhabilitations et de conservation devaient être envisagées rapidement :

- ✓ Traitements sylvicultures,
- ✓ Lutte anti-incendie, par la mise en place d'un dispositif anti-incendie par l'élargissement du réseau de pistes, de tranchés par feux et réserves d'eau,
- ✓ Reboisement des maquis dégradés par des essences adaptées aux conditions pédoclimatiques de la zone,
- ✓ Diminution de la charge pastorale,
- ✓ Lancement des campagnes de formation et de sensibilisation de la population locale et des usagers sur l'intérêt patrimonial et l'utilisation rationnelle des forêts afin d'en assurer sa pérennité.

Enfin, la forêt de Saadia comme celle de la plupart des forêts algérienne fait face aux enjeux d'une gestion multifonctionnelle. Sa gestion durable nécessite de mettre en valeur les espaces du point de vue écologique, en tant que richesse économique et un bien social. Quatre enjeux majeurs sont distingués :

- ✓ Un enjeu écologique (environnemental) : préserver les écosystèmes et leur biodiversité ce qui implique une connaissance de la structure et du fonctionnement des écosystèmes,
- ✓ Un enjeu foncier : conserver la forêt, stabiliser/augmenter les surfaces et valoriser toutes les ressources ce qui implique tout un développement local,
- ✓ Un enjeu social : gérer les conflits d'intérêt face à la pluralité des usages ce qui implique un processus participatif et de partenariat,
- ✓ Un enjeu économique : exploiter rationnellement sans détruire ce qui implique un processus de négociation et une co-viabilité entre écosystèmes et usagers.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- 1-Aafi N., 2007** - Etude de la diversité floristique de l'écosystème de chêne-liège de la forêt de la Mamora. Thèse doctorat. Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II. Maroc. 189p.
- 2-Ababou A., Chouieb M., Khader M., Mederbal K., Bentayeb Z et Saidi D., 2009** - Analyse des associations végétales de la plaine salée du Bas-Cheliff, Algérie. Acta Bio, 38 (1-2). pp : 75-91
- 3-Abdendi Z., 2003** - Le dépérissement des forêts au Maroc : analyse des causes et stratégie de lutte. Science et changements planétaires / Sécheresse. Volume 14, Numéro 4,9. pp : 209-218.
- 4-Abric E.F., 1974** - Pertes dues au passage du feu et dépréciation des bois brûlés. Rev. Frest. Franç., N° Spécial : Les incendies des forêts. pp : 207-211.
- 5-Achhal A., 1986** - Etude phytosociologique et dendrométrique des écosystèmes forestiers du bassin versant du N'fis (Haut Atlas Central, Maroc). Thèse d'état, Fac. St. Jérôme, Marseille, 204 p.
- 6-Aloui A., 1982** - Recherches dendroclimatologiques en kroumirie (Tunisie). Thèse de Docteur Ingénieur, Fac. St. Jérôme, Marseille, 109 p
- 7-Amandier L., 2002** - La subéraie : biodiversité et paysage. [En ligne]. Vivexpo : biennale du liège et de la forêt méditerranéenne. Colloque biodiversité et paysage, 21 mai 2002, Vivès, (Perpignan). www.vivexpo.org/foire/images/amandier.doc. [Consulté août 2009]
- 8-Angelsen A., 2008** - Moving Ahead with REDD Issues, Options and Implications. CIFOR. Bogor. http://www.cifor.cgiar.org/publications/pdf_files/Books/BAngelsen0801.pdf
- 9-Bagnous F. et Gausson H., 1953** - Saison sèche et indice xérothermique. Bull. Soc.Hist. Nat., Vol 8, pp : 193-239.
- 10-Bedrani A., 1993** - La place des zones steppiques dans la politique agricole algérienne. Séminaire sur la désertification et l'utilisation des sols dans le bassin méditerranéen. Almeria. Espagne. pp : 15-17.

Références bibliographiques

- 11-Benabdeli K., 1996** - Aspects physionomico-structuraux et dynamique des écosystèmes forestiers faces à la pression anthropozoogène dans les monts de Tlemcen et les Monts de Dhaya. Algérie occidentale. Doct. Es-sci. Univ. Djilali Liabes de Sidi BelAbbés. 356p+ annexes.
- 12-Benabid A., 1982** - Etudes phytoécologique, biogéographique et dynamique des associations et séries sylvatiques du Rif Occidental (Maroc). Thèse de doctorat. Faculté des sciences St Jérôme, Aix Marseille III, 199 p.
- 13-Benabdeli K., 1998** - Impact socio-économique et écologique de la privatisation des terres sur la gestion des espaces et la conduite des troupeaux: cas de la commune de Telagh (Sidi Bel Abbés, Algérie). Rev. Opt. Médit. CIHEAM. pp : 185-194
- 14-Benabid A., 1989** - Ecologie, conservation et restauration des subéraies. Formation continue à l'ENFI. pp :26-30
- 15-Benabid A., 2000** - Flore et écosystème du Maroc : évaluation et préservation de la biodiversité. Ibis Press, Paris. 357 p.
- 16-Ben jamaa M.L. et Abdelmoula K., 2004** - les feux de forêt dans la subéraie tunisienne (en ligne).Vive: biennele du liège et de la forêt méditerranéenne. Colloque le chêne : liège face au feu. le 18 / 06/ 2004 .Vives (Perpignan). [Consulté en Mai 2009]. www.institutduliege.com/colloque2004/Ben_Jamaa.pdf.
- 17-Ben jamaa M.L, Abid H et Nouioui M., 2006** - Impact de la gestion du liège sur l'économie rurale et les incendies des forêts en Tunisie.[En ligne]. Colloque Vivexpo 2006: L'Homme et le liège.[Consulté en Mai 2009] www.institutduliege.com/colloque2006/BenJamaa.pdf
- 18-Benmessoud H., Kalla M. et Driddi H., 2009** - Evolution de l'occupation des sols et désertification dans le Sud des Aurès (Algerie). Revue M@ppemonde N° 94. pp : 1-11
- 19-Benslimane M., Hamimed A., El Zerey W., Khaldi A et Mederbal K ,2008** - Analyse et suivi du phénomène de la désertification en Algérie du nord, VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement. Volume 8 Numéro 3 / décembre 2008, [En ligne], le 18 février 2009. URL : <http://vertigo.revues.org/6782>. Consulté le 23 Août 2009.
- 20-Benyacoub S., Louanchi M., Baba Ahmed R., 1998** - Plan directeur de gestion du Parc National d'El Kala et du complexe des zones humides. Projet GEF (Global Environment Facility)- Banque Mondiale. 220 p + 28 cartes.

Références bibliographiques

- 21-Benzecri J.P., 1973** – L'analyse des données. Tome 1. La taxinomie. Ed. Dunod. Paris.675 p.
- 22-Berchiche T., 1986** - Contribution à l'étude socio-économique de la forêt algérienne. Thèse magister Science agronomique : INA d'Alger. pp : 39-51.
- 23-Borcard D., 2009** - Introduction à l'analyse multidimensionnelle. Dép. de sciences biologiques, Université de Montréal. Canada .pp :45.
- 24-Bottner P., 1981**- Evolution des sols et conditions bioclimatiques méditerranéennes. Ecologia Mediterranea. Tome VIII.Fasc.1/2 Marseille. pp : 115-134.
- 25-Bouaoune D., 1996** - contribution à l'étude floristique des étages de végétation de l'Atlas Blideen (phytoécologie, phytosociologie et déterminisme climatique).thèse de magister .USTHB. pp : 26.
- 26-Boudy P., 1955** - Economie forestière Nord Africaine. Tome IV. Description forestière de l'Algérie et de la Tunisie. Paris : Larose. 481 p.
- 27-Bradford K.J. et Hsiao T.C., 1982** - Physiological responses to moderate water stress. In : Lange OL, Nobel PS, Osmond CB, Ziegler H, eds. Encyclopedia of Plant Physiology. Physiological Plant Ecology I. New series V12 B. Berlin ; Heidelberg ; New York : Springer-Verlag. pp : 263-324.
- 28-Braun-blanquet J., 1952** - Les groupements végétaux de la France méditerranéenne. Montpellier : CNRS. 297 p.
- 29-Chessel D., Lebreton J. D. et Yoccoz N., 1987** - Propriétés de l'analyse canonique des correspondances. Une utilisation en hydrobiologie. *Revue de Statistiques Appliquées* 35(4).pp : 55-72.
- 30-Coque R., 1977** - Géomorphologie. Ed. Armand collin.Paris. 452p.
- 31-Cornet A., 2002** - La désertification un problème d'environnement, un problème de développement. Résumé de la conférence Agro Museum.29 Juin 2002.
- 32-Daget Ph., 1977** - Espèces indicatrices et leur valeur caractérisante vis à vis du milieu, *Nat Monspel Serie Bot* 27. pp : 151-166.
- 33-Debrach J., 1953** - Notes sur les climats du Maroc occidental, Maroc médical, 32 (342). pp : 1122-1134.
- 34-Djebaili S., 1984** - Recherche phytocosiologiques et écologiques sur la végétation des hautes plaines steppiques et de l'Atlas saharien algériens thèse .Office des publications universitaires.177 p + Annexes.

Références bibliographiques

- 35-DGF., 2007** - indicateur forestiers. (En ligne) [Consulter en mars 2008]
www.dgf.org.dz
- 36-DGF, 2008** - Bilan de la campagne de prévention et de lutte contre les feux de forêts.
Ministère d'agriculture et développement rurale. Direction générale des forêts.
30p.
- 37-Duchauffour P., 1977** - Pédologie et classification. Ed Masson. Paris. 471p.
- 38-Elena M. et Santiago R., 2006** - Arguments pro subéraies, liège et bouchon de liège
et contre les bouchons en plastique et aluminium. IPROCOR. 4 p.
- 39-Emberger L., 1955** - une classification biogéographique des climat .Trav .Lab .Bot
.Zool Fac .Sci .Serv .Montpellier 7. pp : 3-43.
- 40-FAO., 1994** - Evaluation des ressources forestières1990: résumés par pays. FAO,
Rome.40p.
- 41-FAO., 2000** - L'Etude prospective du secteur forestier en Afrique. Rapport FAO,
FOSA. 60 p.
- 42-FAO., 2001** - Global Forest Resources Assessment FRA 2000 – Main report. Rome.
<http://www.fao.org/forestry/fra2000report/en/>
- 43-FAO., 2006** - Choosing a Forest Definition for the Clean Development Mechanism.
Forests and Climate Change Working Paper4.
<http://www.fao.org/forestry/media/11280/1/0/>
- 44-Faye M.J., 1963** - Milieu Géographique et agronomique de l'Algérie. Stage de
Préparation au travail volontaire de la jeunesse (Cheraga),pp : 21-23
- 45-Ferka Zazou N., 2006** – Impact de l'occupation spatio-temporelle des espaces sur la
conservation de l'écosystème forestier. Cas de la commune de Tessala. Wilaya de
Sidi Bel Abbés. Algérie. Thèse magister. Université Aboubekr Belkaid. Tlemcen.
164p.
- 46-Frontier S. et Pichod-Viale D., 1983** - Ecosystèmes: structure, fonctionnement,
évolution. Dunod. Paris. 447p.
- 47-Ghazi A. et Lahouati R., 1997** - Algérie 2010. Sols et ressources biologiques. Inst.
Nat. Etudes de Stratégie Globale. 45p.
- 48-Grall J. et Hily C., 2003** - Traitement des données stationnelles. Fiche technique
Ifremer REBENT. 4 p.
- 49-Greco J., 1966** - L'érosion, la défense et la restauration des sols. Le reboisement en
Algérie. Pub. Ministère de l'agriculture et de la réforme agraire. 393p.

Références bibliographiques

- 50-Haddouche I., Mederbel K., Bouazz M et Benhanifia K., 2004** - Utilisation de la télédétection pour l'étude de la déforestation. Cas de la région de Djelfa. Colloque Méditerranéen sur la Gestion Durable des espèces Montagnard. Séminaire de la terre et agronomie .Université Tlemcen .10-11 Oct 2004. 10p.
- 51-Hountondji Y.C., 2008** - Dynamique environnementale en zones sahélienne et soudanienne de l'Afrique de l'Ouest : Analyse des modifications et évaluation de la dégradation du couvert végétal. Thèse doctorat. FAC DES SC. Université de lège.153p.
- 52-Hountondji Y.C., Ozer P. et Nicolas J., 2004** - Mise en évidence des zones touchées par la désertification par télédétection a basse résolution au Niger. *Cybergeo* : Revue européenne de géographie, N° 291, 10 novembre 2004. 18p.
- 53-Ikermoud M., 2000** - Evaluation des ressources forestières nationales. DGF. Alger. 39 p.
- 54-Ioana-toroimac G., Zaharia L., Sylvain Bigot et Beltrando G., 2006** - Activité végétale et caractéristiques hydroclimatiques en dobroudja (roumanie) : l'apport des données spot-4 végétation. *Télédétection*, 2006, vol. 6, n° 3. pp : 195-204
- 55-Khatib A., 1995** - Etude de la monographie du district de O.B.A.E.K. conservation des forêts de chlef .36p.
- 56-Khelifi H., 1987** - Contribution à l'étude phytoécologique et phytosociologique des formations à chêne liège dans le Nord est algérien. Thèse de magister. Univ. Sci Technol H Boumediene. Alger. pp : 65-69.
- 57-Kramer P.J., 1983** - Water relations of plants. New York : Academic Press. 489 p.
- 58-Lacoste A et Salanon., 2001** - Eléments de biogéographie et d'écologie. pp : 80-81. 2^{ème} édition Nathan. Paris.
- 59-Lebreton J.D., Chessel D., Prodon, R. et Yoccoz N., 1988a** - L'analyse des relations espèces-milieu par l'analyse canonique des correspondances. *Acta Oecologica* 9(1): 53-67.
- 60-Lebreton J.D., Richardot-Coulet M., Chessel, D. et Yoccoz, N., 1988b** - L' analyse des relations espèces-milieu par l'analyse canonique des correspondances.II Variables de milieu quantitatives. *Acta Oecologica* 9: pp : 137-151.
- 61-Le houerou H.N., 1968** - La désertification du Sahara septentrional et des steppes.
- 62-Le houerou H.N., Claudin J et Pouget M., 1977** - Etude bioclimatique des steppes algériennes avec une carte bioclimatique au 1/100.000.Bull. Soc. Hist. Nat. Afri. Nord. pp : 36-40.

Références bibliographiques

- 63-Le houerou H.N., 1980** - L'impact de l'homme et de ses animaux sur la forêt méditerranéenne. Forêt méditerranéenne, tome 2, n° 1. pp : 31-44.
- 64-Le houerou H.N., 1993** - Changements climatiques et désertisation. Rev. secheresse; Vol. 4. pp : 95-111.
- 65-Le houerou H.N., 1995** - Bioclimatologie et biogéographie des steppes arides du nord de l'Afrique. Opt. médit., série, Bull. n°10, CIHEAM, Montpellier. 396p.
- 66-Legrain M., 2002** - Dictionnaire encyclopédique. Ed Larousse. France. pp : 325, 1119, 1253.
- 67-LESCOMPLEKT., 1983** - Etudes et projets pour la mise en valeur des terres, aménagement des forêts et parcs nationaux dans le massif OUARENIS, schéma directeur d'aménagement. Rapport. Vol I. 326 p, Vol IA 354p. Secrétariat d'état aux forêts et la mise en valeur des terres.
- 68-Maarel Van Der E., 1975** - The Braun-Blanquet approach in perspective vegetatio, 30(3), pp : 213-219.
- 69-Madani T., 1993** - Complémentarité entre élevages et forêts, dans l'est algérien : fonctionnements et dynamiques des systèmes d'élevage dans le massif des Beni Salah. Thèse de Doctorat, Université de Montpellier (France). Tome 1. pp: 1-14.
- 70-Madani T., Hubert B., Lasseur J. et Guérin G., 2001** - Association des bovins, des ovins et des caprins dans les élevages de la subéraie algérienne. Agricultures : Cahier d'études et de recherches francophones, vol. 10, n°1.pp : 9-18.
- 71-Madou A., 2002** - Les incendies de forêt en Algérie. Historique, bilan et analyse. Forêt Méditerranéenne, tome 23, n° 1. 23 p.
- 72-Meisser M. et Troxler J., 2007.** Effet du niveau de chargement sur la composition botanique d'un estivage jurassien. Revue suisse Agric. 39 (2).pp : 67-71.
- 73-Mercier P., 1988** - Approche méthodologique de l'étude des relations entre la structure du peuplement ligneux et la végétation du sous-bois. laboratoire de biométrie. Université Lyon. Revue: Ann. Sci. For ,45 (3). pp: 275-290.
- 74-Mezali M., 2003** - Forum des Nations Unies sur les forêts (3ème session, Genève). Alger :Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural et Direction Générale des Forêts. 9 p.
- 75-Mhiri O. et Benchekroun F., 2006** - Les écosystèmes forestiers et préforestiers : situation, enjeux et perspectives pour 2025. pp : 408-410.

Références bibliographiques

- 76-Missouni A., Mederbal K. et Benabdelli K., 2002** - Apport des systèmes d'information géographiques dans la prévention et la lutte contre les incendies de forêts : Exemple de la forêt de Kounteidat, Algérie. *Forêt méditerranéenne*, tome 23, n° 1, 11 p.
- 77-Minvielle E et Souiah SA., 2003** - L'analyse statistique et spatiale. Éditions du Temps, Nantes. 284 p.
- 78-Montero G. et Canellas I., 1998** - Salviculturay gestion soslenible de sistemas forestales, Actas de Los Primeros Encuentos Cientificos del parque natural de Penalara, 29-31 Mai. Conserjeria de Medio Ambienté de Madrid.
- 79-Nezar kebaili M., 2009** - Influence de quelques variables du milieu sur la régénération naturelle du cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti) dans le massif de Belezma (Batna). Mémoire de magister. Université de Batna. pp: 73.
- 80-Nsibi R., Souayah N., Khouja L.M., Khaldi A. et Bouzid S., 2006** - Impacts des facteurs biotiques et abiotiques sur la dégradation de subéraie tunisienne . *Deo-Ac-Trop* 30-1. pp : 25-34.
- 81-Orth, D. et Colette M.G., 1996** - Espèces dominantes et biodiversité: Relation avec les conditions édaphiques et les pratiques agricoles pour des prairies des marais du cotentin. *Ecologie*, 1996. 27, 3, .p :171-189.
- 82-Ouelmouhoub S., 2003** - Contribution à l'étude des subéraies de la région d'El Kala : dynamique post-incendie des successions végétales et leur biodiversité. Thèse Magister INA Alger. 88 p + annexes.
- 83-Ouelmouhoub S., 2005** - Gestion multi-usage et conservation du patrimoine forestier : cas des subéraies du Parc National d'El Kala (Algérie). Thèse de Master de l'Institut Agronomique Méditerranéen de Montpellier. 127 p.
- 84-Ozenda P., 1964** - Biogéographie végétale. Doin. Paris, 374 p.
- 85-Plaisance G., 1974** - Conséquences des incendies. *Rev. Frest. Franç.*, N° Spécial : Les incendies des forêts. pp : 207-211.
- 86-Prodon R. et Lebreton J.D., 1994** - Analyses multivariées des relations espèces-milieu: structure et interprétation écologique. *Vie Milieu* 44(1). pp : 69-91.
- 87-Putod R., 1962** - Moyens complémentaires de la lutte contre l'érosion dans le cadre de la rénovation rurale. *Ann. du centre Algérien de recherche et d'expérimentation forestière* n°1. Dec. 1962.
- 88-Quézel, P. et Santa S., 1962-1963** - Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Tome I et Tome II. CNRS, Paris, 1087 p.

Références bibliographiques

- 89-Quézel P. et Barbero M., 1990** - Les forêts méditerranéennes, problème posés par leur signification historique, écologique et leur conservation. Acta botanica Malacitana, n°15. pp : 145-178.
- 90-Quézel P. et Médail F., 2003** - Ecologie et biogéographie des forêts du bassin méditerranéen. Elsevier, Paris. 592 p.
- 91-Raouane L., 1985** - Etude écologique du chêne zéen du Rif occidental et du moyen Atlas au Maroc. Thèse de 3 ème cycle .Fac. St. Jérôme, Marseille. 125p.
- 92-Robles C., 1998** -Fonctionnement des cistaies à *Cistus albidus L.* et *Cistus monspeliensis L.* en Provence calcaire et siliceuse à travers la mesure des réactions écophysiologicals. Thèse nouveau doctorat. Université d'Aix-Marseille1. France. pp : 95-109 .
- 93-Roose E., Arabi M., Chebbani R., Mazour M. et Morsli B., 1998** - Les montagnes méditerranéennes d'Algérie. Impact de l'intensification de l'agriculture de montagne sur l'environnement et les revenus. Rev. OSTROM, n°56. pp : 26-27.
- 94-Saber E., Rhazi M. et Rhazi L., 2007** - Cartographie forestière par télédétection : Cas de la forêt de chêne-liège de Benslimane (Maroc). Actes du colloque Géoflore 2007 : Cartographie de la flore, de la végétation et des milieux. [Consulté en Août 2009] www.nancy.inra.fr/collectif/floraine/textes/Saber.pdf
- 95-Saccardyl., 1949** - Note générale sur la lutte contre les érosions des sols en Algérie. Rev. Terre et eaux n°9, Alger. pp : 7-8.
- 96-Salami Y., 2005** - La filière liège en Algérie, c'est un marché de l'ordre de trente millions de dollars. Elle demeure cependant sous-exploitée, en proie à l'anarchie, Journal : La Tribune le 16-02-2005.
- 97-Schoene D., Killmann W., von Luepke H. & Loyche Wilkie. M., 2007** - Definitional Issues Related to Reducing Emissions from Deforestation in Developing Countries.FAO Forests and Climate Change Working Paper 5. Rome. <http://www.fao.org/docrep/009/j9345e/j9345e00.htm>
- 98-Seigue A., 1985-** La forêt circum-méditerranéenne et ses problèmes. Techniques agricoles et productions méditerranéennes. G.-P. Maisonneuve et Larose. 502 p.
- 99-Seltzer P., 1946** - Le climat d'Algérie. Travaux de L'institut de météorologie et de physique du sol .Université d'Alger. 219p.
- 100-Shannon C.E., 1948** - A Mathematical Theory of Communication. The Bell System Technical Journal **27**, pp : 379–423, 623–656.

Références bibliographiques

- 101-Shannon C.E. et Weaver W., 1963** - The Mathematical Theory of Communication. University of Illinois Press .
- 102-Simula M., 2009** - Vers une définition de la dégradation des forêts: analyse comparative des définitions existantes. Document de synthèse.110p.
- 103-Stewart P.H., 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.
- 104-Tayeb S. et Khéloufi B., 2008** - Contribution à l'étude de la dynamique de l'occupation des sols de la plaine de la Macta (Algérie) à l'aide de la télédétection et des systèmes d'information. C. R. Biologies 331 (2008). pp : 466-474 [Consulté en janvier 2009] <http://www.sciencedirect.com/>
- 105-Ter Braak C.J.F., 1986** - Canonical correspondence analysis: a new eigenvector technique for multivariate direct gradient analysis. *Ecology*. pp : 69: 69-77.
- 106-Ter Braak C.J.F., 1987** - Unimodal models to relate species to environment. AC Wageningen, The Netherlands.
- 107-Ter Braak C.J.F. et Prentice I.C., 1988** - A theory of gradient analysis. Advances in ecological research. Begon M., F. A. H., Ford E. D., Macfadyen. 18p.
- 108-TESCULT., 2006** - Etude de protection du BV du barrage de sidi yakoub. Phase I : Revue des documents existants.110p. Ministère des ressources en eau. ANBT. 05-14250.2000.
- 109-TESCULT., 2006** - Etude de protection du BV du barrage de sidi yakoub. Phase II : Description du milieu. 59p. Ministère des ressources en eau. ANBT. 05-14250.
- 110-TESCULT., 2006** - Etude de protection du BV du barrage de sidi yakoub. Phase IV : Mesure de protection anti- érosive. 52p. Ministère des ressources en eau. ANBT. 05-14250.
- 112-Tomaselli R., 1976** - La dégradation du maquis méditerranéen. Notes techniques du MAB. Pp : 35-71.
- 113-Tricart J., 1978** - Géomorphologie applicable. Ed. Masson. Collection de géographie Applicable. pp : 108-114.
- 114-Yessad S.A., 2000** - Le chêne liège et le liège dans les pays de la Méditerranée occidentale. Louvain La Neuve : Forêt Wallone ASBL.190 p.
- 115-Zeraïa L., 1982** - Le chêne liège : phytosociologie, édaphologie, régénération et productivité. Alger : Institut National de la Recherche Forestière. 159 p.

Références bibliographiques

- 116-Zerrouki R., 1995** - Contribution à l'étude socio-économique d'un système forestier : cas du chêne liège (*Quercus suber*) dans la wilaya de Tizi Ouzou (forêt de Beni Ghobri). Thèse Ing. Agr.INA d'Alger .116p.

Table des matières

Table des matières

	<i>Pages</i>
Résumé	
Sommaire	
Liste des abréviations	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Introduction générale	1
<u>Chapitre I : Synthèse bibliographique</u>	
I-1- Présentation de la forêt algérienne	3
I-2- Potentialités des forêts algériennes	4
I-2-1- Répartition géographique	4
I-2-2- Superficie	4
I-2-3- Superficie des principales essences forestières.....	5
I-3- Fonctions des écosystèmes forestiers	6
I-4- Cas particulier des subéraies	7
I-4-1- Le chêne liège dans la Méditerranée	7
I-4-2- Les subéraies algériennes	9
I-4-3- Importance socio-économique des subéraies.....	10
I-4-3-1- Le liège	10
I-4-3-2- Autres produits	12
I-5- Facteurs de dégradation de la forêt	13
I-5-1- les variations climatiques.....	15
I-5-2- Les incendies.....	17
I-5-2-1- Causes des feux dans la subéraie	18
I-5-2-1-1- Les causes structurelles	18
I-5-2-1-2- Les causes immédiates ou momentanées	18
I-5-2-2- Dommages et dégâts causés par les incendies	19
I-5-3- Le surpâturage	20
I-5-4- Coupes, ramassage de bois et de glands, défrichements	22
I-5-5- Les ravageurs	22
I-5-6- Programmes d'aménagement et de traitements sylvicoles non adaptés	23

Chapitre II : Etude du milieu physique

II-1-Situation géographique et administrative de la forêt de Saadia.....	26
II-2- Etude climatique.....	26
II-2-1-Les paramètres climatiques	28
II-2-1-1-Les précipitations	28
II-2-1-1-1-Régimes annuels.....	28
II-2-1-1-2-Régimes mensuels	29
II-2-1-1-3-Régimes saisonnières	30
II-2-1-2-Températures	31
II-2-1-2-1-Moyenne des températures minimales « m » du mois le plus froid...	32
II-2-1-2-2-Moyenne des températures maximales « M » du mois le plus chaud	32
II-2-2-Gradients altitudinaux	32
II-2-2-1-Gradient altitudinal pluviométrique.....	33
II-2-2-2-Gradient altitudinal thermique	33
II-2-3-Les autres facteurs climatiques	33
II-2-3-1-Ensoleillement	33
II-2-3-2-L'évapotranspiration potentielle (ETP)	33
II-2-3-3-Evaporation	34
II-2-3-4-L'humidité	34
II-2-3-5-Le vent	35
II-2-3-6-Grêle	35
II-2-3-7-Orages	35
II-2-4-Synthèse climatique	35
II-2-4-1-Diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gaussen	36
II-2-4-2- Le Quotient pluviométrique d'Emberger	36
II-2-4-3-Synthèse bioclimatique de la zone d'étude	37
II-2-4-3-1-Correction des précipitations et des températures.....	37
II-2-4-3-2-Résultats de la synthèse climatique.....	38
II-2-4-3-3-Détermination des étages bioclimatiques de la zone d'étude	38
II-3- Géologie et géomorphologie.....	40
II-4- Erosion et risques naturels	42
II-5- Pédologie.....	44
II-5-1-Sols minéraux bruts (groupe lithosols)	44
II-5-2-Sols peu évolués.....	44
II-5-2-1-Sol peu évolué d'érosion (lithosols)	44
II-5-2-2-Sol peu évolué d'apport colluvial	45

II-5-3-Sols brunifiés	45
II-6- Formation végétale et flore de la forêt	45
<u>Chapitre III : Méthodologie du travail</u>	
III-1- Méthodologie adoptée.....	47
III-1-1-Collecte des données préliminaires.....	47
III-1-2- Prospection sur le terrain	49
III-1-3- Analyse et traitement des données.....	50
III-1-3-1- Analyse et traitement des relevés floristiques.....	50
III-1-3-1-1-Diversité floristique	50
III-1-3-1-2-La végétation et les facteurs environnementaux.....	51
III-1-3-2- Traitement des images satellitaires	53
III-2- Moyens mis en œuvre	54
<u>Chapitre IV : Résultats et interprétations</u>	
IV-1-Résultat du diagnostic de la forêt de djebel Saadia	56
IV-1-1-Analyse et description générale de la végétation.....	56
IV-1-1-1-Forêt moyennement dense	58
IV-1-1-2-Forêt a faible densité	58
IV-1-1-3-Matorral	58
IV-1-1-4-Maquis	59
IV-1-2- Conclusion.....	60
IV-2- Caractérisation floristique.....	60
IV-2-1-Inventaire floristique	60
IV-2-2-Diversité floristique.....	63
IV-2-3-Relation entre végétation et facteurs environnementaux	64
IV-2-3-1-L'Inertie de l'ACC sous contrainte et l'inertie de l'ACC non - contrainte.....	64
IV-2-3-2-Valeurs propres et pourcentages d'inertie (ACC)	64
IV-2-3-3-Différenciation des ensembles des relevés et des espèces	66
IV-2-3-4- Identification des groupements végétaux	68
IV-2-3- Conclusion.....	69
IV-3- Impact des variations climatiques sur le couvert forestières de la forêt de Saadia	70
IV-3-1-distribution annuelle des pluies	70
IV-3-2- Analyse de l'évolution du couvert végétal	72
IV-3-2-1-État de la végétation en 1987.....	72
IV-3-2-2-État de la végétation en 2007.....	73
IV-3-2-3- Changements de l'indice normalisé de la végétation (NDVI) entre 1987 et 2007.....	74

Table des matières

IV-3-3-Conclusion.....	76
IV-4- Etat actuel de la forêt de Saadia	77
Chapitre V : Synthèse et discussion générale	
V-1-Niveau de dégradation	79
V-2-Origine de dégradation	79
V-3-Forme de dégradation de la forêt	80
V-4-Conservation et restauration de la subéraie de Saadia.....	81
Conclusion générale.....	83
Références bibliographiques.....	85
Tables des matières.....	95
Annexes	

Annexes

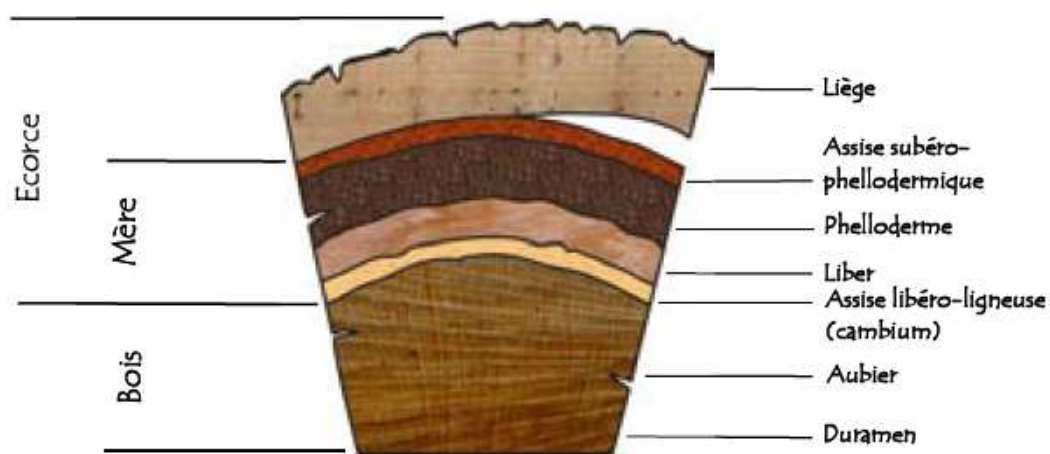
Annexe I

I-1-Qu'est ce que le liège ?

Le chêne-liège est un des rares arbres à pouvoir régénérer son écorce, c'est à dire à la reconstituer après qu'elle ait été enlevée.

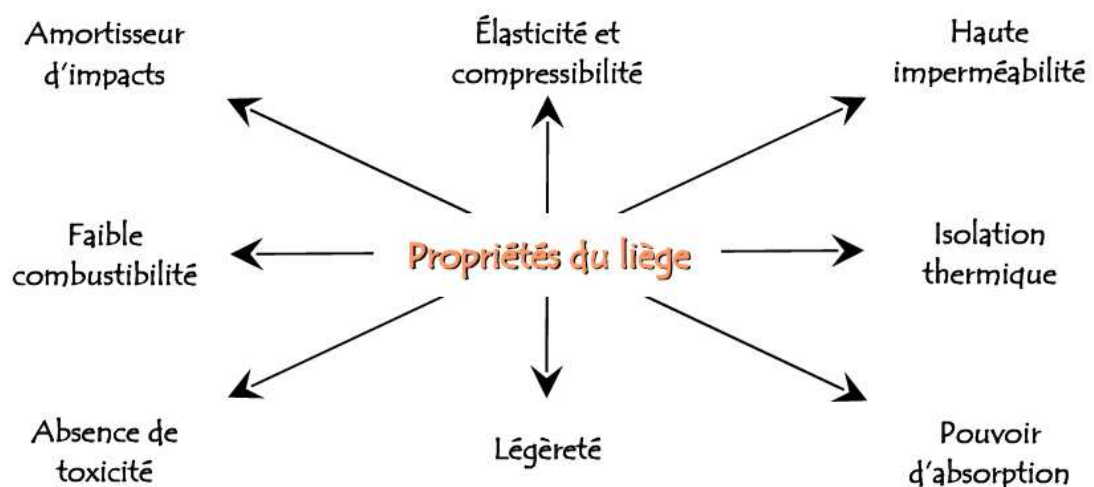
Le liège est un tissu végétal formé de cellules mortes aux parois subérifiées qui protègent les parties vivantes du tronc et des branches du chêne-liège.

Le liège est le résultat de la croissance en diamètre de l'arbre. Il se développe à partir de l'assise subéro-phellodermique, assise génératrice plus couramment appelée la mère.



Coupe transversale d'une tige de chêne-liège

Le liège possède de nombreuses qualités :



Sur un même arbre on peut observer au cours de sa vie deux types de liège : le liège mâle et le liège femelle.



Le liège mâle : il s'agit de l'écorce qui se développe naturellement sur le tronc et les branches de l'arbre. S'il n'est jamais récolté, ce liège peut atteindre jusqu'à 25 cm d'épaisseur. Cependant il se crevasse fortement en vieillissant, il devient compact, siliceux et dépourvu d'élasticité, ce qui ne permet pas de l'utiliser en bouchonnerie. Il reste néanmoins approprié pour la trituration ; sa valeur commerciale est quasiment nulle. Le liège mâle est enlevé lors de l'opération appelée démasclage.



Le liège femelle : liège qui se développe après le démasclage. Contrairement au liège mâle, il est moins crevassé, plus homogène et plus élastique. On distingue :

- **Le liège de première reproduction** : liège obtenu lors de la première récolte suivant le démasclage ; il peut être bouchonnable, mais sa qualité est encore moyenne (beaucoup de déchets). Sa valeur commerciale n'est pas très élevée par rapport au liège de reproduction proprement dit.

- **Le liège de reproduction** : liège récolté lors des levées suivantes. C'est à partir de ce moment là que le liège

atteint sa valeur optimale. Il possède toutes les qualités requises pour la fabrication de bouchons.

On peut rencontrer deux autres catégories de liège :

Liège surépais : lorsque le liège femelle n'a pas été récolté à temps (plus de 20 ans), il augmente en épaisseur et se crevasse, perdant ainsi en qualité. Ce type de liège perd énormément de valeur du fait que des défauts peuvent apparaître et que la quantité de déchets en bouchonnerie augmente.

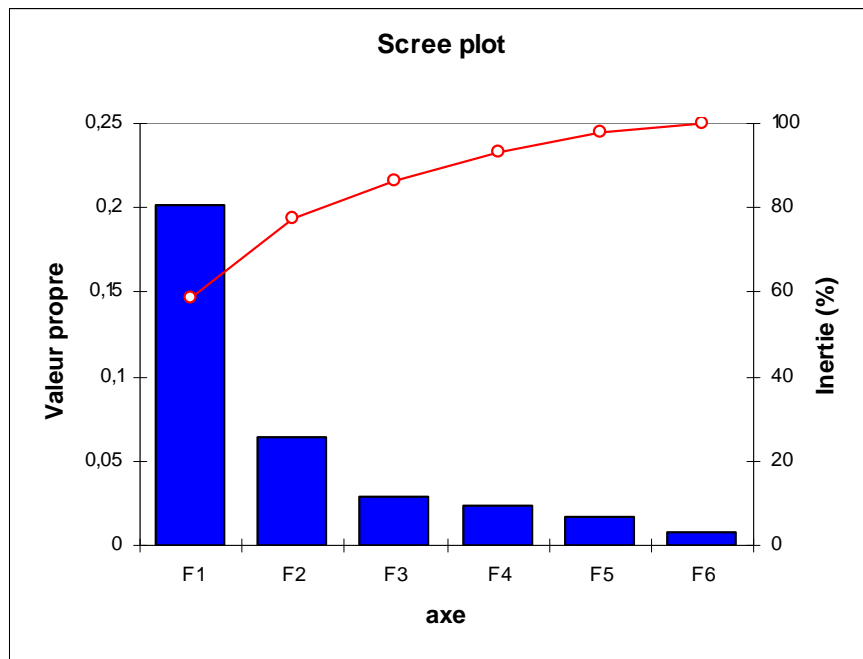


Liège brûlé : liège provenant d'un peuplement qui a été parcouru par le feu. Il n'a aucune valeur commerciale puisqu'il est inutilisable en bouchonnerie. Les industriels l'emploient à des usages marginaux tels les panneaux d'isolation ou encore les bouchons de pêche.

Annexe II

II-1-Valeurs propres et pourcentages d'inertie (ACC)

	F1	F2	F3	F4	F5	F6
Valeur propre	0,202	0,065	0,029	0,023	0,017	0,007
Inertie contrainte (%)	58,830	18,902	8,511	6,704	4,877	2,176
% cumulé	58,830	77,732	86,242	92,947	97,824	100,000



II-2-Contributions (espèces)

espèce		F1	F2
<i>Quercus suber</i>	Qu .s	0,015	0,000
<i>Quercus ilex</i>	Qu .i	0,009	0,000
<i>Quercus faginea</i>	Qu .f	0,230	0,185
<i>Quercus coccifera</i>	Qu .c	0,001	0,001
<i>Chamaerops humilis</i>	Ch .h	0,381	0,021
<i>Pistacia lentiscus</i>	Pi .l	0,049	0,162
<i>Olea europea oleaster</i>	Ol .e	0,000	0,025
<i>Calycotome spinosa</i>	Ca .s	0,019	0,003
<i>Phillyrea media</i>	Ph .m	0,000	0,053
<i>Pinus halepensis</i>	Pi .h	0,007	0,003
<i>Juniperus oxycedrus</i>	Ju .o	0,004	0,017
<i>Scilla maritima</i>	Sc .m	0,006	0,027
<i>Tetraclinis articulata</i>	Te .a	0,006	0,012
<i>Arbustus unedo</i>	Ar .u	0,003	0,010
<i>Lavandula multifida</i>	La .m	0,000	0,000
<i>Lavandula stoechas</i>	La .s	0,000	0,000
<i>Ammi majus</i>	Am .m	0,023	0,012
<i>Eryngium tricuspdatum</i>	Er .t	0,001	0,000
<i>Asphodelus fistulosus</i>	As .f	0,018	0,070
<i>Asphodelus ramosus</i>	As .r	0,023	0,072
<i>Scolymus hispanicus</i>	Sc .h	0,011	0,006
<i>Laurus nobillis</i>	La .n	0,001	0,000
<i>Ziziphus lotus</i>	Zi .l	0,087	0,056
<i>Juniperus phoenicea</i>	Ju .p	0,001	0,043
<i>Asparagus ocutifolius</i>	As .o	0,006	0,022
<i>Myrtus communis</i>	My .c	0,004	0,004
<i>Daphne gnidium</i>	Da .g	0,007	0,023
<i>Erica arborea</i>	Er .a	0,047	0,021
<i>Cistus sp</i>	Ci .sp	0,030	0,108
<i>Galactites elegans</i>	Ga .e	0,011	0,042

II-3-Contributions (relevées)

relevé	F1	F2
R1	0,000	0,048
R2	0,009	0,000
R3	0,001	0,000
R4	0,005	0,003
R5	0,002	0,076
R6	0,024	0,033
R7	0,004	0,092
R8	0,009	0,020
R9	0,107	0,018
R10	0,076	0,058
R11	0,063	0,021
R12	0,053	0,002
R13	0,003	0,003
R14	0,000	0,047
R15	0,028	0,055
R16	0,001	0,001
R17	0,003	0,057
R18	0,009	0,077
R19	0,003	0,067
R20	0,003	0,000
R21	0,013	0,003
R22	0,054	0,001
R23	0,037	0,000
R24	0,133	0,007
R25	0,034	0,050
R26	0,045	0,066
R27	0,009	0,014
R28	0,002	0,066
R29	0,001	0,039
R30	0,000	0,021
R31	0,116	0,018
R32	0,108	0,013
R33	0,044	0,021