

Sommaire

Introduction.....	-1-
Chapitre 1 : Monographie de l'espèce.....	-3-
I- Généralités sur l'espèce.....	-3-
1- Bref historique.....	-3-
2- Aspects écologique de <i>Cedrus atlantica</i>	-4-
2-1 Taxonomie.....	-5-
2-2 Caractéristiques botaniques et dendrologiques du cèdre de l'Atlas.....	-5-
2-3 L'aire de répartition.....	-9-
2-3-1 L'aire naturelle.....	-9-
2-3-2 L'aire d'introduction.....	-10-
2-4 Ecologie du cèdre de l'Atlas.....	-10-
2-4-1 L'altitude.....	-10-
• En France.....	-10-
• Au Maroc.....	-11-
• En Algérie.....	-11-
2-4-2 Le Climat.....	-11-
2-4-3 Les précipitations.....	-11-
2-4-4 Les températures.....	-11-
2-4-5 L'exposition.....	-12-
2-4-5 La lumière.....	-12-
2-4-6 Le substrat.....	-13-
2-4-7 L'association végétale du cèdre.....	-13-
2-4-8 Les ennemis du cèdre de l'Atlas.....	-13-
2-4-8-1 Les insectes.....	-13-
2-4-8-2 les champignons.....	-15-
2-4-8-3 Le bétail.....	-15-
2-4-8-4 L'homme.....	-15-
2-4-8-5 Les incendies.....	-15-
2-5 Rôle et importance des cédraies.....	-15-
2-6 Caractéristiques des cédraies.....	-16-
Chapitre 2 : Présentation de la zone d'étude.....	-17-
II- Présentation de la zone d'étude.....	-17-
1- Présentation du Parc National de Belezma.....	-17-
Coordonnées géographiques.....	-17-

Sommaire

Coordonnés Lambert.....	-17-
2– Caractérisation de la zone d'étude.....	-18-
2-1 Milieu physique.....	-18-
2-1-1 Situation administrative et géographique.....	-18-
2-1-2 Relief.....	-18-
Djebel Tuggurt.....	-19-
Djebel Col Telmet	-19-
2-1-3 L'altitude.....	-21-
2-1-4 La pente.....	-21-
1-2-1-5 L'exposition.....	-21-
2-1-6 Géologie.....	-24-
2-1-7 Pédologie.....	-24-
2-1-8 Hydrologie.....	-26-
3- Étude climatique.....	-27-
1-3-1 Températures.....	-27-
3-2 Pluviométrie.....	-28-
3-2-1 Précipitations.....	-28-
3-2-2 La neige.....	-29-
3-2-3 La grêle.....	-29-
3-2-4 La gelée.....	-29-
4 - Autres facteurs climatiques.....	-29-
4-1 Le vent.....	-29-
4-2 L'humidité.....	-30-
5- Synthèse climatique.....	-30-
5-1 Diagramme ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN.....	-30-
5-2 Climagramme d'EMBERGER : STEWART (1969).....	-31-
5-3 Le quotient et l'étage bioclimatique selon l'altitude.....	-33-
Conclusion.....	-34-
Chapitre 3 : Le dépérissement forestier.....	-35-
III- Généralité Sur le dépérissement forestier.....	-35-
1- Introduction.....	-35-
2- Généralités sur le dépérissement forestier.....	-35-
2-1 Les symptômes du dépérissement.....	-37-
2.1.1- Principaux symptômes.....	-37-

Sommaire

Les symptômes des feuillages.....	-37-
Les symptômes des bourgeons, des pousses et des rameaux.....	-38-
Les symptômes des troncs et des branches.....	-38-
Autres symptômes sur les feuilles et les aiguilles.....	-38-
3- Les phénomènes de dépérissement.....	-39-
3.1- Les facteurs du dépérissement.....	-40-
Les facteurs prédisposant.....	-40-
Les facteurs déclenchant.....	-40-
Les facteurs aggravants.....	-41-
3.2- Les types de dépérissement.....	-43-
Le dépérissement brusque.....	-43-
Le dépérissement rapide.....	-43-
Le dépérissement lent.....	-43-
3.3- Les causes du dépérissement forestier.....	-43-
Les manifestations anthropiques.....	-43-
Incendies de forêt.....	-43-
Le surpâturage.....	-43-
Les changements climatiques.....	-44-
Les manifestations des ravageurs et des agents pathogènes.....	-44-
3.4- Complexité de l'étude de dépérissement forestier.....	-45-
Historique du dépérissement.....	-46-
4- Le dépérissement du cèdre de l'atlas a l'échelle Nord Africaine.....	-47-
4.1- Au Maroc.....	-47-
4.2 - En Algérie.....	-48-
4.3- Synthèse.....	-49-
5- Etude du cas de quelques cédraies.....	-50-
5.1- Les cédraies du Belezma	-50-
5.2- La cédraie de Tuggurt et de Boumerzoug.....	-51-
6- Impact du changement climatique sur l'avenir des forts méditerranéens et du cèdre de l'Atlas de l'Afrique du nord	-52-
7- Synthèse des facteurs intervenant.....	-54-
Chapitre 4 : Méthodologie et Résultat.....	-57-
IV- Principales causes du dépérissement de <i>Cedrus atlantica</i>	-57-
1- Méthodologie et expérimentation.....	-57-

Sommaire

Méthode d'échantillonnage	-57-
Matériel utilisé	-57-
1.2- Description des parcelles.....	-57-
1.2.1- Le versant Nord.....	-58-
1.2.2- Le versant Sud.....	-58-
1.3- Inventaire de l'état des arbres.....	-59-
Versant Nord.....	-59-
Versant Sud.....	-63-
1.3.1- Analyse des résultats.....	-65-
Versant Nord.....	-65-
Versant sud.....	-65-
1.4- Comparaison des versants.....	-66-
1.5- Méthodes de caractérisation pédologique.....	-66-
Méthodes de prélèvement du sol.....	-66-
Méthodes d'analyses pédologiques.....	-67-
1.5.1- Les analyses physiques.....	-67-
Granulométrie.....	-67-
1.5.2- Les analyses chimiques.....	-67-
Dosage du pH.....	-67-
Détermination de la conductivité électrique et de la salinité.....	-68-
Dosage du calcaire total CaCO ₃	-68-
1.6- Caractérisation pédologique.....	-68-
a- Caractéristiques physico-chimiques du substrat de la station de Tuggurt.....	-68-
Discussions.....	-69-
*L'analyse granulométrique.....	-69-
*Le pH.....	-69-
*La conductivité électrique.....	-69-
*Le calcaire total CaCO ₃	-69-
b- Caractéristiques physico-chimiques du substrat de la station du Col Telmet.....	-70-
Discussions.....	-70-
Conclusion.....	-70-
1.6- Caractérisations floristiques.....	-71-
1.6.1- Résultats floristiques.....	-71-
Inventaire des espèces végétales du Tuggurt.....	-71-

Sommaire

Inventaire des espèces végétales du Col Telmet.....	-74-
Comparaison floristiques entre les deux versants.....	-77-
1.6.2- Richesse floristique des deux stations d'étude du parc national de Belezma.....	-77-
Chapitre 5 : Perspective de réhabilitation des cédraies.....	-78-
V-Perspectives de réhabilitation des cédraies.....	-78-
1- Stratégie d'intervention.....	-78-
*Actions à court terme.....	-78-
*Actions à long terme.....	-78-
1.1- Sylviculture et production.....	-79-
Les stades d'évolution des cèdres.....	-79-
Le stade jeunes peuplements.....	-79-
Le stade jeunes futaies.....	-79-
Le stade vieilles futaies.....	-79-
1.2- Bases de l'aménagement.....	-79-
1.3- Régénération du Cèdre.....	-80-
1.4- Traitement et aménagement.....	-80-
La futaie régulière.....	-81-
La futaie jardinée.....	-81-
1.5- Règles sylvicoles et pâturages.....	-81-
VI- Conclusion Générale.....	-82-
Sur le versant Nord.....	-83-
Sur le versant Sud.....	-83-
Références bibliographiques.....	-84-
RESUMES	

Introduction

Introduction

Le cèdre de l'Atlas (*Cedrus Atlantica Manetti*) est une espèce endémique de l'Afrique du Nord. C'est une essence qui a toujours suscité un intérêt important en raison de ses nombreuses qualités forestières comme le maintien d'un équilibre biologique, sa faible inflammabilité, sa production de bois de qualité, un port remarquable et esthétique... (LANIER, 1976 ; TOTH, 1978 ; M'HIRIT, 1982 ; FERRANDES, 1986), une croissance juvénile pouvant être rapide et une tolérance face aux stress climatiques (BOUDY, 1950).

Le cèdre est une espèce majestueuse qui existe depuis des millénaires ; mais ces dernières décennies sa pérennité a été mise en péril par des causes qui restent à ce jour inconnues avec certitude mais les spécialistes continuent à affiner les causes à l'origine du dépérissement qui touche ce « roi des forêts aurassiennes » qui n'a jamais connu une menace aussi sérieuse au paravent.

Les cédraies de la région de Batna sont présentement déperissantes ; sous l'action, d'une multitude de facteurs de détérioration (sécheresse récurrente, pâturage abusif, manque de traitement sylvicole) qui ne cessent de peser lourdement sur sa pérennité; et induisant de fait une véritable pandémie écologique, un écocide lent.

Les dépérissements qui affectent les cédraies du Belezma et de Chelia ces dernières années nécessiteraient qu'on s'y intéresse dans le but d'essayer de mettre en relief les facteurs de détériorations permettant d'élaborer une stratégie pour la préservation de ce patrimoine. Sachant que les zones affectées font partie du parc national du Belezma ; il est capital d'inscrire cette étude dans ce cadre afin de conforter la notion d'espaces protégés.

La cédraie des Aurès est connue depuis longtemps par sa capacité à résister à la sécheresse. Malheureusement cette capacité à des limites, et elle se trouve actuellement en voie de disparition.

Le dépérissement des arbres forestiers est un phénomène complexe dont les facteurs responsables peuvent être très divers et non aisément identifiables et hiérarchisables (MOUNA, 1994), et ils entraînent une détérioration générale, qui se termine souvent par la mort des arbres (LANDMANN, 1994). La cédraie de Belezma est un exemple type de ce phénomène.

Plusieurs facteurs ont été cités comme étant les causes du dépérissement du cèdre tel que :

- la sécheresse récurrente,
- les incendies, le surpâturage,
- la sénescence,
- les maladies,
- les coupes illicites (ça n'a rien à voir avec le dépérissement),

Introduction

- et le manque ou l'inexistence d'une politique forestière claire qui sont des facteurs qui affaiblissent les arbres et favorisent l'installation des insectes et des pathogènes phytophages et xylophages conduisant au dépérissement des arbres et à leur mortalité.

L'étude du dépérissement est complexe, puisqu'il s'agit bien souvent d'évaluer plusieurs facteurs (abiotiques et biotiques) agissant simultanément sur le peuplement forestier et pendant une longue période. Cette complexité exige de traiter les facteurs à étudier, séparément.

L'analyse faite par les spécialistes est unanime quant au dépérissement des cédraies alors que des techniques sylvicoles existent pour contrer ce phénomène. Mais seule une prise de conscience technique et une action volontariste des pouvoirs publiques peuvent mettre fin à ce constat.

Il est nécessaire de commencer par une vidange du parc des arbres mort et moribond au risque de voir ce fléau se propager à la quasi totalité du territoire occupé par le cèdre en évacuant c'est dernier et mettre le peuplement sein qui reste à la brûlure d'une contamination probable.

Au début, ce dépérissement touchait plus particulièrement les arbres âgés situés dans des conditions de mauvaise alimentation en eau (pente, sol superficiel, arbres déchaussés), mais on s'aperçoit, aujourd'hui, que même les jeunes sujets ne sont pas épargnés.

Un groupe de chercheurs américains a effectué une étude au sein du parc et sont arrivés à une conclusion qui incriminerait la sécheresse de cette dernière décennie qui est à l'origine de ce dépérissement à 62% mais ceci reste à prouver.

Le genre *Cedrus* est devenu la première essence de reboisement particulièrement dans les pays situés au nord de la Méditerranée (TOTH, 1980). En Algérie, les cédraies les plus importantes se trouvent dans les Aurès, elles constituent une grande richesse tant d'un point de vue écologique, économique qu'esthétique.

Et c'est pour toutes ces raisons que l'objectif de notre travail est d'une part de connaître la dynamique du dépérissement, et d'autre part de faire le point sur quelques facteurs écologiques (climat, sol, exposition et altitude) agissant sur ce phénomène.

Notre travail aura lieu au niveau de deux stations : Djebel Tuggurt et le Col Telmet, dont l'espèce dominante est le cèdre de l'Atlas.

I- Généralités sur l'espèce

Le cèdre de l'Atlas, espèce endémique de l'Afrique du Nord, est protégé par la loi (décret n°93/285 du 23 novembre 1993 fixant la liste des espèces végétales non cultivées protégées en Algérie), il est en perpétuelle régression.

Cette forêt des Aurès fragilisée par une multitude de facteurs auxquels viennent s'ajouter les effets destructeurs des changements climatiques, régresse et tous les ingrédients sont là pour annoncer son extinction de la région. Si des mesures draconiennes ne sont pas prises pour préserver cette espèce noble, sa disparition des monts de l'Aurès, d'après l'avis des spécialistes de la question est plus que certaine.

Le cèdre de l'Atlas est endémique et ses origines remontent avant le début de notre ère, il a été identifié par le pollen dans le Hoggar (PONS et QUEZEL, 1958 in ABDESSEMED, 1981). Son aire naturelle s'étend du Maroc (Rif, Moyen Atlas et Grand Atlas oriental), en Algérie (Djurdjura, Monts Aurès, Hodna, et Babor, Atlas Blidéen et massif de l'Ouarsenis).

En Algérie, la cédraie se trouve à la limite des étages semi-aride, sub-humide. Dans ces conditions la régénération naturelle rencontre d'énormes difficultés, les années de sécheresse se succèdent souvent causant la disparition de nombreux sujets même adultes. D'après ABDESSEMED (1981), en comparant nos cédraies avec le reste des cédraies méditerranéennes, on constate qu'elles comptent parmi les plus sèches du bassin méditerranéen, il est très difficile de nos jours de quantifier avec certitude la superficie de la cédraie Algérienne vue les destructions et les coupes auxquelles elle est soumise. En matière de superficie, le Cèdre de l'Atlas occuperait 33.000 hectares en Algérie et 120.000 au Maroc alors qu'il a été introduit dans plusieurs pays à travers le monde à cause de son extension rapide quand les conditions sont favorables

Les facteurs de destruction ont provoqué en Algérie en 120 ans une régression de 25 à 30 % de l'armature boisée surtout en montagne (BOUDY, 1955 in ABDESSEMED, 1984). Pour (QUEZEL, 1959 in ABDESSEMED, 1984) à la suite d'exploitations excessives, d'incendies criminels et de pacage abusif, l'étendue de ces peuplements a sans doute diminué de moitié, en Algérie tout au moins, depuis le milieu de siècle dernier.

1- Bref historique

La colonisation française a pris pied dans la région de Batna vers le début de 1844. Huit années plus tard les forêts de la région reçoivent la visite de deux forestiers pour en faire l'évaluation et les attribuer aux futures concessionnaires qui approvisionnent en bois de chauffage et de

Monographie du cèdre de l'Atlas

construction la ville de Constantine, et autre projet militaire. Où ils ont constaté que la cédraie de Belezma à attient l'âge de l'exploitabilité.

Une notice de 1848 décrit la qualité des produits tirés de la forêt : la forêt des Ouled Chelih est exploitée depuis l'occupation de Batna. Elle donne des cèdres d'un diamètre et d'une élévation remarquable."

Le même rapport décrivant les massifs forestiers du Djebel Refaa, ajoute plus loin : le djebel Haïdouça offre une riche forêt de cèdre mais plus éloigné et d'une exploitation difficile " Grâce à ce document nous savons maintenant que sur le même massif occupé naguère par la tribu des ouled Sellem, existait une belle cédraie ; il nous dit ce qui suit."

Dans la tribu des Ouled Sellem les versants ouest des Ouled Soltan donnent des cèdres très beaux et des chênes propres à la construction " A travers ces quelques descriptions glanées dans les archives nous avons une idée sur l'état qualitatif des paysages forestiers les plus importants et les plus intéressant avec leur localisation ». (SAHLI, 2004).

Ainsi la région et particulièrement Belezma à lui seul a été saigné à blanc en prélevant selon BOUDY entre : 1880- 1890 (46000 m³) et 1893- 1910(150 000 m³) de bois d'œuvre de meilleure qualité.

Le cèdre, qui occupait dans l'Aurès 17.500 Hectares, dont 13.800 à l'état pur et 3.600 en mélange (BOUDY, 1955), connaît actuellement une régression sensible (estimation : 11.000 Ha en 2007), et une dépréciation de sa qualité physiologique (dépérissement massif de l'été 2003).

2- Aspects écologique de *Cedrus atlantica*

Avant d'entamer l'étude dendrométrique du cèdes de l'Atlas, il est nécessaire de rappeler quelques éléments écologiques de cette espèce.

Le genre *Cedrus* est le plus ancien genre après *Pinus*. (GAUSSEN, 1964)

Il y a 4 espèces qui forment trois blocs géographiquement différents dans les régions suivantes : Afrique du nord, Asie mineure, Himalaya (BOUDY, 1952 ; M'HIRIT, 1982 ; TOTH, 1982-1984).

- Le premier bloc représenté par le *Cedrus atlantica* M : il concerne l'atlas marocain avec 130.000ha sur deux zones d'altitude différente de 1300 à 2400 m et l'atlas algérien avec 25.000ha avec des altitudes comprises entre 1200 à 2100m.
- Le deuxième bloc se devise en deux parties occupées respectivement par :
 - le *Cedrus libanais* : il est au Liban à 1800 m où il occupe de petites zones et en Turquie où son aire est très vaste entre 1500 et 2000 m d'altitude.
 - Le *Cedrus brevifolia* : dans l'île de Chypre sur une surface restreinte.

Monographie du cèdre de l'Atlas

- Le troisième bloc avec le *Cedrus deodora* représente les grands massifs de l'inde et de l'Afghanistan avec vastes étendues sur le nord – ouest de l'Himalaya entre 1350 et 3500 m d'altitude. Etant donné que le *Cedrus atlantica* est l'espèce endémique de notre pays c'est sur ce dernier que s'effectuera notre étude.

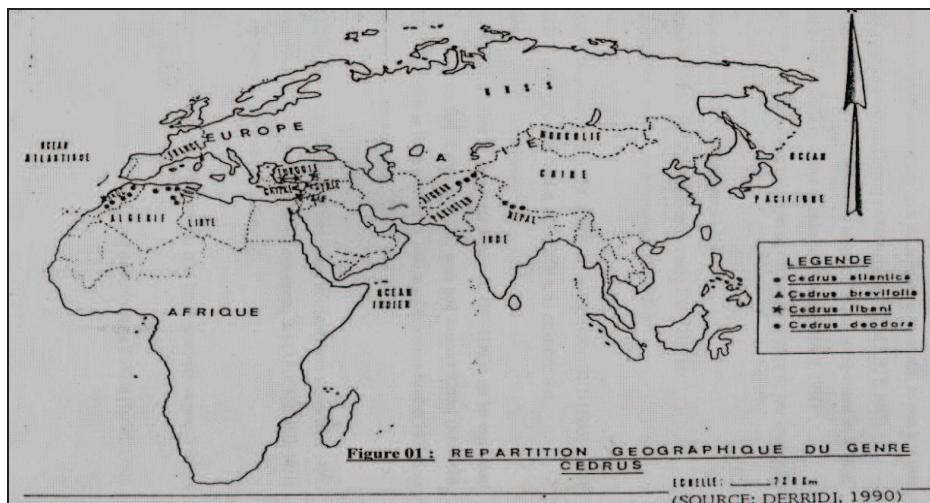


Fig. 1: Répartition géographique du genre Cedrus (DERRIDJ, 1990)

2-1 Taxonomie

Embranchement : Spermaphytes

S/ Embranchement : Gymnospermes

Classe: Vectrices

Ordre : Coniférales

S/ Ordre : Abiétales

Famille : Pinacées

Genre : Cedrus

Espèce: *Cedrus atlantica* Manetti.

Non français : Cèdre de l'Atlas

Nom berbère : Bignoun. Ithguel

Nom Arabe: El Arz où Medded

2-2 Caractéristiques botaniques et dendrologiques du cèdre de l'Atlas

Le cèdre de l'Atlas est par excellence, l'essence noble de l'Afrique du Nord, par la majesté de son port et sa longévité qui peut dépasser les milles ans (BOUDY, 1950). 600 à 700 ans selon TOTH (1970). C'est un arbre de première grandeur, dépassant les 50m. Il peut même atteindre les 60 dans les conditions écologiques les plus favorables (BOUDY, 1950 ; DEBAZAC, 1964).

Monographie du cèdre de l'Atlas

Le tronc et le port sont respectivement coniques et droit pendant la jeunesse, mais deviennent tortueux et tabulaire et découvert chez les sujets les plus âgés (DEBAZAC, 1964).

Un peuplement, le fût du cèdre est rectiligne, ses branches sont fines et il a un bon élagage naturel;

La cime est réduite et conique; mais à l'état isolé, elle devient trapue et à partir d'elle se détachent de très grosses branches horizontales où légèrement redressées.

L'écorce est jaune brun, lisse à l'état jeune puis elle prend une couleur grisâtre avec un aspect écailleu, crevassé à l'état adulte.

Les racines sont très étendues et ramifiées. De plus, elles sont pivotantes ce qui assure une bonne stabilité de l'arbre (TOTH, 1970).

Les aiguilles, réunies en rosette sur des rameaux courts, sont isolées sur les jeunes rameaux longs et sur les pousses de l'année. Elles vivent trois ans en général et ont une longueur de 1 à 2 cm. Leur couleur varie du vert foncé au vert bleuté (TOTH, 1971).

(ARBEZ *et al*, 1987) notent que les rameaux ne sont jamais verticillés, ils sont de deux sortes:

- Les rameaux longs de couleur grise jaunâtre pubescents qui ne poilent que des aiguilles isolées pendant la première année.
- Les rameaux courts trapus, insérés sur les précédents et terminés par un bouquet d'aiguilles très nombreuses et très serrées.

Les bourgeons sont petits et écailleux de couleur brune jaunâtre.

Le cèdre de l'Atlas est un arbre monoïque, les fleurs mâles et les inflorescences femelles sont portées par le même arbre mais sur des rameaux différents. (BOUDY, 1950 ; DEBAZAC, 1964).

Monographie du cèdre de l'Atlas



Photo. 1 : Cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica*) dans le Belezma. Photo HAC.

Monographie du cèdre de l'Atlas

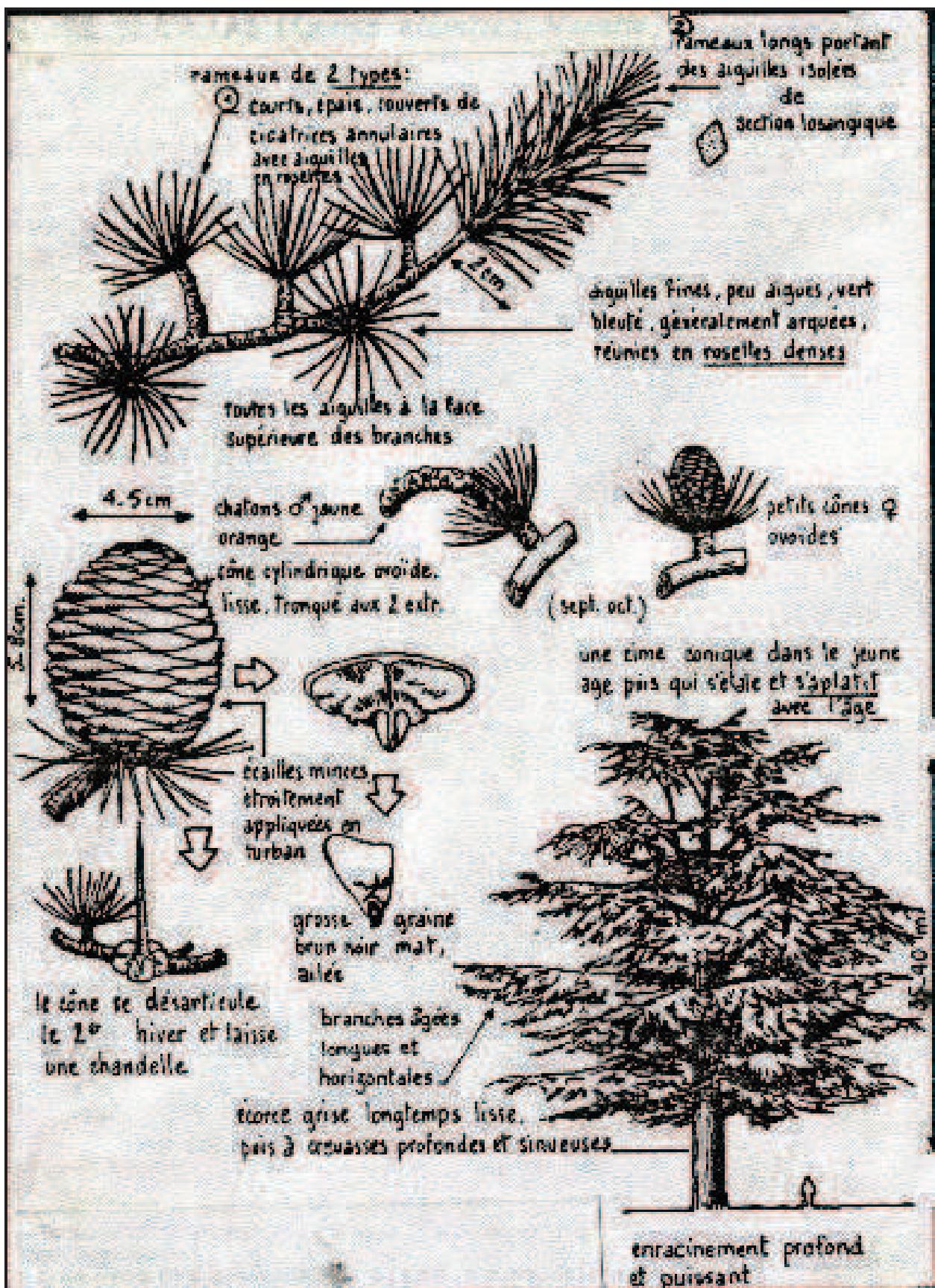


Fig. 2 : Caractéristiques botaniques du cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* M) (KHANFOUCI 2005).

Monographie du cèdre de l'Atlas

2-3 L'aire de répartition

2-3-1 L'aire naturelle

Le cèdre de l'Atlas est une essence caractéristique des montagnes de L'Afrique du Nord et plus précisément du Maroc et de L'Algérie (BOUDY, 1950). Au Maroc : le cèdre de l'Atlas occupe deux blocs, le premier dans le grand Atlas oriental et Moyen Atlas avec une superficie de 116.000ha, le second dans le Rif occidental et central avec une superficie de 15.000 ha (M'HIRIT, 1982).

En Algérie : l'aire du cèdre de l'Atlas est très morcelée ; elle est répartie en îlots dispersés d'importance inégale.

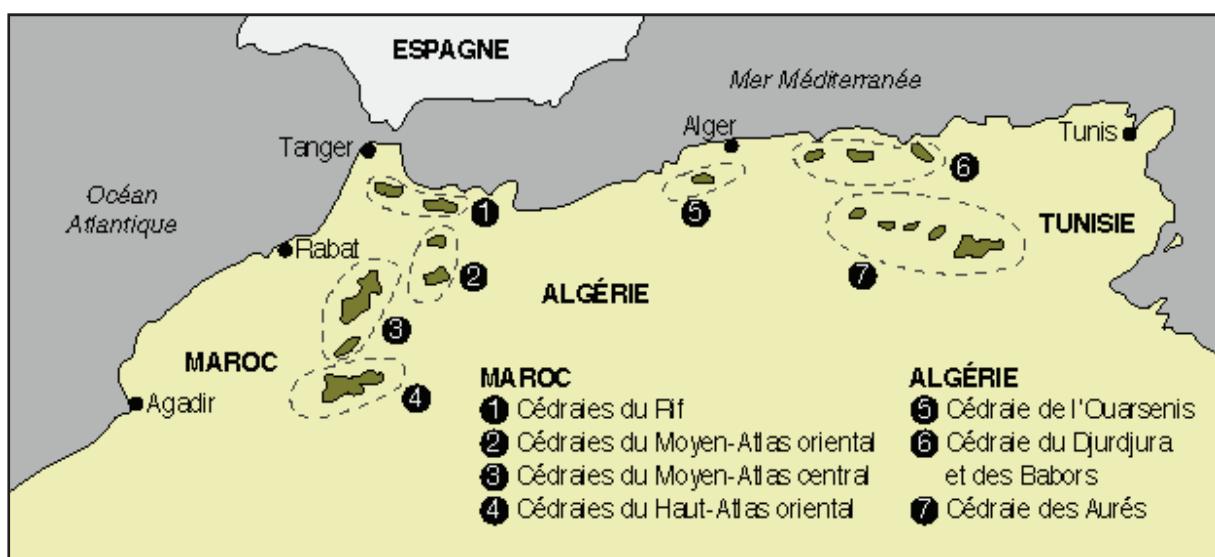


Fig. 3: Répartition naturelle du cèdre de l'Atlas (OSWALD, 1992).

La cédraie algérienne occupe deux zones climatiques différentes:

- Une zone sèche, caractérisée par les conditions climatiques les plus sévères et soumise aux influences sahariennes (Aurès).
- Une zone humide qui bénéficie d'un climat particulièrement favorable localisée plus près de la mer (PRADAL, 1979 ; ABDESSEMED, 1981).

Le cèdre de l'Atlas couvre en Algérie une superficie de 30.400 ha, dont les plus importantes (17.000 ha) se situent dans les Aurès, ainsi que sur les monts de Hodna (8.000ha). Le reste de la cédraie est réparti dans L'Atlas Tellien (Djurdjura 2.000 ha Babors, 1.300 ha Ouarsenis, 100ha et Atlas Blidéen, 1.000 ha. (BOUDY, 1950 et M'HIRIT, 1993).

Au niveau de l'Aurès le cèdre de l'Atlas forme plusieurs taches réparties comme suit(Tableau1):

Monographie du cèdre de l'Atlas

Tableau 1 : La répartition du cèdre dans les Aurès. ABDESSEMED (1981)

Zones	FAUREL et LAFFITE (1949)	F.A.O (1971)
Bélezma	8.000 ha	4.254 ha
Chélia	7.000 ha	2.375 ha
Ouled Yagoub	4.000 ha	3.300 ha
S'gag	500 ha	2.039 ha
Dj Azreg g et Dj Taghda	550 ha	0 ha
Total	20.050 ha	10.629 ha

Ce tableau donne une idée sur la régression du cèdre de l'Atlas de 1949 à 1971 dans l'Aurès confirmant que la superficie a été réduite de près de la moitié. Les données montrent qu'il y a nécessité d'actualiser les superficies réellement occupées par les formations de cèdre, car les chiffres donnés par les différents auteurs sont parfois incohérents.

2-3-2 L'aire d'introduction

Le cèdre de l'Atlas a été employé d'abord comme espèce ornementale et ensuite comme espèce de reboisement dans les pays circumméditerranéens. On cite les dates d'introduction de 1862 sur le mont Ventoux (France), 1864 en Italie, 1890 en Bulgarie (M'HIRIT, 1982). Il est introduit à titre expérimental en Yougoslavie, en Espagne, au Portugal, en Angleterre et en Belgique (NEDJAH, 1988). Le cèdre a été introduit même en dehors des pays du pourtour méditerranéen En U.R.S.S comme espèce de reboisement en 1890. Aux U.S.A il est parfaitement adapté et fait actuellement l'objet de vastes projets le reboisement (NEDJAH, 1988).

2-4 Ecologie du cèdre de l'Atlas

Le cèdre de l'Atlas est une essence de montagne, les conditions écologiques du cèdre varient selon plusieurs facteurs dont les plus importants sont l'altitude, le climat, le substrat et l'exposition.

2-4-1 L'altitude

Du point de vue de l'altitude, (AUSSENAC et GUHL, 1990), soulignent que, dans son aire d'origine, le cèdre pousse à des altitudes variant de 1.400 m à 2.200 m, ses limites inférieures et supérieures différentes d'une cédraie à l'autre en fonction des conditions climatiques et du relief.

- **En France :** le cèdre de L'Atlas se trouve à basse altitude entre 250 m et 900 m et peut même aller jusqu'à 1.200 m (GUIBAL, 1986). On cite la cédraie artificielle du Mont Venteux, qui descend jusqu'à 680m (TOTH, 1980).

Monographie du cèdre de l'Atlas

- **Au Maroc** : le cèdre de L'Atlas se trouve à des altitudes variant entre 1.500 et 2.100 m (AUSSENAC, 1984).

Selon M'HIRIT (1982), le cèdre de l'Atlas à partir de 1.500 m sur le Rif, 1.600 m sur le moyen Atlas et 1.700 m sur le haut Atlas oriental. BOUDY (1952), souligne que sa limite supérieure peut aller jusqu'à 2.600 m ou 2.800 m.

- **En Algérie** : le cèdre de l'Atlas commence à apparaître vers 1400m dans l'Aurès (ABDESSEMED, 1981), et Theniet El Had (BOUDY, 1950), il peut même apparaître vers 1300 m au Chréa (BOUDY, 1950 ; ZERARIA, 1986). Par contre sa limite supérieure peut aller jusqu'à 2.200 m au Chélia (ABDESSEMED, 1981).

2-4-2 Le Climat

Le cèdre de l'Atlas s'accorde avec des climats très différents, très humide dans le Rif, humide dans le Moyen Atlas et relativement sec dans les Aurès (BOUDY, 1950).

Selon AUSSENAC (1984), le cèdre se trouve dans divers étages bioclimatiques
Semi-aride à hiver froid et humide: Djebel Azreg.

Sub-humide à hiver froid: Belezma, Chelia et S'gag.

Humide à hiver froid : Djurdjura, Theniet El Had. Babors et Chréa.

2-4-3 Les précipitations

Parmi les facteurs climatiques qui ont un rôle déterminant pour la survie du cèdre, nous pouvons citer les précipitations. La pluviométrie indispensable pour le cèdre, varie d'une station à l'autre.

Dans son aire naturelle, le cèdre reçoit des précipitations qui varient de 400 mm à 1.500 mm.

Dans l'Aurès, il ne reçoit qu'une tranche pluviométrique de 450 mm à 500 mm et ressent de l'influence desséchante du Sahara voisin (BOUDY, 1950 ; M'HIRIT, 1982 ; TOTH, 1980).

Dans les Monts des Bahors et le Rif marocain, cette tranche est de l'ordre de 1.400mm à 1.500 mm (TOTH, 1980).

La station préférée du cèdre se situe dans l'étage bioclimatique subhumide à hiver froid (850 mm à 1.200 mm), où se localisent les trois-quarts des cédraies marocaines (BOUDY, 1950).

2-4-4 Les températures

La température est un facteur très important qui contrôle l'ensemble des phénomènes métaboliques et conditionne de ce fait la répartition des végétaux sur la surface du globe.

Le cèdre résiste à des extrêmes de températures pouvant aller de -20° C à + 39° C. Il peut également résister à de très basses températures (-25° C) (NEDJAH, 1988). (BOUDY, 1950).

Monographie du cèdre de l'Atlas

Dans les Aurès le cèdre se trouve dans les endroits où la température varie entre 8°C et 10°C. Il est différent de celui du Maroc qui se localise dans les endroits où la température est entre 10°C et 12°C (GAUSSEN, 1964).

D'une manière générale, on constate que le cèdre de L'Atlas est une espèce pouvant se développer dans des conditions climatiques variées.

2-4-5 L'exposition

L'exposition joue un rôle très important dans la répartition et dans la vie de la plupart des cédraies.

En Algérie, les vents dominants sont de direction nord ouest, ce qui fait que ces deux versants sont exposés à une pluviométrie plus importante que les versants sud qui sont exposés aux vents chauds et secs (Sirocco) et à un ensoleillement quasi permanent.

On rencontre de ce fait les plus belles cédraies sur les versants nord. Leur limite inférieure est plus basse que celle de l'exposition sud. Cette dénivellation est due à la variation d'humidité (EMBERGER, 1938)

Au Maroc, les études effectuées sur les cédraies du Moyen Atlas font ressortir que celle qui sont les mieux développées et où la régénération est mieux réussie sont celles exposés à l'ouest et au nord-ouest, alors que celles exposées à l'est et au sud-ouest ont une faible fructification et faible régénération (EZZAHIRI *et al*, 2000).

2-4-5 La lumière

Divers facteurs influencent l'atténuation de la lumière dans les peuplements forestiers particulièrement la composition, la densité, la structure, l'architecture du peuplement, l'état du ciel et l'angle solaire. La biomasse foliaire réduit non seulement la qualité de la lumière qui atteint le sous bois, mais produit de larges modifications de la qualité spectrale de la lumière. (LAMHAMEDI et CHBOUKI, 1994).

Dans les peuplements où le couvert est relativement fermé et dense, la présence des semis est rare et le système racinaire reste mal développé et superficiel. L'absence totale d'un couvert végétal favorise la mort prématuée des semis de cèdre suite à leur dessèchement par le rayonnement solaire. Dans ces conditions, la réduction du stress thermique a une importance capitale.

La présence des tâches de lumière et de conditions microstationnelles favorables peut conditionner la régénération du cèdre dans les peuplements denses. (LAMHAMEDI et CHBOUKI, 1994).

Monographie du cèdre de l'Atlas

2-4-6 Le substrat

Le cèdre de l'Atlas se rencontre sur des substrats très variés, il se trouve sur les calcaires compacts, les marnes, les schistes calcaires ou gréseux et les grés et surtout sur les basaltes.

D'une manière générale, c'est l'aspect physique du substrat qui joue le rôle le plus important dans le comportement écologique du cèdre. L'aspect chimique n'ayant qu'un rôle secondaire, mais néanmoins important.

Le cèdre de l'Atlas donne un meilleur rendement sur les sols profonds, meubles et caillouteux, car la jeune plantule arrive à développer un système racinaire vigoureux et profond lui permettant d'échapper à la sécheresse estivale (BOUDY, 1950 ; SCHORENBERGER, 1970 ; TOTH, 1971 et 1981 ; MALKI, 1992).

2-4-7 L'association végétale du cèdre

Le cortège floristique du cèdre de l'Atlas varie d'un étage bioclimatique un autre. BOUDY (1950), signale que la cédraie se présente sous deux faciès:

- Un faciès humide: c'est celui de Chréa, de Theniet El Had, des Bahors et du moyen Atlas marocain, il est caractérisé par l'abondance du chêne vert (*Quercus ilex*), l'absence de genévrier thurifère (*Juniperus thurifera*), referme du chêne zeen (*Quercus canariensis*) de l'If (*Taxus baccata*) et de nombreuses autres espèces.
- Un faciès relativement sec: il est surtout celui de l'Aurès, des Monts de Hodna et du grand Atlas Oriental marocain caractérisé par les espèces suivantes: le pin d'Alep (*Pinus halepensis*), le chêne vert (*Quercus ilex*), le genévrier oxycédre (*Juniperus oxycedrus*), le frêne dimorphe (*Fraxinus dimorpha*), l'aubépine monogine (*Crataegus monogyna*) et l'érable de Montpellier (*Acer monspessulanum*)

2-4-8 Les ennemis du cèdre de l'Atlas

Les ennemis du cèdre sont généralement les insectes, les champignons, les dégâts causés par l'homme et les incendies.

2-4-8-1 Les insectes

Le cèdre de l'Atlas peut être attaqué par les insectes tels que

- *Acleris undulana* (tordeuse du cèdre): Insecte ravageur des aiguilles de cèdre de L'Atlas (ROQUE, 1983).
- *Thaumetopoea bonjeani* (processionnaire du cèdre) Insecte ravageur des aiguilles l'arbre apparaît totalement défeillé et donne l'aspect d'un arbre incendié (ROQUE, 1983).
- *Megastigmus pinsapinis* Attaque les graines, il est le responsable de la perte d'an moins 13% des graines (BARITEAU *et al*, 1994).

Monographie du cèdre de l'Atlas

- *Epinotia cedria* Cause des défoliations périodiques sur les aiguilles, demeurant sur les branches, surtout en hiver.
- *Evertria Bualina schiff* (Tordeuse des pousses du cèdre): Elle élimine la partie non ligneuse des pousses terminales.
- *Cedrobium laportei* (puceron du cèdre) : Cet insecte provoque des dégâts par ses pullulations printanières et automnales, entraînant une défoliation partielle ou totale des arbres et quelquefois la mort des sujets fortement infestés (FARBET et RABASE, 1985).

Tableau 2 : Insectes des cônes du Cèdre dans son aire naturelle (ROQUE, 1983 in MILLE, 1986 ; NAGELEISEN, 2007 ; MOUNA, 1994)

Espèce	Insectes de cônes (graines)	Pays
<i>Cedrus atlantica</i>	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Diorytria peltieri</i> Jaonnis (Lépidoptère, pyralida) - <i>Ernobius fructuum</i> Peyer (Lépidoptère, Pyralida) - <i>Magastigmus Suspevtus</i> var. <i>pinsapinis</i> Hoff (Hyménoptère, Torymidae) - <i>Hapleginella laevifrouus</i> (inflorescences males) - <i>Peyerimhoffi Dejoannis</i> (inflorescences femelle) - <i>Rhodophaea praestantella</i> 	Algérie
<i>Cedrus libani</i>	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Barbara osmana</i> Obr. (Lépidoptère, Pyrczidae) - <i>Ernobius abietis</i> F. (Coléoptère, Anobiidae) - <i>Ernobius anatolicus</i> Johns. (Coléoptère, Attoblidae) - <i>Ernnbius angusticollis</i> Ratz. (Coléoptère, Annibiidae) - <i>Megastigmus schimitschekii</i> Novitz. (Hyménoptère, Torymidae) 	Turquie
	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Megastigmus sp.</i> (Hyménoptère Torymidae) 	Liban
<i>Cedrus brevifolia</i>	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Megastigmus schimitschekii</i> Novitz. (Hyménoptère, Torymidae) 	Chypre

Tableau 3 : Cochenilles rencontrées sur le cèdre (BALACHOWSKY, 1954, in MILLE, 1986).

Espèce	Insectes de cônes (graines)	Pays
<i>Cedrus atlantica</i>	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Diorytria peltieri</i> Jaonnis (Lépidoptère, pyralida) - <i>Ernobius fructuum</i> Peyer (Lépidoptère, Pyralida) - <i>Magastigmus Suspevtus</i> var. <i>pinsapinis</i> Hoff (Hyménoptère, Torymidae) - <i>Hapleginella laevifrouus</i> (inflorescences males) - <i>Peyerimhoffi Dejoannis</i> (inflorescences femelle) - <i>Rhodophaea praestantella</i> 	Algérie
		Maroc

Monographie du cèdre de l'Atlas

<i>Cedrus libani</i>	- <i>Barbara osmana</i> Obr. (Lépidoptère, <i>Pyrczidae</i>) - <i>Ernobius abietis</i> F. (Coléoptère, <i>Anobiidae</i>) - <i>Ernobius anatolicus</i> Johns (Coléoptère, <i>Attobiidae</i>) - <i>Ernobius angusticollis</i> Ratz. (Coléoptère, <i>Anobiidae</i>) - <i>Megastigmus schimitschekii</i> Novitz. (Hyménoptère, <i>Torymidae</i>)	Turquie
	- <i>Megastigmus</i> sp. (Hyménoptère <i>Torymidae</i>)	Liban
<i>Cedrus Brevifolia</i>	- <i>Megastigmus schimitschekii</i> Novitz. (Hyménoptère, <i>Torymidae</i>)	Chypre

2-4-8-2 les champignons

Parmi les champignons qui causent des dégâts redoutables au cèdre, on cite

- **Polyporus officinalis** : Cause des altérations très graves au bois.
- **Armillaria mellea** : Champignon qui attaque surtout les racines et le tronc (BOUDY, 1952).

En plus des insectes et des champignons. On peut citer le sanglier qui peut causer des dommages à la régénération naturelle du cèdre par son mode de nourriture et notamment par le piétinement.

2-4-8-3 Le bétail

Surtout les bovins et les caprins lâché en liberté dans la forêt cause, de terribles dégâts en piétinant et compactant le sol et en broutant les parties terminales des jeunes pousses (BELKHIRI, 1993).

2-4-8-4 L'homme

Par son intervention directe où indirecte sur la forêt, peut agir négativement et causer des dégâts néfastes; ABDESSEMED (1981), indique que le facteur homme reste, sans conteste, l'élément déterminant de la régression du tapis végétal dans les Aurès

2-4-8-5 Les incendies

Sont infiniment moins fréquents et moins graves que dans les Yves et n'entraînent jamais la destruction complète des peuplements (BOUDY, 1950 ; TOTH, 1970).

2-5 Rôle et importance des cédraies

Le cèdre est une essence capable de remplir plusieurs rôles à la fois, et ceci malgré les conditions écologiques souvent difficiles et la surface restreinte qu'il occupe. (TOTH, 1980).

- Maintient d'un équilibre biologique en protégeant et en améliorant le sol (TOTH, 1980).
- Production d'un bois de qualité et en quantité importante (TOTH, 1980).
- Protection contre l'incendie feuillage peut inflammable (ALEXANDRIAN, 1992).
- Arbre de grande valeur esthétique (TOTH, 1980).

Monographie du cèdre de l'Atlas

-Il présente une forte variabilité écologique et phénologique et de la présence d'écotypes ayant une bonne résistance à la sécheresse (TESSIER *et al*, 1993).

Toutes ces qualités d'adaptation aux conditions climatiques et édaphiques de la zone méditerranéenne justifient donc son utilisation importante en reboisement (TOTH, 1980 ; BARRITEAU *et al*, 1994).

2-6 caractéristiques des cédraies

Le cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti) est une espèce montagnarde méditerranéenne caractérisée par un bioclimat humide ou subhumide à hiver froid. Il est représenté par quatre blocs au Maroc:

Cédraie du Rif,

Cédraie du moyen Atlas Oriental,

Cédraie du moyen Atlas Central,

Cédraie du haut Atlas Oriental.

Et trois blocs en Algérie:

Cédraie de l'Ouarsenis,

Cédraie du Djurdjura,

Cédraie des Aurès.

Les communautés végétales de l'espèce sont définies en fonction du bioclimat, de l'altitude et des substrats géologiques. Nous avons:

La cédraie sapinière dans les Babors (*Abies numidica* — *Cedrus atlantica*) et dans le Rif (*Abies maroccana* — *Cedrus atlantica*)

La cédraie à chêne vert dans le Djurdjura et au Moyen Atlas Marocain (*Cedrus atlantica* ; *Quercus ilex* avec *Ilex aquifolium*, *Acer monspessulanum*, *Taxus baccata*)

La cédraie mésophyte dans l'Ouarsenis et moyen Atlas Marocain avec le chêne zen (*Quercus canariensis*, *Quercus suber*, *Taxus baccata* et *Ilex aquifolium*).

La cédraie orophile dans les Aurès et le Moyen Atlas Oriental Marocain avec les genévrier (*Juniperus oxycedrus*, *Juniperus thurifera*, *Pinus halepensis* et des xérophytes épineux). (M'HIRIT, 1982).

II- Présentation de la zone d'étude

1- Présentation du Parc National de Belezma

Le Parc national de Belezma a été créé par le décret 83-326 du 03 Novembre 1983 en vue de préserver l'écosystème contre les dégradations naturelles ou anthropiques. Son environnement recèle d'énormes potentialités naturelles en termes de paysages, d'espèces végétales et animales dont la préservation s'impose. En effet, des ressources inestimables et variées sont soumises à de fortes contraintes et donc facilement destructibles. L'équilibre écologique de cette région est en effet menacé par sa position biogéographique proche du désert, par son relief montagneux et une orogenèse récente et par la pression anthropique.

La superficie du Parc est de 26250 ha dont 16091.9 ha constituant la zone périphérique. Il est situé au Nord-Ouest de la wilaya de Batna, il est compris entre:

*Coordonnées géographiques

35° 32' 40" à 35° 37' 46" de latitude Nord.

5° 55' 10" à 6° 10' 45" de longitude Est.

*Coordonnées Lambert

A l'Ouest	Y = 254,1	Au Nord	Y = 262,5
	X = 782,5		X = 802,0
A l'Est	Y = 363,5	Au Sud	Y = 254,5
	X = 816,0		X = 800,1

Dans la partie boisée du massif montagneux de Belezma. Il présente une configuration allongée d'orientation Sud / Ouest, Nord Est. Il est peu habité, mais il est entouré de grandes agglomérations situées aux piémonts du mont Belezma (Oued-Chaaba, Merouana, Oued elma, Djerma, Sériana, Fesdis). Le Parc national de Belezma est situé sur le territoire de la wilaya de Batna et dépend des communes suivantes Fesdis, Batna, Oued-Chaaba, Merouana, Oued el-ma, Hidoussa, Seriana, Djerma. Il s'agit d'une zone boisée qui souffre d'une dégradation de la forêt. L'espace agricole dans le Parc est relativement faible.

Il est composé de réserves naturelles intégrales, de sanctuaires naturels où l'exploitation des ressources est strictement contrôlée et de zones de gestion des ressources naturelles.

Ce patrimoine joue une fonction écologique très importante en matière de préservation de la biodiversité biologique, de protection des sols, de régulation des eaux et de préservation des patrimoines génétiques, les formations forestières qui le composent sont les derniers remparts contre le désert.

Présentation de la zone d'étude

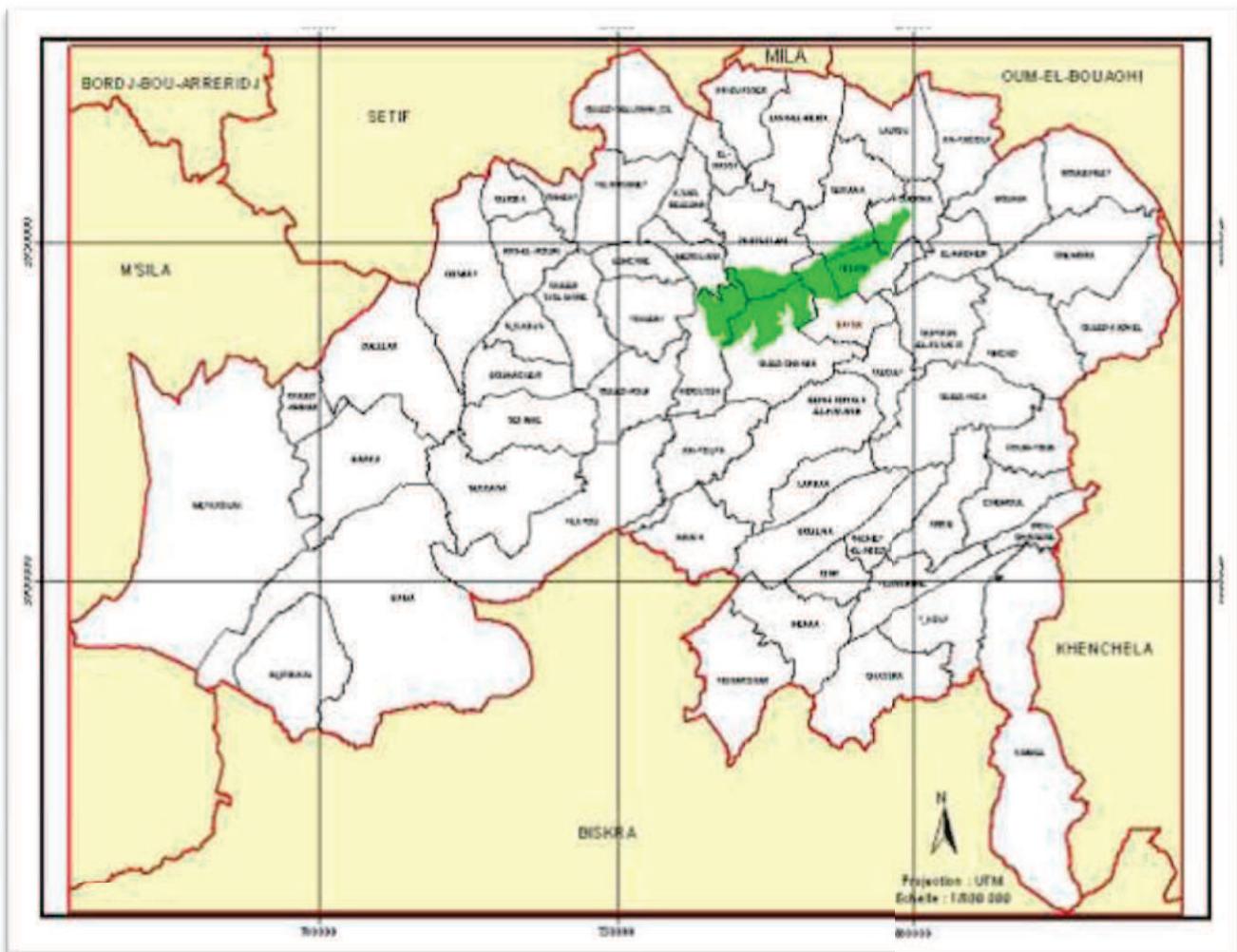


Fig. 4 : Carte de situation du parc Belezma. (LAABED 2006)

2– Caractérisation de la zone d'étude

2-1 Milieu physique

2-1-1 Situation administrative et géographique

Le Parc national de Belezma est situé à 7 km de la ville de Batna. Il s'étend sur une superficie de 26.250 ha. Il représente un territoire de configuration allongée, d'orientation Sud-Ouest et Nord-Est à proximité de la ville de Batna.

Il est limité au Nord par la plaine de Mérouana et Aïn Djasser, à l'Est par la plaine d'El-Madher et à l'Ouest par l'Oued de Barika. (B.N.E.F, 1986).

2-1-2 Relief

Les monts de Belezma constituent un système orographique accidenté. Ces monts sont parallèles et sont séparés par de profondes vallées et constituent les deux principales lignes de crête :

Présentation de la zone d'étude

- La première passe Koudiat Tsouchent, Dj Tuggurt (2090 m), Dj Boumerzoug (1778 m), Dj Kasserou (1641 m), Ce chaînon se prolonge vers la partie Nord-Est périphérique du Parc par Dj Takhabi, Dj Belkherz (1253 m), Dj Baâdach (1161 m) et Dj Sarif (1114m).
- La deuxième ligne de crête qui passe par Dj Boukerouch, Dj Maâgal, DjTarkat (1803 m), Dj Chellala (1748 m), Dj Bourdjem (2074 m), Dj Tichaou (2091 m). (B.N.E.F, 1986).

La zone d'étude, située dans la partie sud du parc national de Belezma, comprend le versant nord de Djebel Tuggurt et le versant sud du Col Telmet. Pour chaque versant 9 parcelles de 625m² (25 x 25 m) ont été retenues et matérialisées.

Djebel Tuggurt : Dans cette localité qui se trouve à une altitude comprise entre 1300 et 2094 mètres, le cèdre est présent sur une superficie de 680 hectares dans les versants nord et nord-ouest. Le déclin touche en général les arbres de plus de 50 ans en moyenne et se présente sous forme diffuse et de la manière suivante:

- des taches constituées généralement de plus d'une dizaine de sujets morts sur pied,
- et des taches où sont mêlées des arbres morts et des arbres vivants.

L'observation des arbres en voie de déclin concorde avec le témoignage des forestiers sur le fait que le dessèchement des arbres commence toujours par la cime avant d'atteindre les branches basses. Par ailleurs, les sondages effectués à Djebel Tuggurt ont permis de constater que la couleur et la densité du feuillage des arbres déclinants sont particulièrement différentes de celles des sujets sains. En effet, la couleur verte des aiguilles tend vers un vert clair et le feuillage est plus clairsemé.

Djebel Col Telmet : La cédraie du Col Telmet semble avoir totalement décliné par rapport à celle du djebel Tuggurt et de Boumerzoug. Tout en étant la seule partie qui contient une cédraie dans une exposition sud ; d'où l'importance qu'elle présente.

Présentation de la zone d'étude

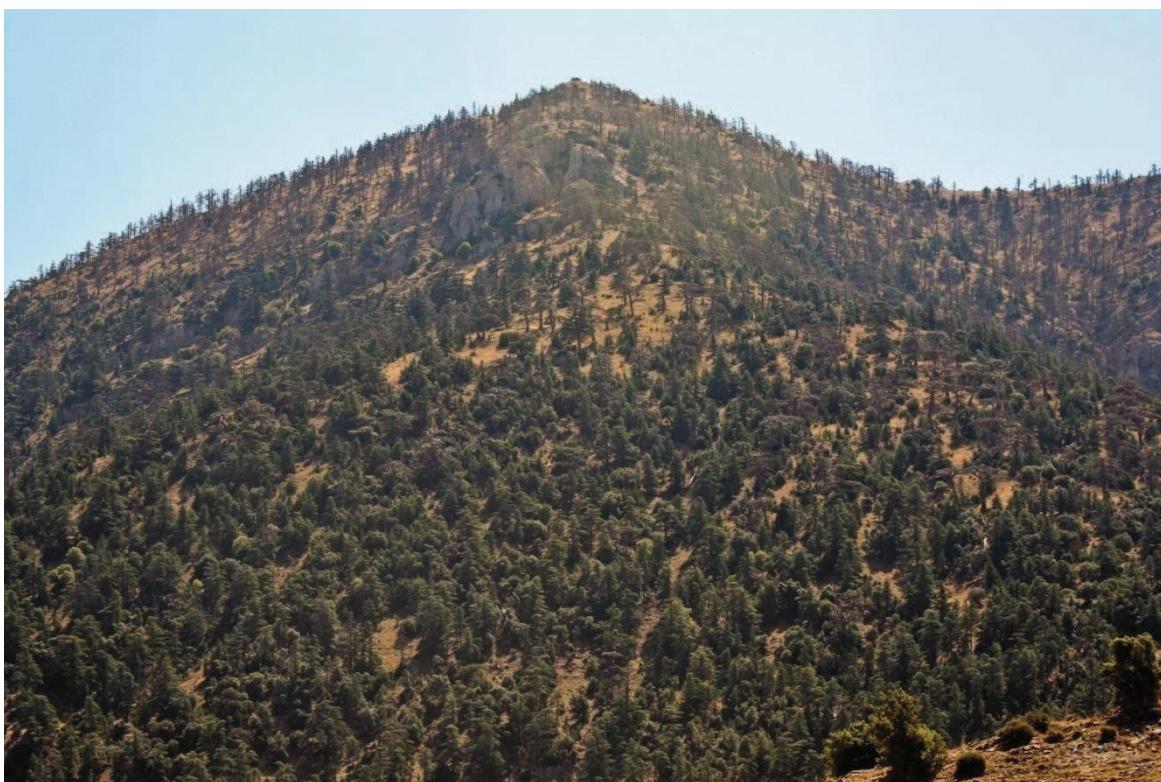


Photo. 2 : Vue d'ensemble du versant nord du djebel Tuggurt. Photo HAC.

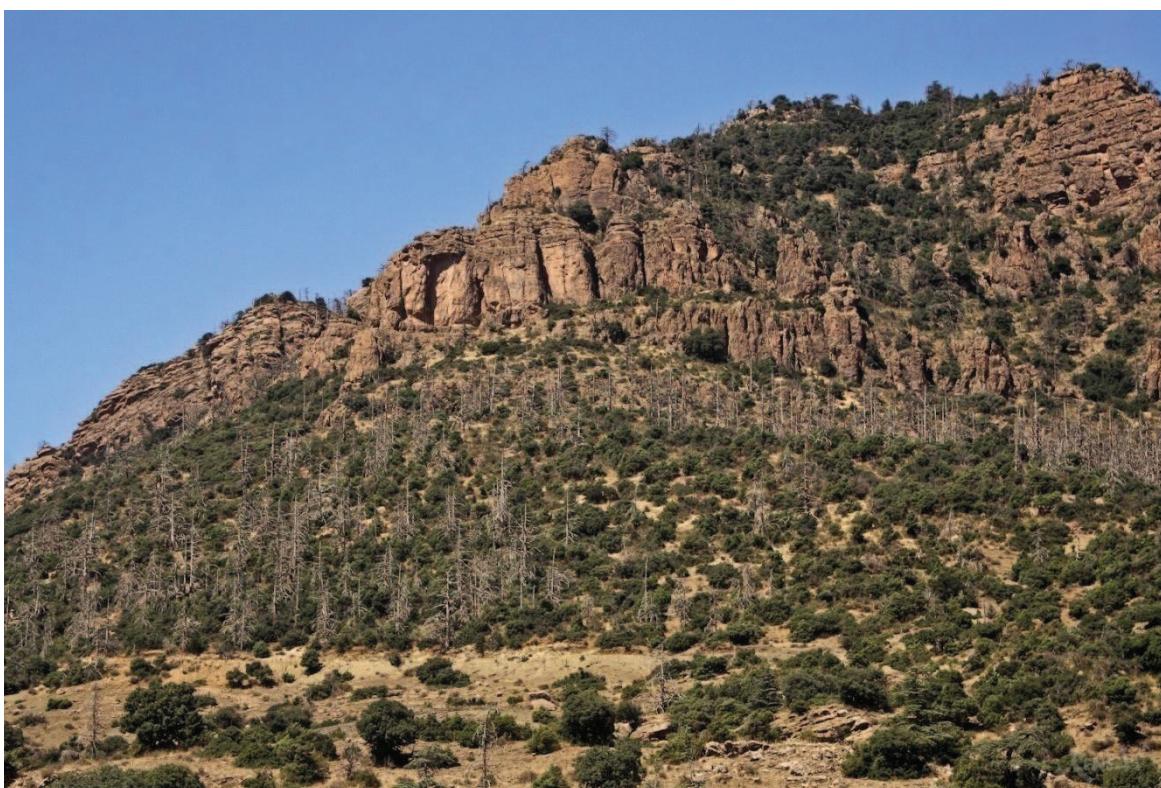


Photo. 3 : Vue d'ensemble du versant sud du Col Telmet. Photo HAC.

Présentation de la zone d'étude

2-1-3 L'altitude

Dans tout le territoire du Parc de Belezma, l'altitude dépasse les 1000 m, soit 77,4 % de la superficie du Parc est constituée par des terrains dont l'altitude est supérieure à 1400 m ; 10 % environ sont supérieurs à 1800 m et seulement 1,4 % varient entre 1000 et 1200 m.

Le tableau suivant illustre la répartition des terres par classe d'altitude et leurs pourcentages respectifs par rapport à la superficie totale.

Tableau 4 : Répartition des terres par classe d'altitude en % par rapport à la superficie totale.

(B.N.E.F, 1986)

Altitude en m	Pourcentage (%)
1000-1200	1,4
1200-1400	21,2
1400-1600	37,1
1600-1800	30
1800-2000	9,6
>2000	0,7

La zone d'étude présente une altitude minimale de 1200 m et un sommet de 2127 m.
(FAO, 1971).

2-1-4 La pente

Le tableau ci-dessous résume les superficies en relation avec les pentes qui caractérisent le terrain de Parc de Belezma.

Tableau 5 : La répartition des terres par classe de pente par rapport à la superficie totale.

(B.N.E.F, 1986)

Classe de Pente (%)	Superficie en ha	Pourcentage (%)
0 - 3 %	0	0,0
3 - 12,5 %	798.75	7,1
12,5 – 25 %	652.50	5,8
>25 %	9.798.75	87,1
Total	11.250.00	---

Il montre que 87,1 % de la superficie totale du Parc est caractérisée par des pentes fortes supérieures à 25 % ; de même, environ 50 % sur le haut des versants de Dj Bourdjem, Dj Tuggurt, et le Dj Boumerzoug, la pente est supérieure 30%. (B.N.E.F, 1986).

1-2-1-5 L'exposition

L'orientation est comme suit (F.A.O, 1971):

Nord-Ouest : 53 % du total

Nord-Est : 29,1 %

Nord : 1,6 %

Est, Ouest, Sud-Ouest, Sud-Est : 15,6 %.

Présentation de la zone d'étude

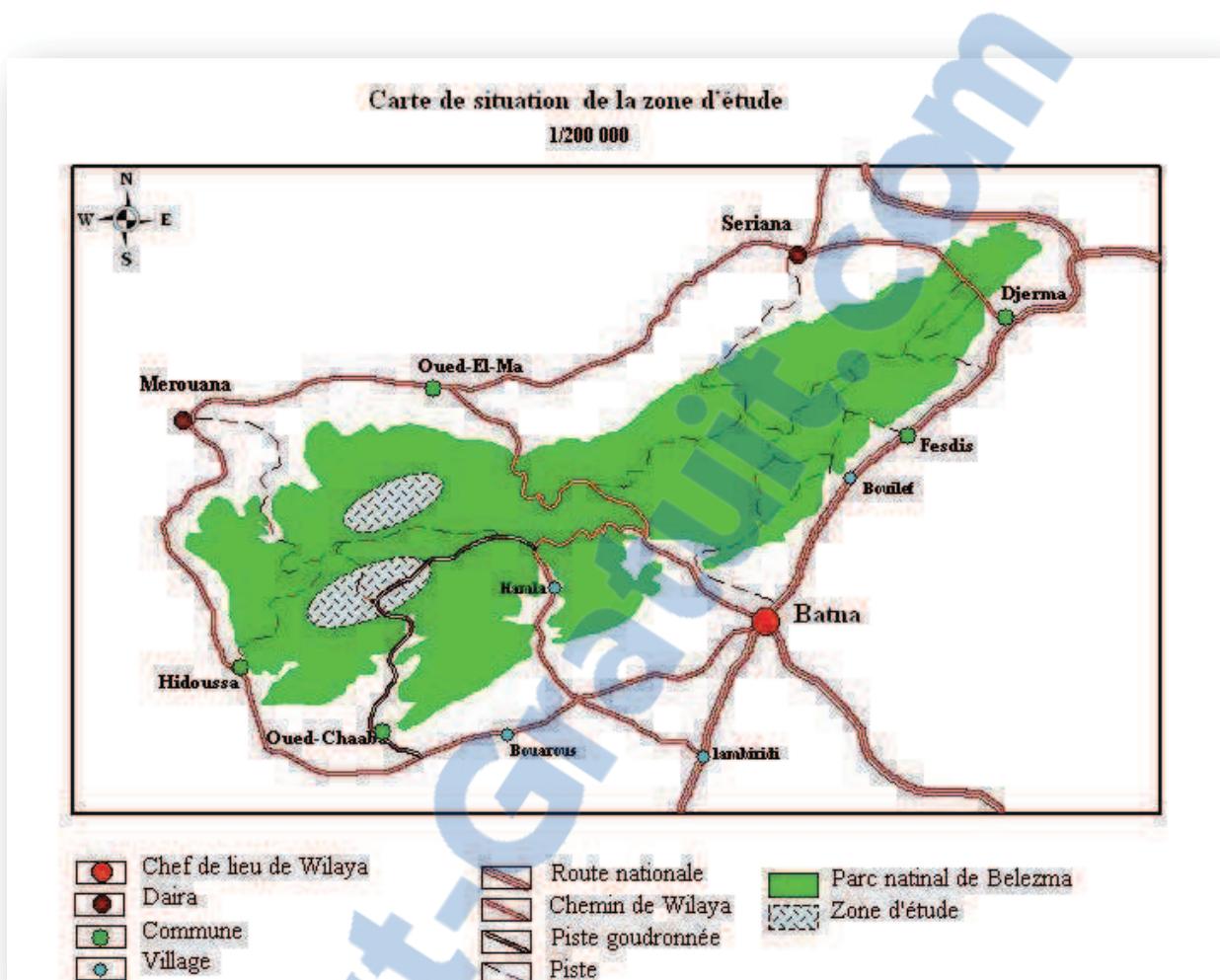
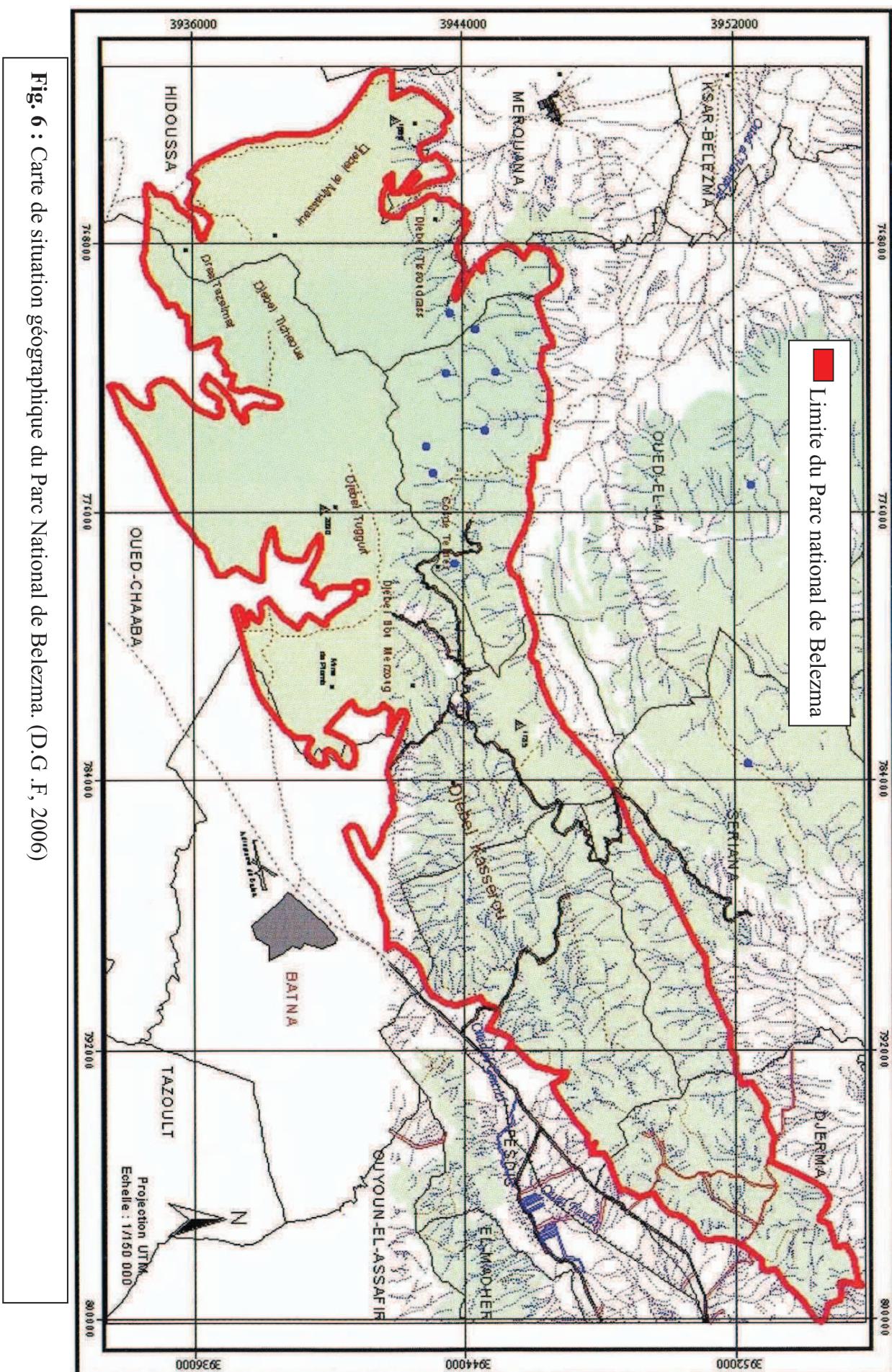


Fig. 5 : Carte de situation de la zone d'étude. Carte HAC MapInfo.

Présentation de la zone d'étude



Présentation de la zone d'étude

2-1-6 Géologie

Les Dj Tuggurt et Dj Boumerzoug sont formés de calcaire dolomitique du Lias, dont le pendage est Nord, Nord-Ouest, cette formation est surmontée par des terrains du jurassique moyen, peu développés et surtout par les marnes et les calcaires marneux (jurassique supérieur) qui forment les versants Nord de ces deux montagnes.

On peut distinguer trois types de roches mères dans la zone d'étude ; Dj Boumerzoug repose sur des marnes dans la partie inférieure et des calcaires en sa partie supérieure. Dj Tuggurt repose sur des marnes dans sa partie inférieure, sur des calcaires dans sa partie centrale et des grés dans sa partie supérieure. (ABDESSEMED, 1981).

2-1-7 Pédologie

D'après les travaux d'ABDESSEMED (1981), les sols de la région sont caractérisés par leur jeunesse relative, leur épaisseur ainsi que leur faible degré d'évolution, il existe dans notre zone d'étude :

- Les sols bruns calcaires : Ils sont représentés dans le bas versant de Dj Tuggurt et du Dj Boumerzoug à des altitudes allant de 1400 à 1600 m.
- Les sols bruns peu calcaires : Ils se trouvent sur Dj Chellala et dans la région de Theniet El Gontas. Ces sols dominent les versants Nord à partir de 1700 m, Ils se retrouvent notamment sous cédraies pures.
- Les rendzines : Ces sols se rencontrent sur Dj Tichaou et Dj Tuggurt sur des pentes allant de 1600 à 1800 m d'altitude.
- Les rendzines dolomitiques : Ces sols sont moins représentés au Belezma, ils se localisent sur des dolomies et sur les cédraies les plus sèches.

Présentation de la zone d'étude

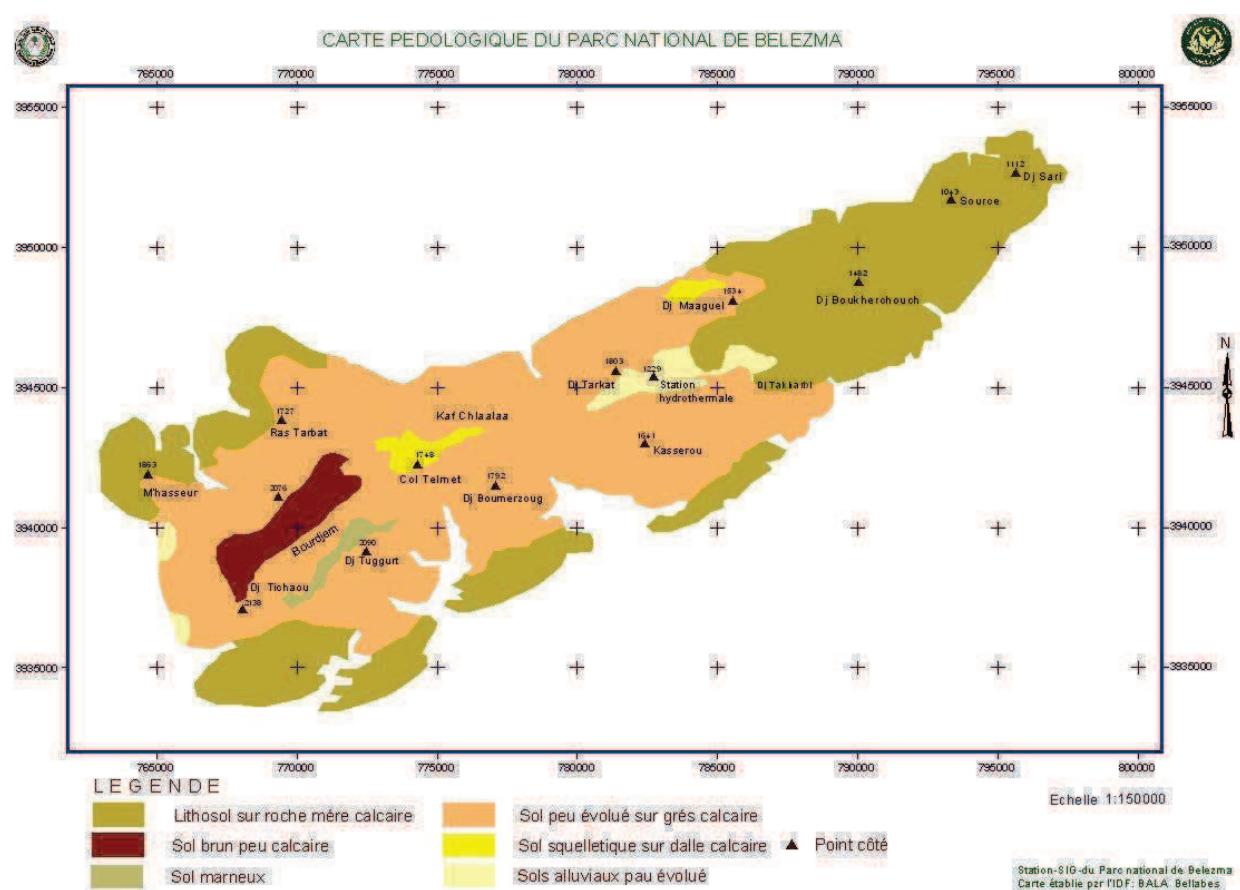


Fig. 7 : Carte géologique du parc Belezma (station SIG- PNB Bala Belabes)

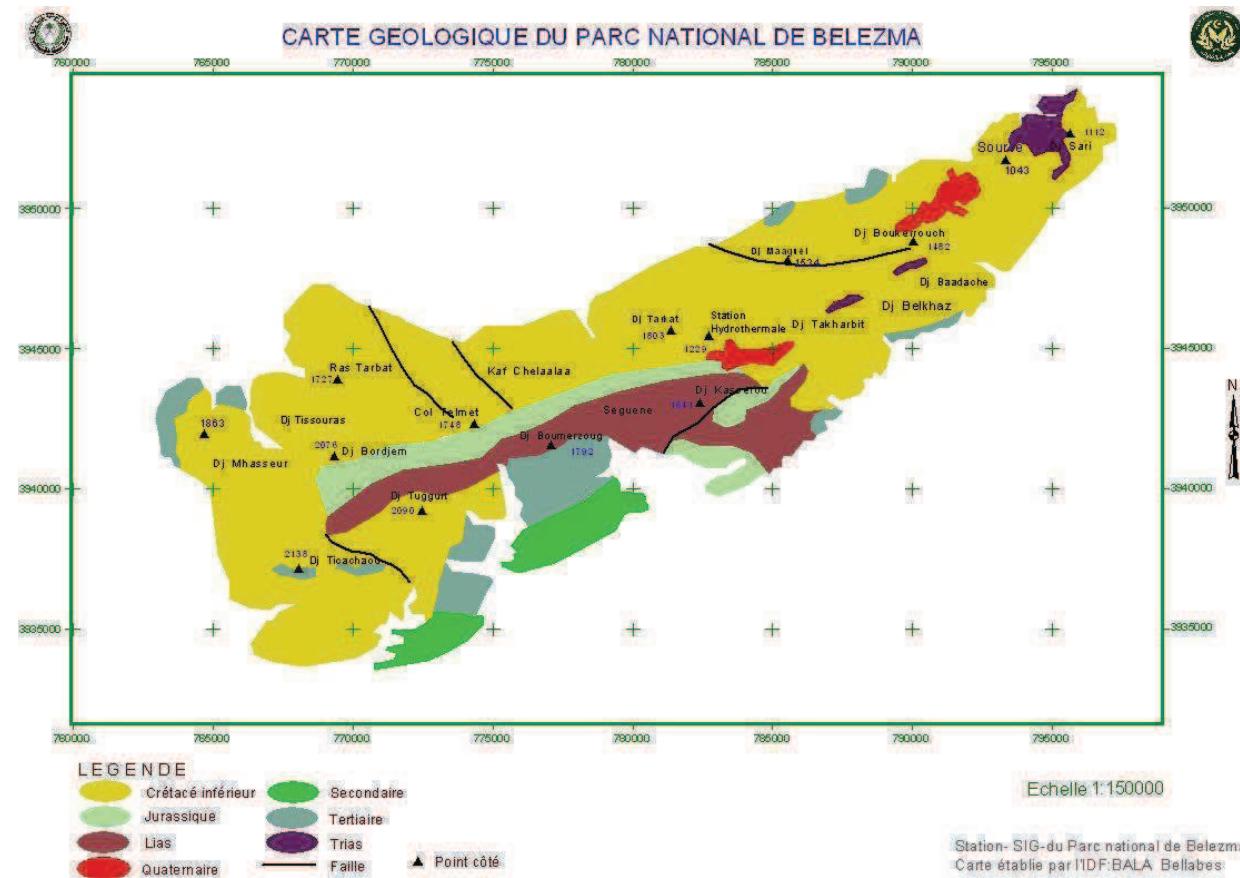


Fig. 8 : carte pédologique du PNB (station SIG-PNB Bala Belabes)

Présentation de la zone d'étude

2-1-8 Hydrologie

Le réseau hydrographique du Parc est simple et peu dense, il est essentiellement alimenté par plusieurs sources.

Les deux lignes de crêtes des monts de Belezma matérialisent deux principales lignes de partage des eaux, déterminant ainsi deux réseaux hydrographiques distincts :

Au Nord : les réseaux se répartissent sur le versant Nord de la deuxième ligne de crête. Ses cours d'eau constituent les affluents de deux principaux Oueds : Oued Ketami (Dj Maâgal et Dj Tarkat) et Oued Hrakta (Dj Tichaou, Bourdjém et Kef Chellala).

Au Sud : les Oueds s'écoulent en direction Sud. Ils prennent naissance au centre du massif et au bas versant Nord de la première ligne de crête et débouchent sur la dépression de Batna par les affluents suivants : Oued Nefla, Oued Hamla, Oued Sken, Oued Eddechera et Bouilef. Le débit des Oueds est relativement important en hiver et au printemps mais presque nul durant la période estivale. (B.N.E.F, 1986).

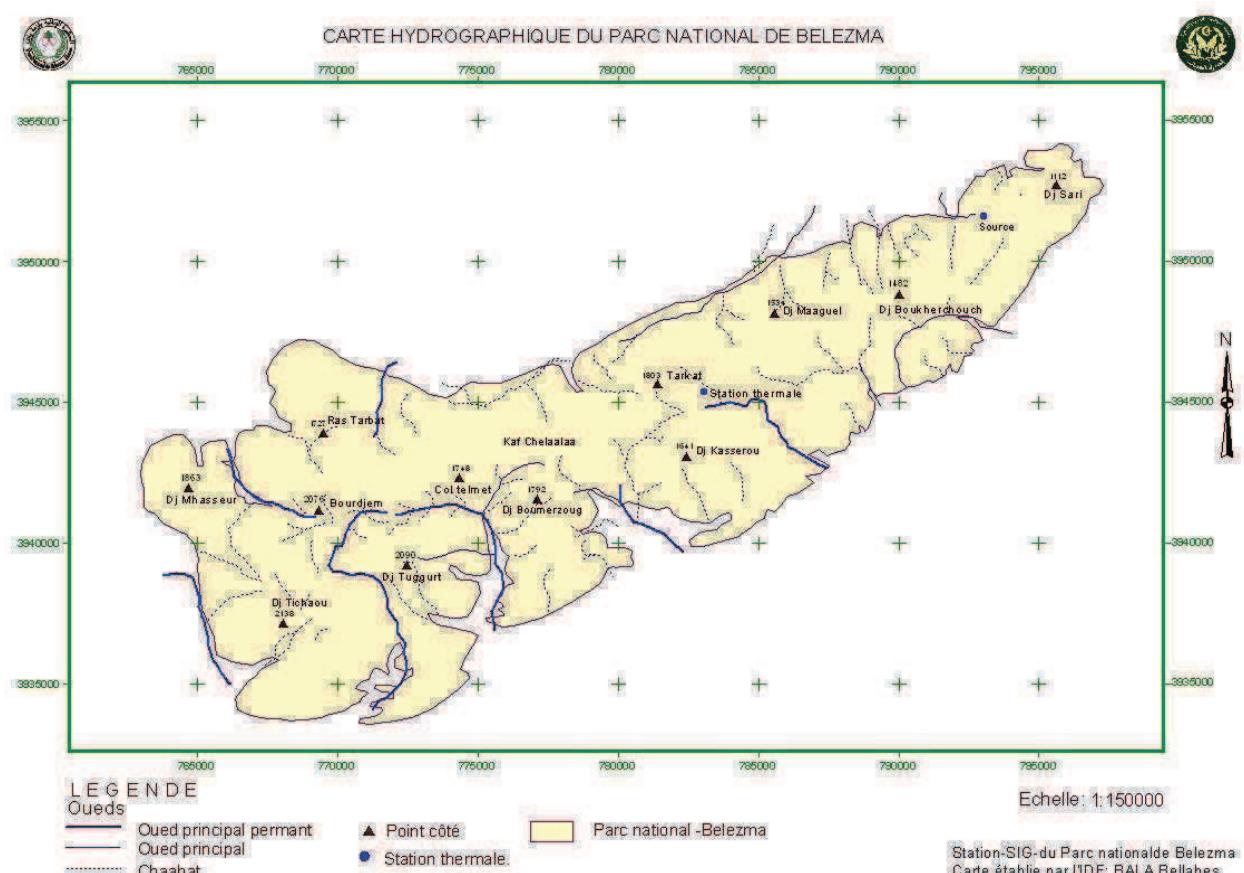


Fig. 9 : carte hydrologique du PNB (station SIG-PNB Bala Belabes)

Présentation de la zone d'étude

3- Étude climatique

Le climat a une incidence sur le développement des végétaux, mais son étude dans la région de Belezma est difficile à cause du manque de données météorologiques, complètes et fiables. En effet, les nombreuses stations existantes ne donnent en réalité que des données fragmentaires.

1-3-1 Températures

Pour déterminer les températures au sein du Parc, il est nécessaire de procéder à des calculs par extrapolation des données de référence, enregistrées à la station de Batna selon SELTZER (1946)

Tableau 6 : températures moyennes de 1975-2007(°C)

	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sep	Oct	Nov	Déc	MOY
T°C	5.24	8.53	9.36	12.38	17.36	22.28	26.12	25.86	20.95	16.42	9.95	6.5	15.07

L'analyse au préalable des données thermiques de la station Batna , montre l'existence d'un hiver froid très vigoureux comportant une moyenne de 5,24°C en Janvier et un été chaud durant la saison estivale une moyenne de 26,12°C en Juillet.

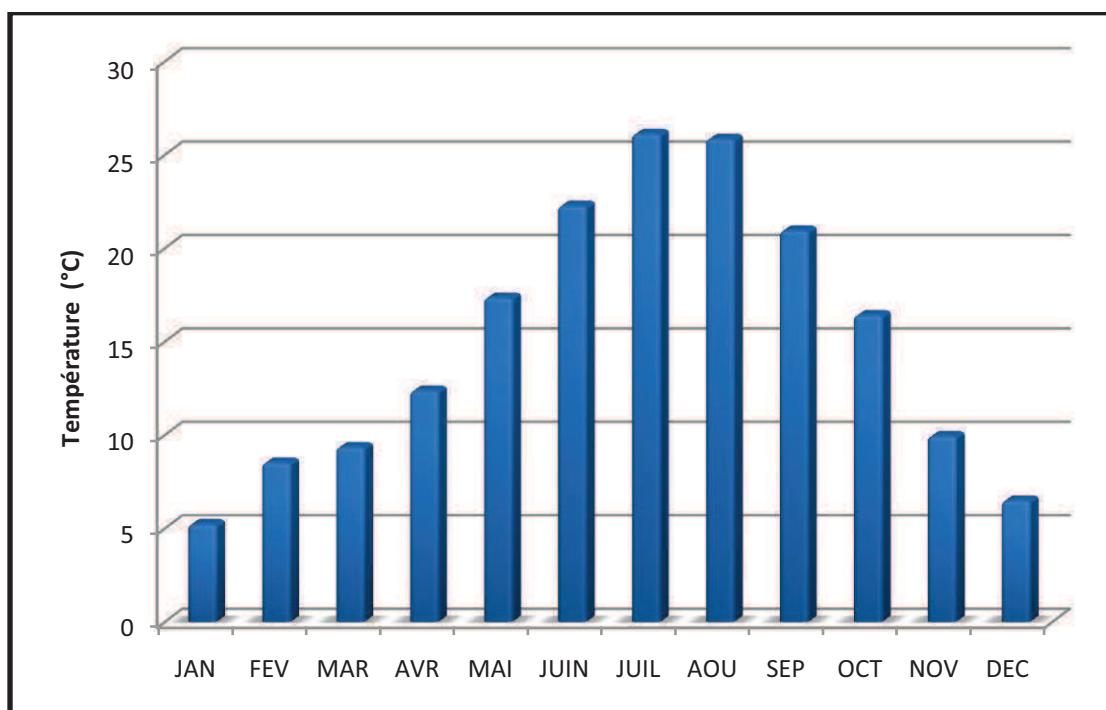


Fig. 10 : Diagramme des températures mensuelles 1975-2007 (station de Ain skhouna)

Présentation de la zone d'étude

3-2 Pluviométrie

3-2-1 Précipitations

Les pluies constituent une forme de précipitation qui agit par leur intensité sur la répartition et sur le développement végétale. Dans une zone donnée, la pluviométrie croît avec l'altitude et l'exposition.

Vu le relief montagneux qui caractérise le Parc de Belezma et l'absence de station météorologique en altitude, une extrapolation des données pluviométriques s'avère nécessaire. SELTZER (1946) préconise une élévation de 20 mm pour la même altitude pour le versant Sud.

Tableau 7: précipitation mensuelles 1975-2007 (station de Ain Skhouna)

	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sep	Oct	Nov	Déc	MOY
P (mm)	28.6	26.8	33.4	33.1	37.9	17.7	7.8	16.5	37.5	24.7	30.5	32.1	27.2

D'après le tableau, les précipitations sont relativement abondantes au printemps et présentent un maximum au mois de Mai avec 37,9 mm de pluie ; l'automne et l'hiver sont encore plus pluvieux et présentent le maximum en Septembre et Décembre avec 37,5 mm et 32,1 mm.

Il apparaît que l'été est la saison la moins pluvieuse, on remarque que les mois d'Août et de Juillet sont encore assez pluvieux et une nette baisse est obtenue au mois de Juillet.

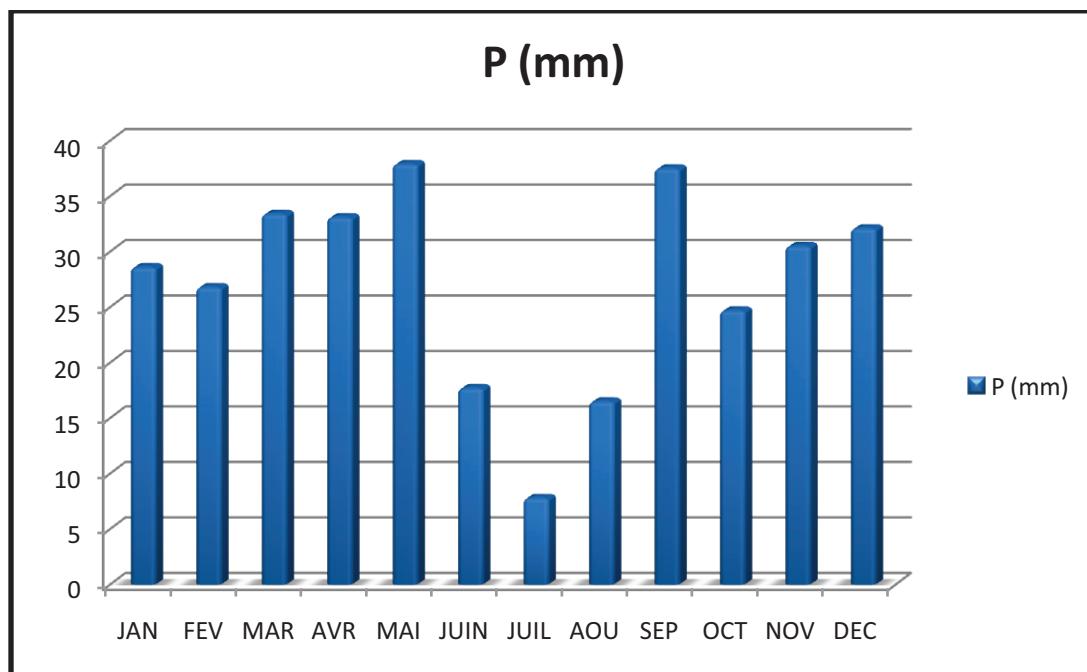


Fig. 11 : Diagramme des précipitations mensuelle 1975-2007 (station de Ain skhouna).

Présentation de la zone d'étude

3-2-2 La neige

La neige joue le rôle de régulateur des écoulements superficiels. La neige par sa lenteur de fonte, alimente mieux les nappes en eau et met à la disposition des végétaux le maximum d'eau possible par rapport aux autres formes de précipitation hydrique.

Tableau 8 : Nombre des jours de neige 1974 - 2004 (Station d'Ain Skhouna, 2004).

	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sep	Oct	Nov	Déc	annuel
Neige	3	3	2	1	0	0	0	0	0	0	1	2	12

Les données du tableau indiquent que la neige est fréquente du mois de Décembre à Mars.

3-2-3 La grêle

Les grêles peuvent fortement endommager les végétaux par leur action mécanique et provoquent également des effets de refroidissement brusques.

Tableau 9 : Nombre des jours de grêle 1974 - 2004 (Station d'Ain Skhouna, 2004).

	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sep	Oct	Nov	Déc	annuel
Grêle	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11

D'après les données de la station d'Ain Skhouna 2004, on estime que leur fréquence est 11 jours par an.

3-2-4 La gelée

C'est un phénomène qui commence à une température inférieure à 10°C, elle joue un grand rôle dans la germination des graines et par conséquent dans la régénération du cèdre de l'Atlas. TOTH (1978).

Tableau 10 : Nombre des jours de gelée 1974 - 2004 (Station d'Ain Skhouna, 2004).

	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sep	Oct	Nov	Déc	
Gelée	12	8	4	3	1	0	0	0	0	1	6	11	

On remarque que les gelées apparaissent à partir du mois d'Octobre et atteignent une fréquence maximale en Janvier.

4 - Autres facteurs climatiques

4-1 Le vent

D'après ABDESSEMED (1981), la région est soumise à des vents chargés de pluies versant du Nord-Ouest, Les vents du sud-ouest (sirocco) sont secs et chauds.ils provoquent une chute

Présentation de la zone d'étude

brutale de l'humidité et une augmentation notable de la température. Le maximum de sa fréquence à lieu généralement entre juin et juillet.

Tableau 11: Vent mensuel moyennes (m/s et 1/10)

	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	JUIL	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc	Moy
Vent	3.39	3.65	3.75	3.96	3.77	3.75	3.78	3.55	3.17	3.06	3.28	3.49	3.54

4-2 L'humidité

Selon QUEZEL (1957), L'humidité de l'air par ses écarts est l'un des facteurs climatiques importants des massifs montagneux dans la méditerranée,

L'humidité relative contribue à la diminution des risques d'incendie, elle croît à partir du sol pour atteindre 100 % au niveau des couches nuageuses. HALIMI (1980).

Tableau 12 : Humidité moyenne de l'air 1974 - 2004 (Station d'Ain Skhouna, 2004).

	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	JUIL	Août	Sep	Oct	Nov	Déc
Humidité	73	70	65	63	59	50	40	43	58	65	72	75

Les données du tableau ci-dessus indiquent que les mois les plus froids, Novembre, Décembre, Janvier, Février sont caractérisés par des humidités supérieures à 60 %, tandis que la période estivale (Juin, Juillet, Août) est caractérisée par des humidités inférieures à 50 %.

5- Synthèse climatique

Le climat d'une station donnée résulte de l'interaction de nombreux facteurs et essentiellement les températures et les précipitations. De nombreux indices et formules ont été élaborés pour le caractériser ; le diagramme ombrothermique de GAUSSEN et le quotient pluviométrique d'EMBERGER permettent de synthétiser les données.

5-1 Diagramme ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN

Ces deux auteurs définissent un mois sec comme étant le mois où P (mm) est inférieure ou égale à 2 T°C, HALIMI (1980) et pour déterminer la suite des mois successifs BAGNOULS et GAUSSEN (1957), ont établit un diagramme où les mois figurent en abscisses, les précipitations en ordonnées à droite et les températures moyennes en °C en ordonnées à gauche avec une échelle double de celle des précipitations.

Les graphiques ainsi obtenus permettent de déterminer l'importance de la sécheresse.

Présentation de la zone d'étude

Tableau 13 : Les moyennes de température des précipitations dans la région (1975 à 2007)

	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUIN	JUIL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC
T°C	5.24	8.53	9.36	12.38	17.36	22.28	26.12	25.86	20.95	16.42	9.95	6.5
P (mm)	28.6	26.8	33.4	33.1	37.9	17.7	7.8	16.5	37.5	24.7	30.5	32.1

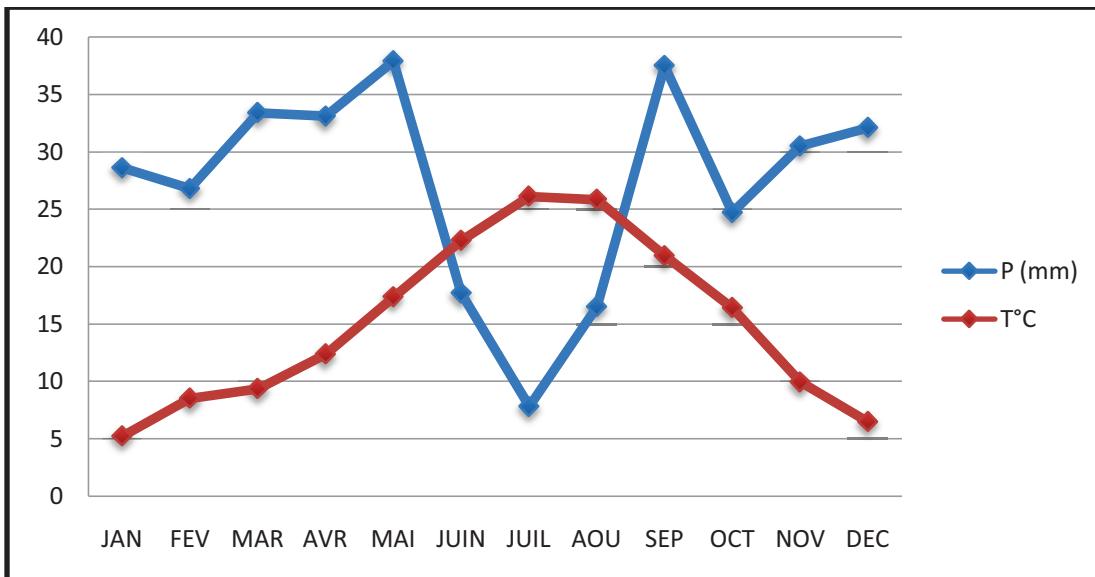


Fig. 12 : Diagramme ombrothermique de la station de référence (Ain Skhouna).

Ce diagramme montre que pour la ville de Batna, la saison sèche débute de Mai jusqu'à Septembre (dure plus de 4 mois) avec des températures élevées et des précipitations très basses.

5-2 Climagramme d'EMBERGER : STEWART (1969)

En se basant sur la formule d'EMBERGER, Stewart (1969) avait montré que l'équation peut s'écrire ainsi:

$$Q_2 = 3,43 \frac{P}{M - m}$$

Q_2 : le quotient pluviométrique d'EMBERGER.

P : précipitation moyenne annuelle (mm/an).

M : moyenne des maximums du mois le plus chaud ($^{\circ}\text{C}$).

m : moyenne des minima du mois le plus froid ($^{\circ}\text{C}$).

Le calcul du quotient d'EMBERGER permet d'obtenir la valeur : $Q_2 = 37,7$.

Plusieurs auteurs parmi EMBERGER, ont combiné le quotient qui permet une classification des milieux en étages climatiques et la moyenne des minima extrêmes qui permet une classification en sous étages pour dresser un climagramme divisé en étages et sous étages.

Dans ce climagramme, les quotients sont rapportés en ordonnées et les températures en abscisses.

Présentation de la zone d'étude

Le Climagramme d'Emberger montre que Batna classée dans l'étage semi-aride à hiver frais.

Climagramme d'EMBERGER de la station de référence (Ain skhouna à Batna)

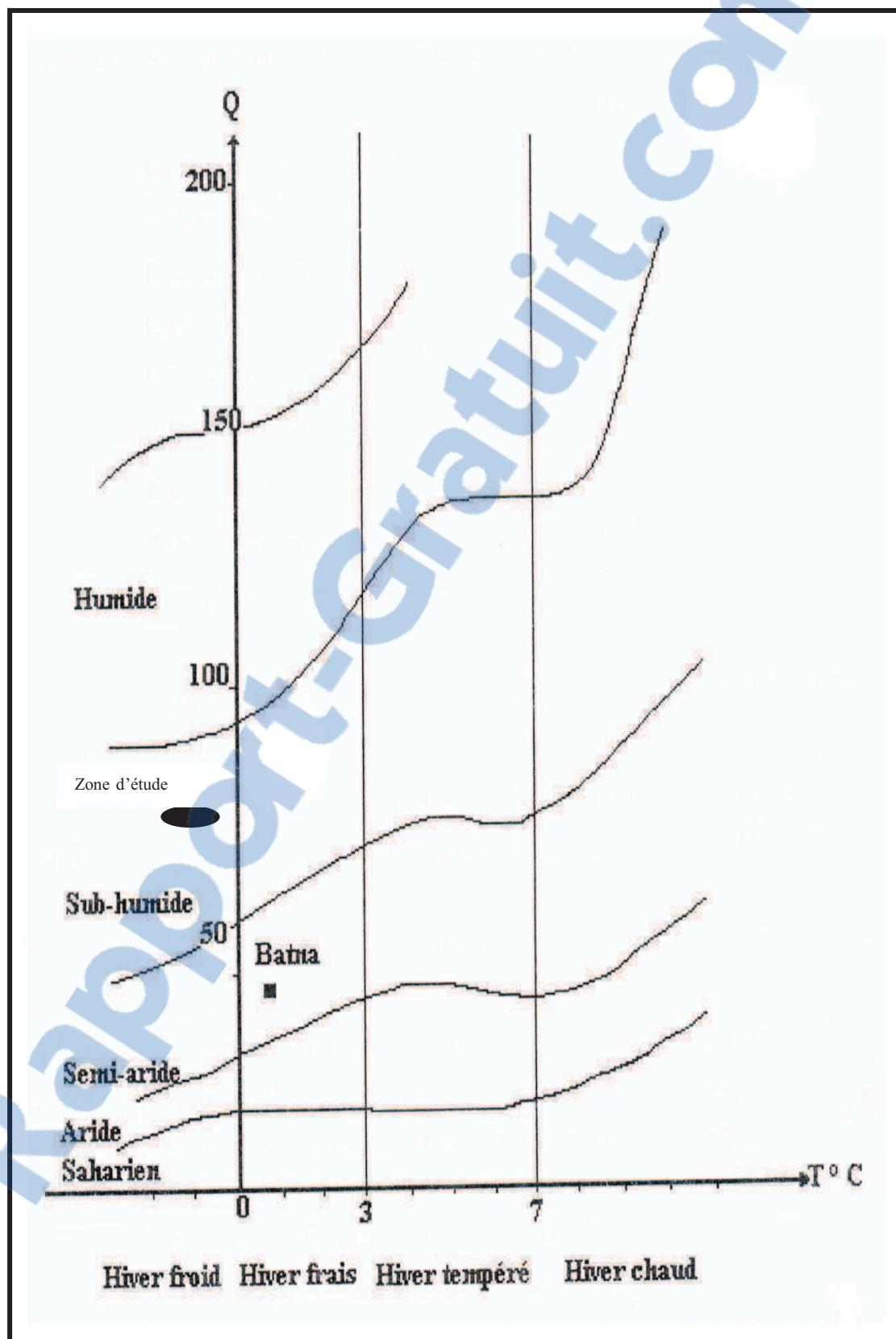


Fig. 13 : Climagramme d'Emberger (Stwart 1969).

Présentation de la zone d'étude

5-3 Le quotient et l'étage bioclimatique selon l'altitude

* Exposition Sud : (**Tableau 14**). (Station d'Ain Skhouna).

Stations	M en °C	m en °C	P en mm	Q ₂	Étage
Ain Skhouna (827 m)	32,9	0,8	350,8	37,7	S. A. h frais
1350 m	29,24	-1,55	455,4	50,73	S. H. h froid
1320 m	29,45	-1,42	449,4	49,93	S. H. h froid
1330 m	29,38	-1,46	451,4	50,20	S. H. h froid
1380 m	29,03	-1,69	461,4	51,51	S. H. h froid
1420 m	28,75	-1,87	469,4	52,58	S. H. h froid
1405 m	28,86	-1,8	466,4	52,17	S. H. h froid
1450 m	28,54	-2	475,4	53,39	S. H. h froid
1375 m	29,07	-1,66	460,4	51,38	S. H. h froid
1454 m	28,51	-2,02	476,2	53,50	S. H. h froid

*Exposition Nord : (**Tableau 15**). (Station d'Ain Skhouna).

Stations	M en °C	m en °C	P en mm	Q ₂	Étage
Ain Skhouna (827 m)	32,9	0,8	350,8	37,7	S. A. h frais
1270 m	29,8	-1,19	439,4	49,6	S. H. h froid
1320 m	29,45	-1,42	449,4	49,93	S. H. h froid
1335 m	29,35	-1,48	452,4	50,33	S. H. h froid
1405 m	28,86	-1,8	466,4	52,17	S. H. h froid
1415 m	28,79	-1,84	468,4	52,45	S. H. h froid
1460 m	28,47	-2,05	477,4	53,65	S. H. h froid
1510 m	28,12	-2,27	487,4	55,01	S. H. h froid
1585 m	27,60	-2,61	502,4	57,04	S. H. h froid
1605 m	27,46	-2,7	506,4	57,59	S. H. h froid

Selon les altitudes présentées dans les tableaux on remarque que l'étage bioclimatique du versant Nord est le même tout au long des différentes altitudes, il en est de même pour le versant Sud qui correspond à l'étage Sub-humide à hiver froid.

Présentation de la zone d'étude

Conclusion

L'analyse bioclimatique montre que la zone appartient à l'étage bioclimatique subhumide inférieur caractérisée par des conditions climatiques très sévères, surtout pendant la saison estivale, ce qui est dû à l'augmentation des valeurs de la température et la sécheresse causées par le vent qui souffle du Sud (Sirocco).

La température et les précipitations jouent un rôle très important dans la répartition des espèces végétales ou animales et nous pouvons observer que la température a subit une hausse significatifs entre 1975 et 2007 de l'ordre de 2.28°C et les fluctuations des précipitations en comparant la période Seltzer (1913-1938) et la période (1975-2005) et les résultats sont respectivement pour la périodes de Seltzer de 353 mm/an et de 326.6 mm/an pour la seconde période, donc il y a une diminution de 26.4 mm/an entre les deux périodes.



III- Généralité Sur le déperissement forestier

1- Introduction

Au préalable une définition du terme déperissement s'impose pour éviter toute mauvaise interprétation qui en découle. Le déperissement est avant tout un terme de symptomatologie qui traduit « une altération durable de l'aspect extérieur des arbres (mortalité d'organes pérennes, réduction de la qualité et la quantité du feuillage) et une réduction de la croissance. La mort d'un certain nombre de sujets est observée mais l'issue n'est pas obligatoirement fatale même si la situation est préoccupante » (DELATOUR, 1990).

Il ressort de cette explication que c'est un « phénomène complexe évolutif, dans lequel interviennent des facteurs de plusieurs types : prédisposant, déclenchant et aggravant en partie interchangeables » (SINCLAIR, 1964 et 1967; MANION, 1981).

Les causes sont multiples mais c'est surtout la sécheresse qui émerge, celle de l'année 2003, d'importants déperissements ont été observés et par ailleurs confirmés dans plusieurs pays voisins, dont l'Europe de l'est et au Canada. Le déperissement est un problème de plus en plus préoccupant au regard des périodes de sécheresse et vu son évolution et par conséquent sa gravité induite par des taux de croissance faibles et une forte mortalité.

2- Généralités sur le déperissement forestier

Le « déperissement » est avant tout un terme symptomatologique qui traduit une altération durable de l'aspect extérieur des arbres (mortalité des organes pérennes, réduction de la qualité et de la quantité des feuilles), et une diminution de la croissance. La mort d'un certain nombre d'individus n'est pas obligatoirement un signe de fatalité pour le peuplement, même si la situation est préoccupante (DELATOUR, 1990 et NAGELEISEN, 2006 in LE MEIGNEN et MICAS, 2008).

Pour ZINE EL ABIDINE (2003), BADRAOUI et ASSALI (2007), en terme de symptomatologie, les déperissements forestiers sont définis comme étant « des phénomènes causés par un ensemble de facteurs interagissant et se succédant d'une façon particulière entraînant ainsi une détérioration générale et graduelle de la santé de l'arbre dont l'issue n'est pas toujours fatale.

Pour MANION (1981) in CIESLA (1993), ce sont des phénomènes complexes évolutifs qui résultent de « l'interaction de facteurs abiotiques et biotiques intervenant dans un ordre spécifique pour provoquer une détérioration progressive qui se solde souvent par la mort des arbres ». Ce phénomène touche aussi bien les espèces forestières que celles fruitières à noyaux (cas de l'abricotier dans la région de N'Gaous en Algérie).

Le dépérissage forestier

Parmi les principales espèces forestières du pourtour méditerranéen concernées ces dernières décennies par ce phénomène, on note le cèdre de l'Atlas en Afrique du Nord (BENABID, 1994 ; BADRAOUI et ASSALI, 2007 ; BENTOUATI, 2008), plusieurs espèces de Pin au Maroc (ZINE EL ABIDINE, 2003) en France (RIGOLOT, 2008 ; LE MEIGNEN et MICAS, 2008 ; DENTAND, 2008), certaines espèces de chêne (surtout chêne liège) en France (RIGOLOT, 2008. GARRIGUE *et al*, 2008) en Espagne au Portugal et au Maroc (VARELA, 2008), le hêtre et le sapin en France (RIGOLOT, 2008 ; GARRIGUE *et al*, 2008 ; MICAS 2008; DENTAND, 2008).

Les symptômes du dépérissage forestier sont multiples et variables selon l'espèce. De même l'appréciation de l'intensité et de la date du commencement du dépérissage est difficile et subjective, donc aléatoire. Pour le Département de la Santé, des Forêts Françaises, un arbre est dépourissant quand son houppier perd plus de 50 % de ses ramifications (mortalité, chute, réduction) (NAGELEISEN, 2006 in LE MEIGNEN et MICAS, 2008).

Par ailleurs il est délicat d'identifier à partir des symptômes, les facteurs qui sont en cause (CIESLA, 1993). Certains symptômes peuvent être attribués à plusieurs facteurs différents.

CIESLA (1993) rapporte que parmi les symptômes associés aux déperissements, on observe le ralentissement de la croissance, la régénération des systèmes racinaires, la réduction des réserves nutritives, le jaunissement ou l'atrophie des feuilles, la chute des feuilles; la mort des branches, les rejets d'eau par les bourgeons adventifs et enfin, la mort de l'arbre.

Selon ZINE EL ABIDINE (2003), MANION (1981) in CIESLA (1993) et BADRAOUI et ASSALI, (2007), les facteurs intervenant dans les déperissements peuvent être classés en trois (03) groupes illustrés par la figure :

Le dépérissement forestier

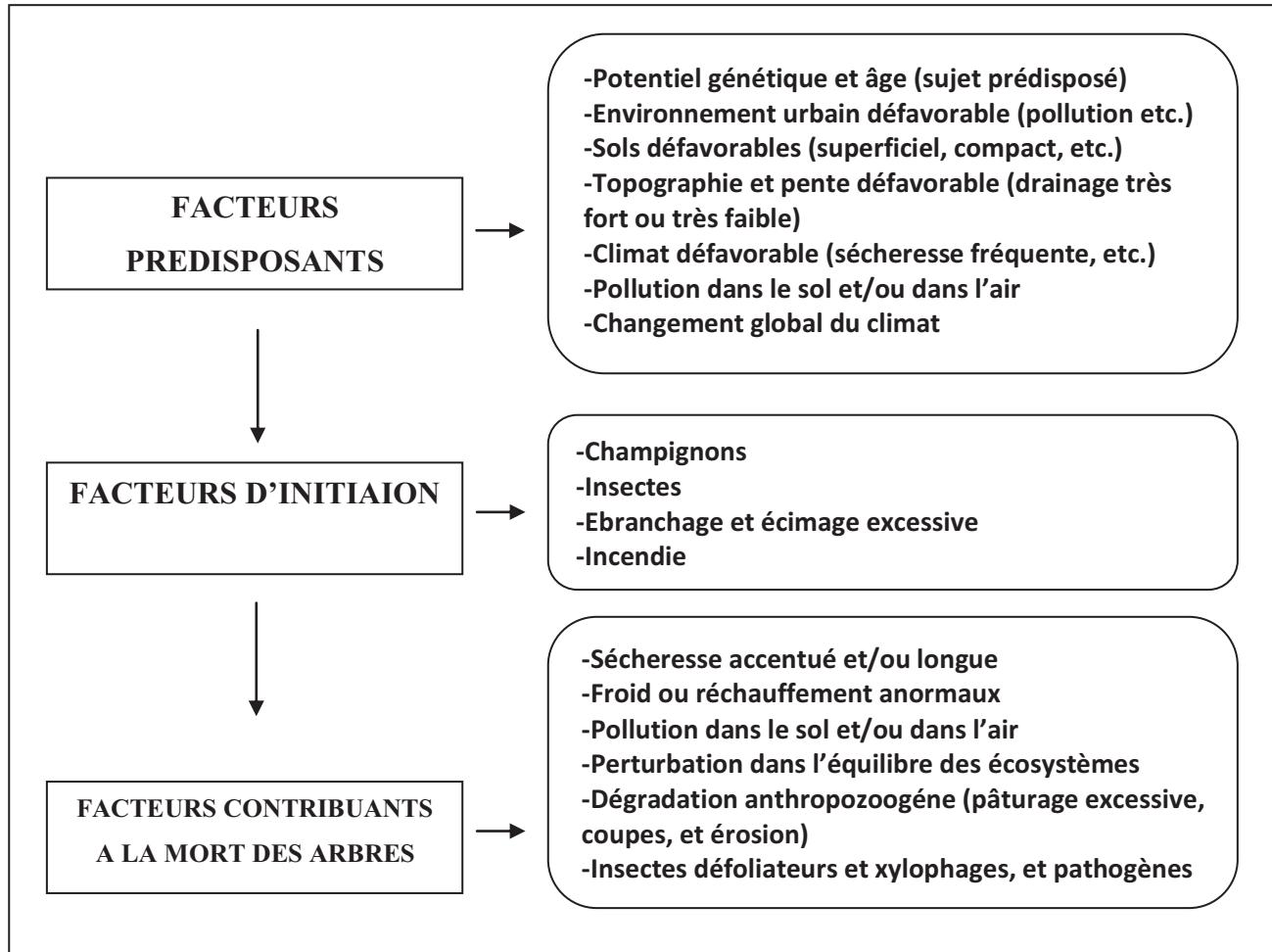


Fig. 14 : les facteurs prédisposant, d'initiation et aggravants contribuant à la mort des arbres forestières (ZINE EL ABIDINE, 2003).

2.1- Les symptômes du dépérissement

Les essences forestières sont confrontées aux diverses atteintes pathologiques. La description d'une telle maladie observée sur la plante-hôte nécessite impérativement des connaissances étiologiques préalables. Selon LANIER (1976), les symptômes sont les indicateurs les plus évidents des maladies. Ils jouent ainsi le premier rôle dans l'établissement du diagnostic. Un symptôme est une modification, dans l'aspect ou dans les manifestations d'un être vivant qui traduit un état maladif.

2.1.1- Principaux symptômes

Le dépérissement des peuplements forestiers, peuvent être connu à travers les symptômes suivant, répartis dans trois groupes de phénomènes (BONNEAU, 1986 in ADOUI, 1991 ; HARTMAN, 1991).

- **Les symptômes des feuillages**

Ceux sont ceux qui apparaissent en premier car visibles, on y distingue quatre types :

Le dépérissement forestier

- Comportement du feuillage: Des abscissions prématuées des feuilles ou des aiguilles. Le plus manifeste est la chute du feuillage qui donne souvent un aspect dégarni avec des touffes de feuilles.
- Rabougrissement : Il correspond à un état de dépérissement (d'étiollement) général et de déclin physique de l'arbre.
- Flétrissement: Perte de fraîcheur ou de vigueur de l'arbre par Effet de desséchement.
- Changement de couleur du limbe: Généralement est le jaunissement des feuilles ou des aiguilles parfois on peut signaler une coloration rouge foncée ou brune de la couche cambiale des branches.
- **Les symptômes des bourgeons, des pousses et des rameaux**

Chute et cassure de pousses, prennent une décoloration jaunâtre, ou un brunissement donnant un aspect de flétrissement, et encore des anomalies de croissance, avec un avortement total des bourgeons latéraux; qui laisse les petites branches périphériques dénudées et se portant qu'un bouquet de feuilles aux extrémités chez les feuillus, par contre chez les résineux, l'arbre prend un aspect échevelé, aux pousses principales qui ne portent que de courte ramifications.

- **Les symptômes des troncs et des branches**

Chutes des branches, avec une décoloration. Des nécroses sur l'écorce.

Ecoulement remarquable de mucilage, de gomme et même de la résine.

Des renflements et des tumeurs chancreuses spécialement sur les feuillus.

Un raccourcissement des branches maîtresses portées directement par le tronc donnant à l'arbre un port triste, ce phénomène est remarqué surtout chez l'Epicéa c'est le (*lametta symptom*) des allemands.

- **Autres symptômes sur les feuilles et les aiguilles :**

Les dégâts au niveau de différents massifs ont été élaborés et classes selon les pertes foliaires sur une échelle comme celle de l'allemand GUNTHER qui a défini les dégâts en 5 stades qui sont :

Degrés de défoliation	L'état sanitaire de l'arbre	Observation
0	Sain	7 années d'aiguilles hies vertes.
1	Maladif	Légèrement clairsemées vers le tronc.
2	Malade	Branches dépouillées d'1/3 à 1/2.
3	Très malade	Branches dénudées d'1/2 à 2/3.
4	Dépérissant ou mort	branches dénudées aux 2/3.

Le dépérissement forestier

3- Les phénomènes de dépérissement

Le dépérissement est un terme de symptomatologie, qui caractérise un ensemble d'anomalies perceptibles à l'œil nu sur le terrain. C'est anomalies correspondent à l'idée que l'on se fait de la détérioration de la santé de l'arbre. C'est un phénomène causé par un ensemble de facteurs inter agissant et se succédant d'une façon particulière et qui entraîne une détérioration générale et graduelle se terminant souvent par la mort de l'arbre.

Les facteurs intervenant dans le dépérissement:

- facteurs prédisposant; ce sont des facteurs contribuant à l'affaiblissement général de l'arbre (changement climatique, perte de vigueur lié à l'âge avancé).
- facteurs déclenchant; ce sont des facteurs agissant de façon intense sur une période relativement courte (insectes, champignons).
- facteurs aggravant; ce sont des facteurs accentuant la perturbation (insectes xylophages).

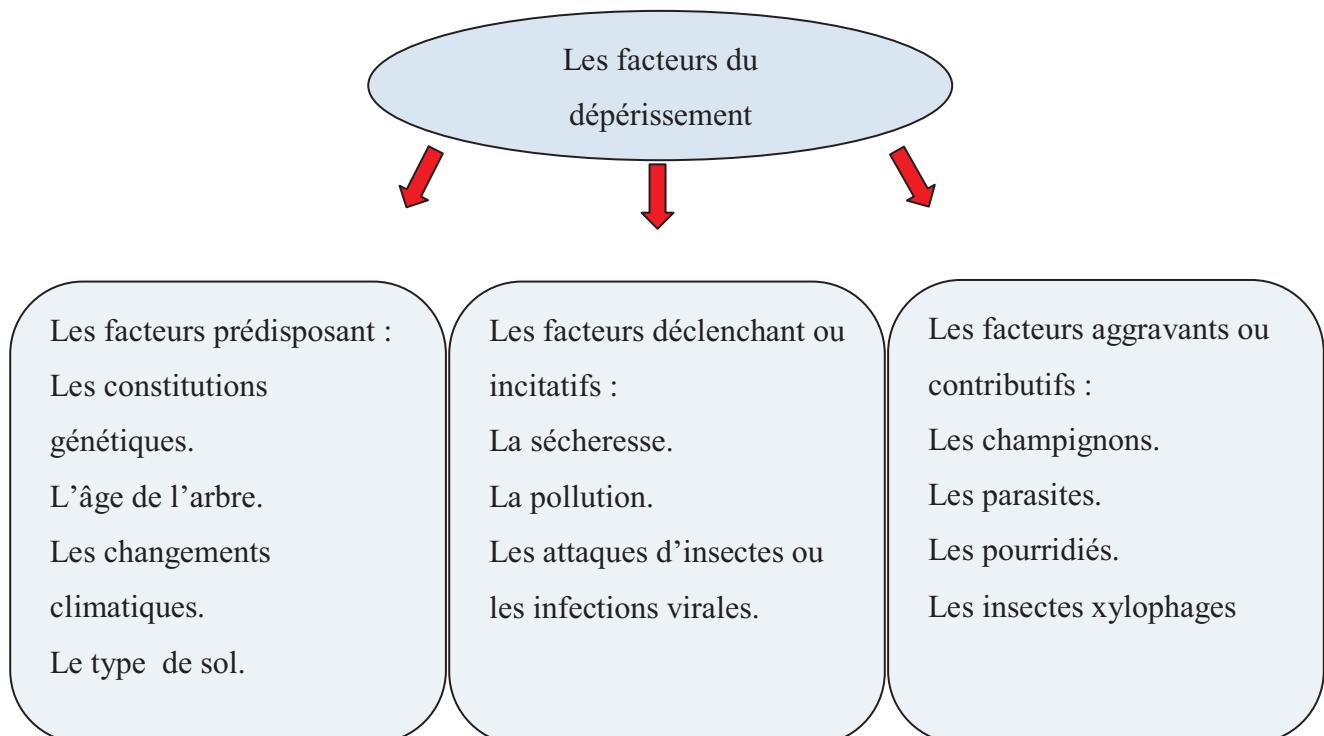


Fig. 15 : Schéma général de dégradation des arbres forestiers d'après la spirale de MANION (1981).

Le dépérissement forestier

3.1- Les facteurs du dépérissement

Selon l'ordre chronologique, les facteurs du dépérissement peuvent être catégorisés en trois classes exprimant les mécanismes et le fonctionnement du dépérissement

- **Les facteurs prédisposant :** Les facteurs de prédisposition, ce sont des facteurs statiques agissant à long terme, qui rendent l'arbre sensibles à d'autres facteurs (ROY, 1998), il s'agit des facteurs environnementaux, (climat, sol, cortège floristique). Ainsi que la faible fertilité des sols ou la qualité du drainage, provoquant une carence en eaux pour l'arbre qui est due à la fanaison des feuilles, ou des aiguilles, provoquant une difficulté physiologique au niveau de l'arbre, du fait de l'effet de la fonction photosynthétique dont dépend le métabolisme (Anonyme, 2008). Selon PRADAL (1979), l'âge avancé des peuplements de cèdre serait un facteur de vulnérabilité, l'hostilité climatique de la région des Aurès constituerait alors un important facteur de stress pour ces derniers dont l'âge moyen se situe autour de 300 ans.
- **Les facteurs déclenchant :** Les facteurs incitatifs, se caractérisent par la courte durée de leur action, contrairement aux facteurs prédisposant qui sont de forte intensité, dont leur intervention est indépendante de l'état de santé de l'arbre (Anonyme, 2008). Donc l'addition de ces facteurs avec les facteurs prédisposant entraînant le déclenchement du dépérissement (ROY, 1998). Il s'agit de facteurs abiotiques comprenant les facteurs climatiques et leurs effets, les accidents climatiques (sécheresse, gel, pollution), (MÜHLEMANN, 1994). Ils se caractérisent par deux perturbations histologiques, foliaires, et minérales, concernant surtout les éléments K, Ca, Mg et les altérations des cires epicuticulaires. Ceux-ci résultent principalement de l'action de l'ozone et du dépôt acide sur les aiguilles (HUTTUNEN et LAINE, 1983 in ADOUI, 1991), cette hypothèse qui implique fortement la pollution atmosphérique (GARREC *et al*, 1989 in ADOUI, 1991). CHEDDADI (2004) observait déjà au Maroc, que certains peuplements situés en zone bien alimentée en eau présentaient des dégâts plus importants que ceux installés sur sol superficiel. Il convient alors de faire la distinction entre une sécheresse édaphique (liée en général aux propriétés physiques du substrat ; la capacité de rétention en eau en particulier) et une sécheresse climatique (induite par les facteurs climatiques défavorables : augmentation de la température moyenne estimée par les scientifiques du (climat research unit d'East englia), à un gain d'environ +0,7°C depuis 1830 dans l'hémisphère nord, diminution des précipitations...). Les facteurs biotiques comprenant les ravageurs primaires (insectes défoliateurs, certains scolytes, pucerons,

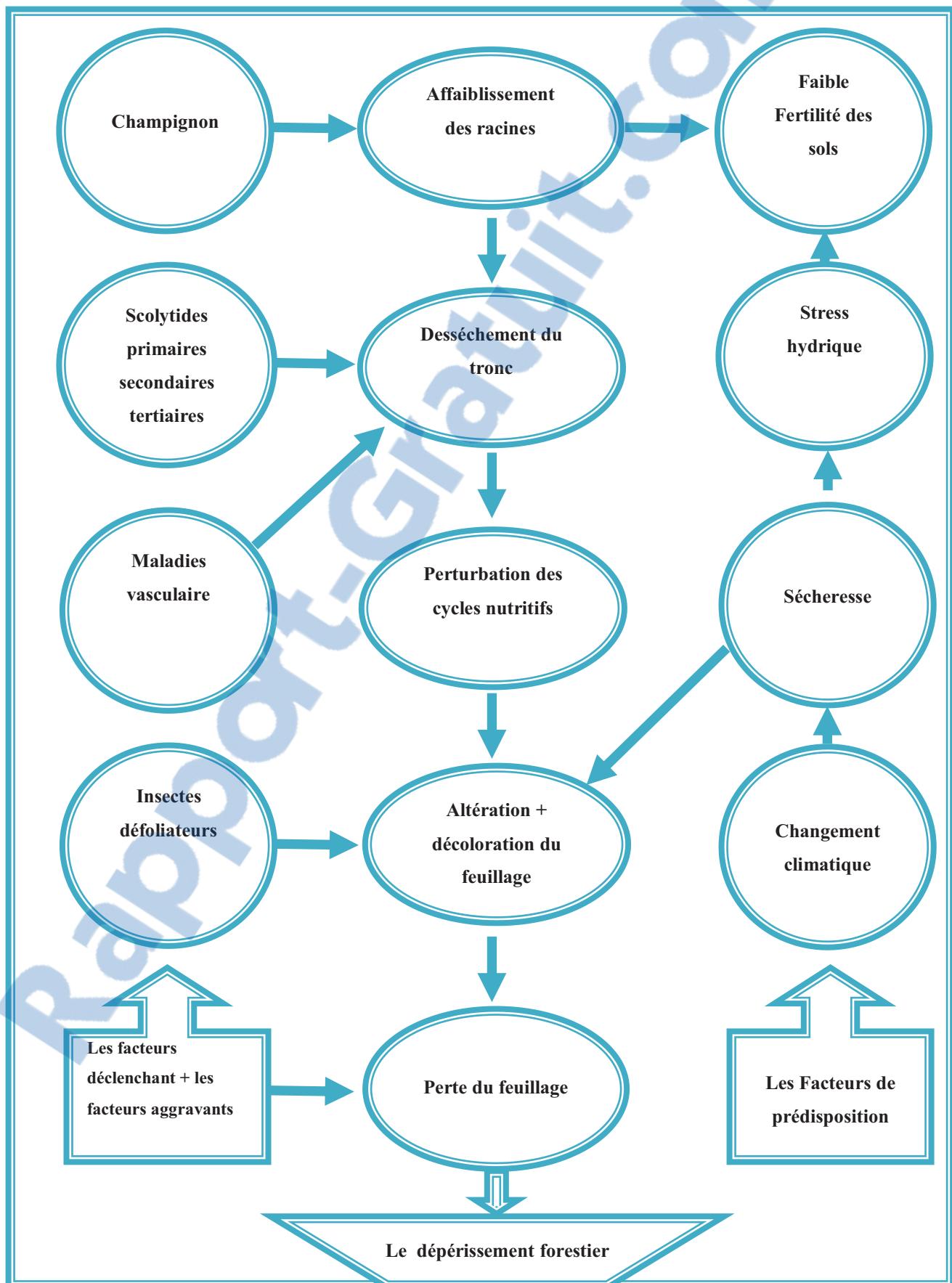
Le dépérissement forestier

chenilles,...), et des pathogènes primaire (armillaire, fomes, collybie, ...), agents de maladies foliaire (ROY, 1998).

- **Les facteurs aggravants :** Ce sont des facteurs accessoires, l'installation de ces facteurs s'effectue spécialement sur les arbres affaiblis précédemment (Anonyme, 2008) leurs action est très nocive affectant la vigueur de l'arbre dont le résultat est souvent la mort de celui-ci, induisant des symptômes visibles et moins identifiables, considérés souvent d'être à l'origine du dépérissement (TREMBLAY, 1999), comme elles font partie de la chaîne trophique de décomposition (ROY, 1998) (Les champignons parasites, les pourridiés). Les observations faites *in situ* permettent de relever que les arbres malades et dépérisants présentent des invasions très importantes d'insectes phytophages dont la processionnaire du pin et celle du cèdre, les buprestes, les scolytes. Mais sont aussi sujets à des attaques fongiques. Par ailleurs le mauvais état du sol (tassement) et les pentes fortes s'opposent à une bonne constitution des réserves hydriques dans les sites de croissance du cèdre. Les systèmes radiculaires de bon nombre de sujets dépérisant sont en outre dénudés suite au décapage du sol par l'érosion hydrique, ce qui compromet sérieusement l'alimentation minérale de ces derniers.

Le dépérissement forestier

Fig. 16 : Schéma représentatif de l'ensemble des principaux facteurs hypothétiques du dépérissement forestiers (ROY, 1998).



Le dépérissement forestier

3.2- Les types de dépérissement

Les types du dépérissement seront distingués selon leurs évolutions (PUJOS, 1966 in AIT-AMARA et HARRACHE, 2008). On distingue trois types :

- **Le dépérissement brusque** : Il apparaît pendant quelques semaines, se manifeste par un desséchement des feuilles qui restent pendantes (sur leurs rameaux).
- **Le dépérissement rapide** : Il peut apparaître durant une ou deux années, et conduit à une mort brusque d'organes ciblés.
- **Le dépérissement lent** : Ce type apparaît pendant plusieurs années.

3.3- Les causes du dépérissement forestier

Un écosystème est altéré lorsque les facteurs de stress dépassent leur seuil de tolérance qui, s'implique à une réaction écologique qui elle résulte d'un dérèglement physiologique de l'arbre (MÜHLEMANN, 1994). Les causes possibles d'un dépérissement peuvent être nombreuses, et leur classification demeure difficile, tandis que certains facteurs de prédisposition peuvent devenir des facteurs déclenchant ou des facteurs aggravants (ROY, 1994 in ROY, 1998).

La rapidité d'évolution du dépérissement: est relié à l'intensité des effets des facteurs, qualités des habitats, les changements de la nature et de l'environnement, en plus de l'intensité des manifestations des organismes secondaires (ROY, 1998).

- **Les manifestations anthropiques** : Depuis longtemps, que l'homme laisse ces manifestations sur son environnement, qu'elles soient positives ou négatives (ABDENDI, 2003). Les riverains coupent les brindilles d'arbres pour leurs besoins quotidiens en bois (bois de chauffage, construction des habitats, nourriture du bétail), et surtout les jeunes arbres qui semblent être préférés, ce qui provoque souvent des mortalités brusques des peuplements (FAUREL et LAFITTE, 1949 ; ABDENDI, 2003 ; Anonyme, 1994).
- **Incendies de forêt** : Les incendies de forêts endommagent énormément la couverture végétale, du point de vue quantitatif et qualitatif (CHEVRON, 2005). Les incendies sont provoqués dans le but de la création de nouveaux espaces de pâturage et de terrains de cultures (FAUREL et LAFITTE, 1949). Le feu exerce une action traumatisante sur la végétation, et bloque leur système physiologique, surtout lorsqu'il est répété chaque fois et à la même saison (CHEVRON, 2005). Les manifestations des incendies accentuent l'effet destructif des forêts que ce soit flores ou faunes (ABDESSEMED, 1981).
- **Le surpâturage** : Le surpâturage peut être pratique librement, et d'une manière continue, ce qui entraîne un gaspillage important d'herbe et des petites repousses de régénération

Le déperissement forestier

(Anonyme, 2007). Dont plusieurs études et diverses observations à travers le monde, ont montré que le surpâturage était une cause majeure de la dégradation des forêts immanent à la désertification (FAUREL et LAFITTE, 1949, ABDESSMED, 1981) cette dernière est considéré comme une des causes principales du déperissement (BENTOUATI et BARITEAU, 2006).

- **Les changements climatiques :** Tendance à la baisses des précipitations est à l'augmentation de la température, à partir de 1961 jusqu'à nos jours, accompagnés d'autres facteurs comme la croissance démographique rendent très vulnérables les formations forestières au changement climatique (TAORE *et al*, 2006). Ce dernier laisse un effet négatif sur l'environnement et provoque une sévère sécheresse dans les régions de l'Atlas, emmenant sans doute des perturbations physiologiques sur le comportement forestier (ALLEN, 2010). Cette situation pourrait se traduire par un stress hydrique, une évapotranspiration élevée et une pression très forte sur les ressources, ainsi que la pérennité de la forêt tandis que les zones forestières et les espèces végétales pourraient subir un déplacement significatif vers d'autres aires plus favorables (TAORE *et al*, 2006), comme une conséquence du réchauffement climatique et une baisse de la pluviométrie sur une période prolongés par rapport à la moyenne des apports observés sur cette période (SEGUIN, 2006 ; HALITIM, 2006). La sécheresse constitue un facteur limitant pour le développement des plantules (TOTH, 1987 ; Anonyme, 1994). Les conséquences des changements climatiques pourrait se traduire par une augmentation de la mortalité des espèces forestières due au stress hydrique (TAORE *et al*, 2006 ; ALLEN, 2010), la diminution des taux de germination, avec l'augmentation du stress hydrique (DIRIK, 2000 ; HALITIM, 2006), et facilitant ainsi, les attaques d'insectes et l'apparition des maladies (Anonyme, 1994 ; BENTOUATI et BARITEAU, 2006), la modification des taux de croissance des arbres (ABDENDI, 2003), avec des changements au niveau des stations provoquant un déséquilibre accompagné d'un passage de la forêt dense à la forêt claire. (Anonyme, 1994 ; SEGUIN, 2006 ; ABDENDI, 2003 ; ALLEN, 2010).
- **Les manifestations des ravageurs et des agents pathogènes :** Ce phénomène s'explique par le fait que la sécheresse favorise la survie et le développement des insectes et des pathogènes (ABDENDI, 2003). En effet, le type, la période et l'importance des changements provoqués par le stress chez les plantes déterminent la nature, le degré d'altération et la période où ceux-ci deviennent sensibles aux attaques parasites (LANIER *et al*, 1976). Plusieurs insectes ravageurs sont phyllophages ou xylophages,

Le dépérissement forestier

peuvent accentuer le phénomène de dépérissement, le problème des xylophages est d'une grande importance et se pose de façon accrue pour le cèdre par le fait qu'ils constituent souvent l'étape qui suit l'affaiblissement de l'arbre, ainsi que, les causes de cet affaiblissement peuvent être diverses, et aller de la sécheresse durant ces dernières années à l'attaque des phyllophages (MOUNA, 1994), ces derniers tels que la processionnaire du cèdre (*Thaumetopoea bonjeani*), vit exclusivement sur le cadre et la processionnaire du pin (*Thaumetopoea pityocampa*) qui a la capacité de vivre sur le cèdre, ces ravageurs conduisant à un effeuillage total des sujets attaqués, ce qui peut accentuer le phénomène du dépérissement (GACHI, 1994). L'apparition des agents pathogènes, est liée directement ou indirectement à la déforestation, le surpâturage et l'érosion, (l'Armillaire, Coriolus, Strereurn, Sparassis, Tametes), se sont des champignons parasites appartenant tous au groupe des parasites de faiblesse, provoquant des altérations aux bois, et accentuant le problème du dépérissement (LANIER, 1994).



Photo. 4 : Tronc de Cèdre montrant des galeries et des trous de sortie d'insectes xyloophage.

Photo HAC.

3.4- Complexité de l'étude de dépérissement forestier

Plusieurs auteurs s'accordent à qualifier de complexe, le phénomène du dépérissement et ceci en raison de plusieurs faits. Chaque cas de dépérissement est induit généralement par un ensemble de facteurs agissant simultanément, ou les uns après les autres dans le processus de détérioration des arbres (LANIER *et al*, 1976 ; MANION, 1981 in CIESLA, 1993). De ce fait, il devient très difficile de déterminer l'ordre d'intervention de chacun des

Le déპrisissement forestier

éléments mis en cause, et la tache est encore plus ardue s'il s'agit de définir la part de responsabilité de chacun d'eux dans le processus (LANIER *et al*, 1976). Dans bien des cas, les agents contributifs sont jugés responsables du phénomène alors qu'ils ne sont que des intervenants secondaires.

La multiplicité des causes du déპrisissement a poussé de nombreux spécialistes à parler souvent de « syndrome du déპrisissement forestier ».

Pour les scientifiques de l'INRA, il existe plusieurs types de déპrisissement. Selon d'autres auteurs, le déპrisissement forestier ne serait qu'une similitude dans les manifestations de plusieurs maladies pourtant bien distinctes (GARTNER, 1987).

- **Historique du déპrisissement :** Le déპrisissement des essences forestières n'est pas récent, depuis la fin des années 1970, que ce problème a eu une préoccupation mondiale (ROY, 1998 ; TREMBLAY, 1999). Dans le monde, le déპrisissement des forêts généralement communiqué, a lieu près des marges géographiques ou altitudinales d'un type de forêt, ou une espèce forestière (JUMP, HUNT et PEINUELAS, 2006 in ALLEN, 2009). Notant que la cause principal de la disposition et de déclenchement du déპrisissement est le stress climatique que ce soit hydrique ou thermique (HALITIM, 2006 ; ALLEN, 2010). Le déპrisissement des forêts, est détecté le plus récemment dans les régions semi-arides, où les arbres se trouvent sur des limites physiologiques de la sécheresse pour leurs croissances (ALLEN, 2010). Des vastes gammes, soit de types de forêts ou de terres boisées autour du monde, qui ont subi par le déპrisissement partout dans le monde ; l'Europe (ROY, 1998) les forêts tempérées et boréales de l'Ouest de l'Amérique du Nord (ALLEN, 2010), et en Afrique (Anonyme, 2000). Le tableau suivant illustre les principaux déპrisissements détectés dans le monde.

Tableau 16 : Quelques exemples de mortalité des forêts (ALLEN *et al*, 2009).

Région	Pays Type de forêt
Afrique	Algérie <i>Cedrus atlantica</i> . Namibie <i>Aloe dichotoma</i> . Sénégal Espèce d' <i>Acacia</i> , <i>Cordyla</i> , <i>Nauclea</i> et <i>Sterculia</i> . Afrique du Sud Espèces de <i>Dichrostachys</i> , <i>Pterocarpus</i> et <i>Strychnos</i> dans le nord-est. Ouganda Espèces d' <i>Uvariopsis</i> <i>Celtis</i> dans la forêt tropicale humide.
Asie et Pacifique	Australie Espèces d' <i>Eucalyptus</i> et <i>Corymbia</i> dans le nord-est Chine <i>Pinus tabulaeformia</i> dans les régions centrales et de

Le dépérissement forestier

	l'est, <i>Pinus yunnanensis</i> dans le sud-ouest Inde Espèce d' <i>Acacia</i> , <i>Terminalia</i> et <i>Emblica</i> dans le nord-ouest Malaisie Diptérocarpacées dans les forêts tropicales humides de Bornéo République de Corée <i>Abies koreana</i> Fédération de Russie Espèce de <i>Picea</i> et <i>Pinus</i> dans les forêts tempérées et boréales de Sibérie
Europe	France Espèces d' <i>Abies</i> , <i>Fagus</i> , <i>Picea</i> , <i>Pinus</i> et <i>Quercus</i> . Grèce <i>Abies alba</i> dans le nord. Norvège <i>Picea abies</i> dans le sud-est. Fédération de Russie <i>Picea obovata</i> dans le nord-ouest. Espagne Espèces de <i>Fagus</i> , <i>Pinus</i> et <i>Quercus</i> . Suisse <i>Pinus sylvestris</i> .
Amérique latine et Caraïbes	Argentine Espèces d' <i>Austrocedrus</i> et <i>Nothofagus</i> en Patagonie. Brésil Forêt atlantique tropicale semi-décidue dans le sud-est. Costa Rica Forêt tropicale humide. Panama Forêt tropicale humide.
Proche-Orient	Turquie Espèces de <i>Pinus</i> et <i>Quercus</i> dans la région centrale. Arabie saoudite <i>Juniperus procera</i> .
Amérique du Nord	Canada Espèce d' <i>Acer</i> , <i>Picea</i> , <i>Pinus</i> et <i>Populus</i> . États-Unis Espèces d' <i>Abies</i> , <i>Fraxinus</i> , <i>Juniperus</i> , <i>Picea</i> , <i>Pinus</i> , <i>Populus</i> , <i>Pseudotsuga</i> et <i>Quercus</i> .

4- Le dépérissement du cèdre de l'atlas a l'échelle Nord Africaine

Selon BOUDY (1950), le dépérissement du cèdre n'est pas récent. Des écrits indiquent que la sécheresse exceptionnelle de 1875 à 1888 aurait occasionnée d'importants dégâts sur les peuplements de cèdre. Il existe de nombreux cas de dépérissement de cédraies dans le monde, qu'on a attribué, par exemple en Europe, aux pluies acides au début des années 80 ou à la canicule de 2004 en France (Anonyme, 2004 in ZERDOUM, 2006).

4.1- Au Maroc

ZINE EL ABIDINE (2003), rapporte que plusieurs auteurs ont remarqué qu'au Maroc des peuplements forestiers et préforestiers naturels ou artificiels, présentent partout des aspects de dépérissement inquiétants dont les symptômes visibles sont le changement de couleur et le desséchement partiel ou total. BENABID (1994) indique que plusieurs milliers d'hectares de cédraies au Maroc (Moyen Atlas central et oriental et haut Atlas oriental) comme en Algérie connaissent un dépérissement effroyable. Ce dépérissement massif des peuplements de cèdres

Le dépérissement forestier

morts sur pied s'observe sur de vastes étendues des forets marocaines (Timjilt, Berkine, Meghraoua, Mitkane, Agoudim, Tounifite, et Tirhist) (BENABID, 1994).

Au Maroc, les premiers symptômes du dépérissement massif sur le cèdre de L'Atlas ont été observes dans le Moyen Atlas (Ifrane. Azrou) en 2001, suite a l'action combiné d'une sécheresse répétée au cours des dernières décennies et de la pression exercée par les populations riveraines (BADRAOUI et ASSALI, 2007 ; BENABID, 1994).

De nombreuses populations d'insectes (bupreste, chenille processionnaire, scolytes) sont en effet impliques dans le phénomène et modifient l'équilibre des populations concernées (Anonyme, 2004 in ZERDOUMI, 2006).

Selon DRIHEM (2008), le dépérissement du cèdre au Maroc est un phénomène ancien.

Il a été observe depuis les années 1940 et il s'est étendu et amplifié progressivement a partir du début des années 1990, avec consultation des symptômes massifs durant l'été 2001. L'auteur précise qu'aujourd'hui 17% de la superficie de cèdre inventorié est touchée par le phénomène (soit 12.000ha sur 70.000 ha).

NAGELEISEN (2007), mentionne qu'un dépérissement important affecte la cédraie du Moyen Atlas, depuis 20 ans et que plusieurs hectares sont concernes, notamment à Azrou et a Ifrane. Cet auteur ajoute qu'en Europe aucun phénomène de cette ampleur n'a été observe. Les dépérissements constates en Europe sont très localises et limites en surface. Ils sont dus souvent a la sécheresse, aux problèmes de sol (hydromorphie, acidité) ou aux facteurs biotiques comme les pucerons, insectes phytophages, scolytes et armillaire

4.2- En Algérie

En Algérie, le dépérissement du cèdre de l'Atlas n'est pas récent ; des sécheresses intenses de 1875 à 1888 auraient déjà occasionnés d'importants dégât sur les peuplements de cette espèce (BENTOUATI, 2005). Selon le même auteur (BENTOUATI, 2005 et 2008), ce phénomène massif a été constate au niveau des Aurès en 1982, suite aux attaques sévères de (*Thaumetopoeae bonjeani*) (lépidoptère) et actuellement il touche plus ou moins fortement l'ensemble des cédraies aurassiennes.

Les cédraies les plus endommagées sont celles du Belezma en association avec le chêne vert, sur marne fortement accidentée et soumises aux influences sahariennes (Djebel Boumerzoug et Tuggurt en particulier) et celles plus méridionales situées a la limite sud des Aurès, comme la région de Taghda et Djebel Lazreg. Dans ce massif plus de 1/3 de la surface est touché (BENTOUATI, 2008). Ces observations sont confirmées par BENSSACI (2006) qui a constaté que la station de Boumerzoug est dans un état de dépérissement avancé, avec un desséchement du peuplement estimé à plus de 95 % et que seuls quelques sujets éparpillés et localisés en basse altitude du versant Nord du djebel Boumerzoug sont encore à l'état physiologique normal. A Ouled Yakoub, le desséchement est intense surtout dans les zones sud soumises aux influences sahariennes, par bouquets ou bande entières de

Le dépérissement forestier

surface variable (BENTOUATI, 2008). Dans le même site et au Chelia, HALITIM (2006) évoque également un dessèchement massif des peuplements sur des dizaines, voire des centaines d'ha. MOUKOURI DJOUMBA (2007), a fait le même constat dans le même site.

Au niveau de la cédraie du Chélia, le phénomène est plus prononcé au niveau des crêtés et concerne en particulier les versants sud (BENTOUATI, 2005). Il est diffus et touche d'avantage pour le moment les sujets isolés et ceux âgés (BENTOUATI, 2008).

L'évolution du dessèchement et de quelques symptômes visibles du dépérissement au niveau de l'arbre sont rapportés par BENTOUATI (2005 et 2008), MOUKOURI DJOUMBA (2007) et HALITIM, (2006) qui constatent que très souvent, ce phénomène commence par la cime de l'arbre directement exposé aux radiations solaires et s'étend progressivement vers le bas. Les arbres dépérissant expriment un jaunissement puis une perte des aiguilles. Leurs rameaux dénudés s'amollissent et adoptent un profil argue vers le bas.

En plus de ces symptômes MOUKOURI DJOUMBA (2007), note un écoulement abondant de résine chez les sujets affaiblis. Les arbres Agés et moins vigoureux en situation d'alimentation hydrique limitée sont en particulier plus vulnérables (BENTOUATI, 2005 et 2008 ; HALITIM, 2006 ; MOUKOURI DJOUMBA, 2007 ; ZINE EI ABIDINE, 2003). Cette situation pourrait être expliquée par le fait que, plus les arbres grandissent plus leurs besoins en eau augmentent et leur rivalité pour l'humidité s'intensifie.

Par conséquent, plus les arbres vieillissent et plus ils s'étendent et alors leur rivalité pour capter l'eau s'intensifie, ce qui expose les arbres à un plus fort stress (CIESLA, 1993). Les vieux arbres sont plus sensibles au dépérissement du fait de leur physiologie affaiblie par l'âge et de leur grande taille (biomasse vivante).

Comme le dessèchement concerne également les autres classes d'âge à des degrés divers, varié avec les stations et s'installe même dans les bas-fonds bénéficiant des eaux d'écoulement (BENTOUATI, 2008 ; MOUKOURI DJOUMBA, 2007), il est probable, que le dépérissement du cèdre résulterait de plusieurs facteurs interagissant. Cette hypothèse est d'ailleurs suggérée par des rapports antérieurs (FAO, 1985, INRF, 1986 ; LANIER, 1986 ; DEMOLIN et FABRE, 1986 et DEMOLIN, 1991 in BENTOUATI, 2005).

4.3- Synthèse

La conclusion qui en ressort est que le dépérissement est dû à des perturbations liées au site, au faible degré d'humidité, à la concurrence, aux cultures intercalaires et au tassement des sols. (BENTOUATI, 2005) a également privilégié l'hypothèse d'une perturbation, sans exclure totalement toutefois l'intervention d'un facteur biotique, qu'il s'agisse d'un phytoplasma ou autre. Afin de suivre l'évolution de cette maladie et d'obtenir des données fiables concernant les effets de ce phénomène sur la croissance et la mortalité des arbres (BENTOUATI, 2005 ;

Le dépérissement forestier

HUTTUNEN et LAINE, 1983). Les spécialistes qui ont étudie ce problème s'accordent à reconnaître qu'il est indispensable de procéder à un inventaire pour surveiller l'état sanitaire des populations.

5- Etude du cas de quelques cédraies

5.1- Les cédraies du Belezma

A partir des observations faites sur le terrain et des témoignages des forestiers activant dans la région; il s'avère que la région a connu une diminution sensible des précipitations, ponctuées par quelques journées de sirocco entraînant une sécheresse, et ceci concorde avec les données recueillies par la station météorologique entre 1989 et 2009 ; et les données de SELTZER, 1946 entre les années 1914 et 1938. Ou nous observons que les précipitations sont de 333.23 (mm) et de 353 (mm) donc une diminution de 20 (mm).

L'installation de cette dernière a provoquée une baisse des réserves en eau (déficience du solde hydrique), mal reconstituée en hiver et vite consommée en été, à cause du piétinement et du tassement des sols trop important depuis des dizaines d'années. L'eau des précipitations ne s'infiltre pas pour alimenter le sous sol, elle ruisselle et va alimenter les rivières qui peuvent à leur tour enclencher un processus d'érosion.

Les facteurs climatiques et « situationnels » que nous venons d'évoquer peuvent être impliqués comme des facteurs prédisposant et déclenchant du dépérissement mais cela reste une hypothèse à confirmer.

Le fonctionnement des arbres se trouve perturbé par le déficit hydrique fréquent, pouvant entraîner un état de faiblesse (mauvais fonctionnement du xylème ayant pour cause une embolie et une cavitation des vaisseaux libéro-ligneux) et donc, une vulnérabilité par rapport aux scolytes.

Cet état de faiblesse est d'autant plus aggravé si l'on est dans un contexte sylvicole défavorable ou l'on n'est pas intervenu en forêt depuis des années; laissant sur pied arbres mort ou moribond (cas de la cédraie du Belezma).

L'installation des xylophages est un signe révélateur d'un déséquilibre physiologique profond que vit la forêt. Cette perturbation physiologique peut être aggravée par l'entrée en jeux des insectes parasites (scolytes), dont on a relevés la présence au Belezma.

Ces coléoptères s'installent de préférence sur des arbres déjà affaiblis par l'attaque d'autres insectes, (on pourra évoquer à titre d'exemple les attaques de la processionnaire de Bonjeani au

Le dépérissement forestier

niveau du Col Telmet du Belezma) et plus généralement par des conditions écologiques défavorables.

Si ces populations peuvent ne plus être limité par la quantité de nourriture disponible (arbre affaiblis ou sans résistance en abondance, faute d'actions sylvicoles). Elles peuvent alors s'accroître rapidement et considérablement, jusqu'à atteindre des densités épidémiques qui les rendent capable de vaincre même les arbres vigoureux.

Les scolytes sont des corticoles c'est-à-dire, ils pondent et se nourrissent dans l'épaisseur de l'écorce et de l'aubier.

En détruisant le liber, qui constitue la zone de contacte entre l'écorce et le bois, l'insecte empêche la circulation de la sève, l'écorce se détache en plaque (fait observé à Tuggurt) et l'arbre finit par mourir.

5.2- La cédraie de Tuggurt et de Boumerzoug

Les deux cédraies, une valeur patrimoniale très élevée, ceux sont des futaies âgées, de haute valeur paysagère, considérées comme des sites de nidification et d'habitat pour la faune. La régénération est faible dans le Touggourt, et absente dans le Boumerzoug. Ces cédraies, sont affectées par plusieurs menaces des incendies, le surpâturage, les coupes, les attaques parasitaires, et le dépérissement. (PNB, 2006)

Généralement le dépérissement, se caractérise par une détérioration progressive et par fois rapide, de la vigueur et de la vitalité des arbres d'un ou plusieurs taxons (ROY, 1998)

Ce phénomène est due le plus souvent aux attaques au niveau, du collet, des racines, ou des vaisseaux conducteur, et plus rarement à une perturbation physiologique généralisé (asphyxie, déshydratation), comme il peut y avoir une destruction de tout le feuillage (LANIER *et al*, 1976), comme il est accepté que le dépérissement est le résultat d'une détérioration générale et graduelle des différents types de tissus (MANION et LACHANCE,1992 et HOUSTON,1992 in ABDENDI,2003), causée par l'enchaînement des stress biotiques et abiotiques, agissant d'une manière indépendante, additive, synergique ou antagoniste (ROY,1998).

L'effet de ces facteurs contribuant négativement le dynamisme et la production des arbres, dont l'arbre doit consacrer une partie de son énergie pour réparer les tissus altérés, ce qui entraîne des baisses de la résistance des forêts, qui due à la sévérité du dépérissement, et provoque une mort massive des peuplements sur des superficies phénoménales des écosystèmes, qui peut affecter des millions d'hectares (Anonyme, 2008)

6- Impact du changement climatique sur l'avenir des forts méditerranéens et du cèdre de l'Atlas de l'Afrique du nord

Selon de nombreux scientifiques, entre autres JACQUE (2008), BLONDEL (2008) et SEGUIN (2008), le denier rapport public publié en 2007 par les experts du GIEC (Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat) dépendant de l'OMM (Organisation Météorologique Mondiale) la température moyenne du globe a augmenté de plus de 0,74 °C (0.56 à 0.92 °C) au XXe siècle et le réchauffement s'est accéléré depuis 1975 à 1980 ; c'est une constation sans équivoque. C'est le siècle le plus chaud depuis 1000 ans et la décennie 1990 a connu le réchauffement le plus important de ce siècle (SEGUIN, 2008). Ce phénomène est lié très probablement (probabilité > 90 %) en partie aux émissions massives des gaz à effet de serre, notamment le CO₂ rejeté dans l'atmosphère par l'utilisation de l'énergie fossile (Très schématiquement, les gaz à effet de serre en faible quantité dans l'atmosphère, jouent un rôle semblable à celui des vitres d'une serre qui laissent passer la lumière, mais empêchent la chaleur restituée par le sol chaud de se dissiper trop vite vers l'extérieur).

Les prévisions du changement du climat établies par le GIEC (Groupe d'expert Intergouvernementale sur l'Evolution du Climat) prévoient d'ici 2100, un réchauffement de 8 à 4 °C (1.4 à 5.8 °C selon BLONDEL), (2008), en fonction des scénarios des mesures de réduction des émissions de gaz à effet qui seront prises par les pays les plus polluants [Par exemple : scénario 1 : La réduction des émissions de gaz à effet de serre reste régionale l'aspect économique prime sur l'aspect environnemental dans les décisions politiques), scénario 2 : basé sur la perspective d'une division par deux du rythme de cette croissance d'émission.

Les réchauffements ne seront pas uniformes sur l'ensemble du globe. Certaines régions connaîtront des augmentations de température plus importante.

Selon DEMARTEAU (2006) le Maghreb connaîtra dans certaines régions jusqu'à 5 à 6°C de plus et que la température moyenne de janvier ne descendra pas sous les 3 à 4 °C pour tous ses pays. L'auteur prévoit aussi pour le pourtour méditerranéen des températures maximales de 20°C en janvier à 42°C en juillet dans le Sahara.

A l'échelle du pourtour méditerranéen cela se traduira selon JACQUE (2008), par :

Une baisse très sensible des précipitations y compris la neige sur l'année et du nombre de jours de pluie, notamment en été; (sécheresse estivale plus marquée).

Une augmentation forte de la température annuelle et de celle maximale en été (augmentation du nombre de jours de canicules en été).

Une perturbation des forêts déjà fortement touchées par le stress hydrique.

Le dépérissement forestier

Ces perturbations seront plus sensibles au milieu du XXI^e siècle.

En région méditerranéenne, les premières manifestations visibles qui témoignent de la mise en route des changements climatiques sont sans doute, les dépérissements de plusieurs espèces forestiers, la régression des zones humides (avancement de la désertification), l'augmentation de la fréquence des événements extrêmes, telles les sécheresses fortes, les inondations (pluies violentes qui amplifient l'érosion hydrique), les incendies (BADRAOUI et ASSALI, 2007).

Pour les espèces forestières méditerranéennes en général et le cèdre de l'Atlas en particulier, les prévisions mentionnent un déplacement de leurs aires bioclimatiques vers le Nord de l'Europe, à condition qu'elles soient en mesure d'adapter leur comportement notamment hydrique (plasticité) et de leur extension sur de longues distances.

Dans la 2^e partie du XXI^e siècle, la végétation actuelle des zones méditerranéennes devrait connaître une baisse plus forte de productivité et des difficultés de régénération (RIGOLOT, 2008).

Pour le cèdre de Atlas, DEMARTEAU (2006), a montré sur la base de données du passé (il y a 6000 ans) issues d'une étude palynologique, actuelles (en 2000) et futures (prévues en 2100) soumises à des simulations par le modèle CARAIB (Carbone Assimilation In the Biosphère) que l'aire de distribution potentielle de cette espèce est très sensible à la variation du climat. CHEDDADI (2006), est parvenu au même constat.

Les principales conclusions de DEMARTEAU (2006), commentées également par RIOU-NIVERT (2007), sont :

- La stimulation de son aire actuelle (en 2000 par exemple) montre que le cèdre peut potentiellement s'étendre sur une aire plus importante que celle réellement observé maintenant. Le succès (régénération naturelle et croissance) de son introduction artificielle en Europe et en particulier dans diverses régions françaises constitue sans doute une preuve.
- En revanche, dans le futur (en 2100), on prévoit une régression considérable de son aire de distribution naturelle actuelle, en raison de l'augmentation des températures hivernales et l'accentuation de la sécheresse prévue par le scenario A2.

Dans un avenir proche, le cèdre de l'Atlas ne sera plus adapté au pourtour méditerranéen (Espagne, Italie, Sud et Ouest de la France). En Afrique du Nord qui deviendrait trop chaude et trop aride pour lui, il ne pourrait subsister que dans les hauteurs et avec une productivité faible (Dans une petite partie du Moyen Atlas, dans le massif de l'Auras et dans les monts de Belezma). Les dépérissements observés au Maroc et en Algérie sont malheureusement en faveur de cette prévision.

Le dépérissement forestier

Son aire potentielle se déplacerait surtout vers le Nord-est de l'Europe (Angleterre, Allemagne, Nord-est de la France, Belgique. Jusqu'au nord de la Suède) avec une productivité potentielle plus élevée (2 à 3 fois celle actuelle) en raison des précipitations durant les mois froids qui seront abondantes et celles de l'été moins réduites et surtout à l'augmentation du taux de CO₂ dans l'atmosphère.

7- Synthèse des facteurs intervenant

Sur la base des différents rapports établis (PRADAL, 1979 ; MANION, 1981 ; CIESLA 1993 ; BENABID, 1994 ; QUEZEL, 1998 ; ZINE EL ABIDINE, 2003 ; BENTOUATI, 2005 et 2008 ; HALITIM, 2006 ; MOUKOURI DJOUMBA, 2007 ; NAGELEISEN, 2007 ; BADRAOUI et ASSALI, 2007 ; DRIHEM, 2008), on déduit que le dépérissement du cèdre de l'Atlas en Afrique du Nord est un phénomène ancien qui s'est amplifié ces dernières décennies. Pour l'instant, il concerne en particulier les cédraies des Aurès et celles du Moyen Atlas central et oriental et haut Atlas oriental Marocain, installées sur un milieu hostile à bioclimat subhumide et localement semi-aride (PRADEL, 1979 ; QUEZEL, 1998).

Le principal facteur mis en cause sur lequel il y a consensus est le changement climatique qui tend à accentuer la forte baisse des précipitations entre autre dans les régions concernées par le desséchement du cèdre et la perturbation de leur répartition, ainsi que l'augmentation des températures et les vents chauds et secs provenant du Sahara (Sirocco). Ces deux dernières décennies se caractérisent par des sécheresses atmosphériques et édaphiques de plus en plus fréquentes et excessives. Cette situation a eu pour conséquence une diminution sévère des ressources en eau des sols, estimée en basse altitude (1600-1800m) dans les stations d'Ouled Yagoub et de Chelia, à moins de 40% de la réserve utile. Selon cet auteur, cette sécheresse édaphique peut s'étendre sur 4 à 7 mois (Entre avril et juillet et octobre et novembre selon les stations).

Ces sécheresses sont d'autant plus graves qu'elles coïncident avec la période la plus active du cèdre de l'Atlas (FINKELSTEIN, 1981 et AUSSENAC *et al.* 1981 ; ZINE EL ABIDINE, 2003 ; BENTOUATI, 2008), et déstabilisent le fonctionnement de plusieurs paramètres de l'arbre et de son environnement. Ces stress répétés et durables réduisent le fonctionnement physiologique de l'arbre (fermeture des stomates, diminution de la photosynthèse) sur plusieurs mois et années successifs, conduisant graduellement à l'affaiblissement irréversible de l'arbre et finalement à sa mort (DUCREY, 1994 ; ZINE EL ABIDINE 2003 ; HALITIM, 2006). Cette situation est d'autant plus probable qu'elle concorde avec les résultats de DUCREY (1994), qui a montré

Le dépérissement forestier

qu'un stress hydrique d'origine édaphique ou atmosphérique affecte en premier lieu la photosynthèse mesophyllienne et précise que le cèdre de l'Atlas ne contrôle pas très efficacement ses pertes en eau et son adaptation à la sécheresse réside dans sa bonne croissance radiaire et sa capacité à prospecter rapidement le sol en profondeur par ailleurs, TOTH (1988 et 1990), a observé que la croissance du cèdre est fortement et positivement liée aux précipitations de mai à juillet et surtout de mars à aout. Ce résultat est aussi celui de DUCREY (1994), qui a remarqué que la croissance en hauteur et en diamètre du cèdre de l'Atlas est corrélé positivement aux précipitations de l'automne et à celles du début et de fin d'été. Outre la sécheresse considéré comme le principal élément déclenchant, plusieurs autres facteurs plus ou moins contraignants, dits prédisposant ou aggravants sont mis en cause il s'agit de :

L'activité humaine (pâturage excessif du sous-bois et tassement du sol favorisant l'érosion hydrique responsable du déchaussement des arbres, Incendies, écimages, ébranchages et coupes illicites) qui introduit des facteurs contribuant à l'affaiblissement des arbres et les rendent plus vulnérables à la sécheresse.

La prolifération des champignons racinaires comme *Armillaria* sp et les insectes xylophages (scolytes) et défoliateurs (chenilles de *Thaumetopoeae bonjeani* et de *Thaumetopoeae pityocampa*) se multiplient et attaquent avec un fort impact les sujets dépérissants et affaiblis.

La topographie où les fortes pentes limitent l'infiltration des eaux pluviales et accentuent le décapage des sols). L'exposition sud plus chaude favorise le stress hydrique.

Les substrats marneux et les sols superficiels limitent l'enracinement et réduisent la capacité de rétention en eau.

L'âge avance des arbres. La densité élevée dans certains peuplements peut conduire à une forte concurrence entre les arbres pour l'exploitation de la réserve hydrique (manque d'actions sylvicoles).

Le dépérissement forestier



Photo. 5 : Dépérissement massif du Cèdre de l'Atlas au Bélezma. Photo HAC.

IV- Principales causes du dépérissement de *Cedrus atlantica*

1- Méthodologie et expérimentation

L'expérimentation retenue au regard du temps qui nous est imparti par la durée du magister a imposé le choix d'une méthode d'observations et de mesures sur des placettes représentatives des cédraies objet de notre étude.

1.1- Méthode d'échantillonnage

La méthode choisie repose sur un échantillonnage subjectif orienté puisque le but de notre étude est le recensement des arbres sur pied selon la variation de l'altitude dans un même versant. Avec deux référentiels (subjectifs et orienté) combinés les résultats recherchés seront assez précis permettant de faire un traitement statistique.

- **Matériel utilisé :** il se compose essentiellement d'un altimètre pour déterminer l'altitude à laquelle on se trouve par rapport au niveau de la mer. La délimitation des parcelles d'observations et de mesures s'est faite avec des pieux (tiges de métal pénétrant facilement dans le sol).

1.2- Description des parcelles

Les parcelles ont été choisies avec les deux méthodes combiné d'échantillonnages la première est l'échantillonnage subjectifs et la seconde est l'échantillonnage stratifié ; elles sont de forme carrée de 25 m de côté ce qui fait une surface totale de 625 m².

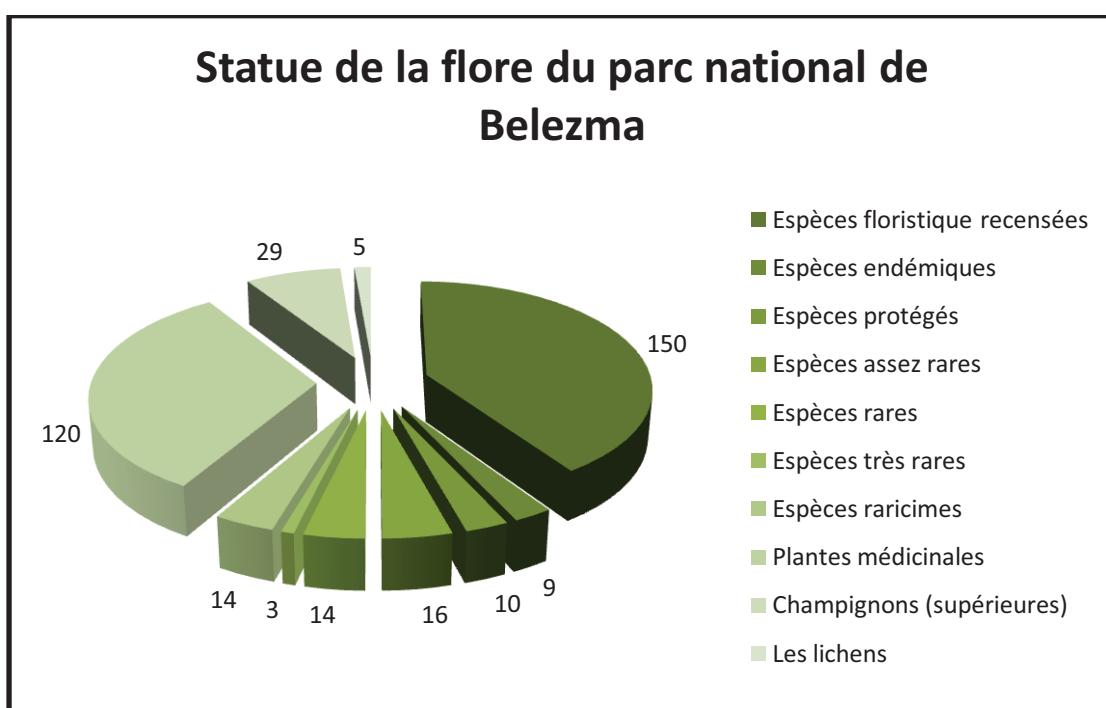


Fig. 17 : Statut de la flore du parc national de Bélezma

Méthodologie et Résultat

1.2.1- Le versant Nord

Tableau 17 : Tableau représentatifs du versant nord de djebel Tuggurt.

Parcelle	Altitude (m)	Pente	Description
1	1498 à 1502	16%	La parcelle est caractérisée par une végétation clairsemée avec la présence de chêne vert (<i>Quercus ilex</i>) et de genévrier oxycédre (<i>Juniperus oxycedrus</i>) et une végétation muscinale et herbacée.
2	1561 à 1569	32%	il y a présence de chêne vert (<i>Quercus ilex</i>); et de genévrier oxycédre (<i>Juniperus oxycedrus</i>).
3	1592 à 1601	36%	végétation dense avec chêne vert (<i>Quercus ilex</i>); et 24 nouveaux jeunes arbres de moins de 7 m mais aussi de jeunes pousses donc présence d'une régénération.
4	1576 à 1582	24%	présence de chêne vert et une sorte de roseau ; et d'autres espèces herbacées clairsemées, la régénération est inexistante.
5	1682 à 1694	48%	c'est une végétation dense avec une régénération assez importante et la présence de chêne vert (<i>Quercus ilex</i>) et d'autres espèces herbacées; le terrain est très escarpé rocheux et 91 jeunes arbres de moins de 7 m dans une parcelle de 625 m ² .
6	1699 à 1710	44%	nous n'avons pu effectuer les calculs pour cette dernière ; vu que les conditions sécuritaires ne permettaient pas l'accès aux parcelles. Cette parcelle a été retirée de l'échantillonnage.
7	1513 à 1515	8%	végétation clairsemée il y a présence de genévrier oxycédre (<i>Juniperus oxycedrus</i>) mais pas de chêne vert; 6 jeunes arbres ne dépassant pas les 7 m de haut mais pas de régénération visible.
8	1517 à 1526	36%	c'est un terrain très escarpé avec une forte pente et rocheux avec une présence de chêne vert (<i>Quercus ilex</i>) et de genévrier oxycédre (<i>Juniperus oxycedrus</i>).
9	1680 à 1685	20%	terrain à pente faible; recouvrement nul régénération inexistante; présence de genévrier oxycédre (<i>Juniperus oxycedrus</i>) et de chêne frêne (<i>Quercus faginea</i>).

1.2.2- Le versant Sud

Tableau 18 : Tableau représentatifs du versant sud du Col Telmet.

Parcelle	Altitude (m)	Pente	Description
1	1532 à 1541	36%	la parcelle est caractérisée par un recouvrement végétal assez faible et la présence en grand nombre de chêne vert (<i>Quercus ilex</i>) et une pente moyenne; mais le terrain est très rocheux
2	1538 à 1544	24%	pente plus ou moins moyenne présence de chêne vert et quelques espèces herbacées
3	1534 à 1542	32%	la formation végétale est de type maquis il n'y a pas de cèdre dans cette parcelle.
4	1588 à 1594	24%	il y a seulement deux individus dans toute la parcelle le reste de la végétation est le chêne vert.
5	1587 à 1592	20%	pas de cèdre dans la parcelle la pente est assez faible en comparaison avec l'autre parcelle.

Méthodologie et Résultat

6	1589 à 1591	8%	la pente est très faible par rapport au reste des parcelles mais aussi il n'y a qu'un seul individu du genre cèdre ; présence en grand nombre de chêne vert (<i>Quercus ilex</i>)
7	1608 à 1623	60%	le relief est très accentué et rocheux il est très difficile à atteindre, il y a une bonne présence de cèdre pur.
8	1605 à 1619	56%	terrain très accidenté absence du cortège floristique qui normalement accompagne le cèdre et le chêne vert.
9	1602 à 1608	24%	pente peu accentué en comparaison avec les autres pentes d'une même altitude présence de cèdre et du chêne vert (<i>Quercus ilex</i>)

1.3- Inventaire de l'état des arbres

Dans le but de confirmer l'état de déterioration de la cédraie, un inventaire par placette a été effectué en utilisant trois qualificatifs :

D : Etat déteriorant

S : Etat sain

- **Versant Nord**

Placette 1 (1498 à 1502)

Nombre d'arbre	Etat
1	D
2	D D
3	S
4	S
5	S
6	D
7	S
8	S

Placette 2 (1561 à 1569)

Nombre d'arbre	Etat
1	S
2	D D
3	S
4	S
5	D D
6	D
7	D D
8	S

Méthodologie et Résultat

Placette 3 (1592 à 1601)

Nombre d'arbre	Etat
1	D
2	D
3	S
4	D
5	D
	D
6	D
7	D
8	S
9	D
10	S
11	S
12	S
13	S
14	D
15	S

Placette 4 (1576 à 1582)

Nombre d'arbre	Etat
1	S
2	D
3	S
4	D
5	S
6	S
7	S
8	D

Placette 5 (1682 à 1694)

Nombre d'arbre	Etat
1	D
2	D
3	D
4	D
5	D
6	D
7	D
8	D
9	S
10	S
11	S
12	S

Méthodologie et Résultat

13	S
14	S
15	S
16	D D
17	D
18	D

Placette 6 (1699 à 1710)

Nombre d'arbre	Etat
Non faite	Non faite

Placette 7 (1513 à 1515)

Nombre d'arbre	Etat
1	D
2	D
3	D D
4	D
5	D
6	D
7	D
8	D
9	D
10	D
11	D
12	S
13	S
14	S
15	S
16	S

Placette 8 (1517 à 1526)

Nombre d'arbre	Etat
1	D
2	D
3	D
4	D
5	D
6	D
7	D
8	D
9	D
10	D
11	D

Méthodologie et Résultat

12	D
13	D
14	D
15	S
16	S
17	S
18	S
19	S
20	S
21	S
22	S
23	S
24	S
25	D
26	D
27	D

Placette 9 (1680 à 1685)

Nombre d'arbre	Etat
1	D
2	D
3	D
4	D
5	D
6	D
7	D
8	D
9	D
10	D
11	D
12	D
13	D
14	D
15	D
16	D
17	D
18	D
19	D
20	D
21	D
22	D
23	S
24	D
25	D
26	S
27	D

Méthodologie et Résultat

28	D
29	D
30	D
31	S
32	D
33	D
34	S
35	D
36	D

○ Versant Sud

Placette 1 (1532 à 1541)

Nombre d'arbre	Etat
1	D
2	D
3	D
4	D

Placette 2 (1538 à 1544)

Nombre d'arbre	Etat
1	D
2	D
3	D
4	D

Placette 3 (1534 à 1542)

Nombre d'arbre	Etat
0	/

Placette 4 (1588 à 1594)

Nombre d'arbre	Etat
1	D
2	D

Placette 5 (1587 à 1592)

Nombre d'arbre	Etat
0	/

Placette 6 (1589 à 1591)

Nombre d'arbre	Etat
1	D

Méthodologie et Résultat

Placette 7 (1608 à 1623)

Nombre d'arbre	Etat
1	D
2	D
3	D
4	D
5	D
6	D
7	D
8	D
9	D
10	D
11	D
12	D
13	D
14	D
15	D
16	D
17	D
18	D

Placette 8 (1605 à 1619)

Nombre d'arbre	Etat
1	D
2	D
3	D
4	D
5	D
6	D
7	D
8	D
9	D
10	D
11	D
12	D

Placette 9 (1602 à 1608)

Nombre d'arbre	Etat
1	D
2	D
3	D
4	D
5	D
6	D
7	D

Méthodologie et Résultat

1.3.1- Analyse des résultats

L'exploitation de l'inventaire de l'état des arbres repose sur le calcul d'un pourcentage de chaque catégorie, et il permet de donner un aperçu de l'état général du versant.

- **Versant nord**

Le pourcentage est comme suit, arbres dépérit 66.7% et arbres sains 33.3%

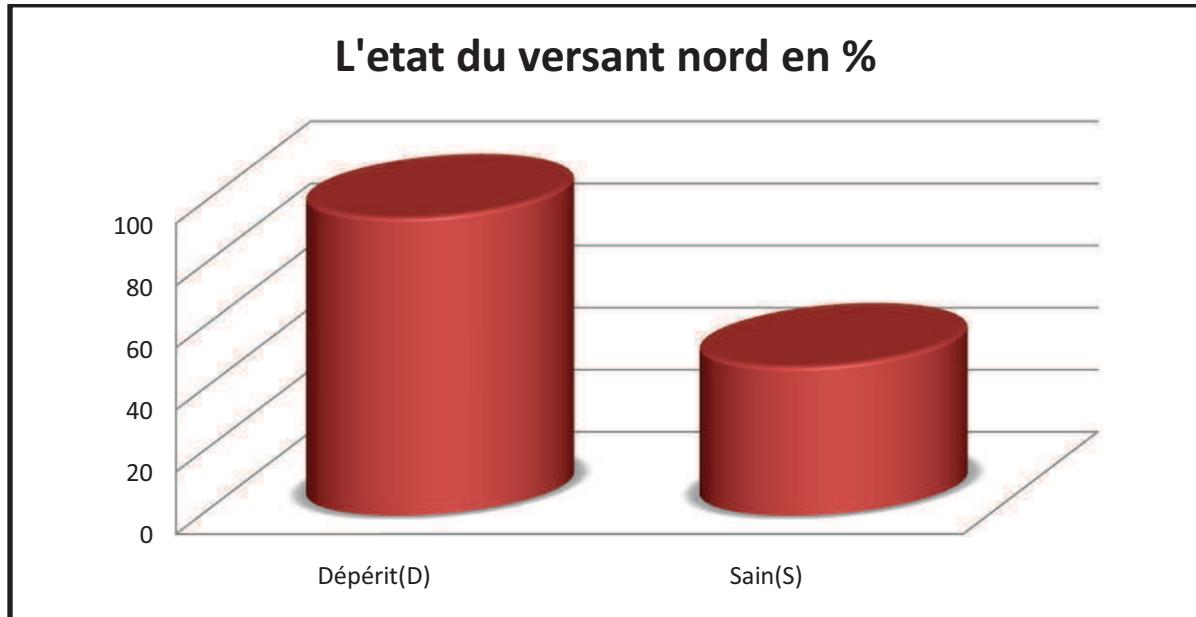


Fig. 18 : l'état du versant nord en pourcentage.

- **Versant sud**

Le pourcentage d'arbres dépérit 100% et arbres sain 0%.

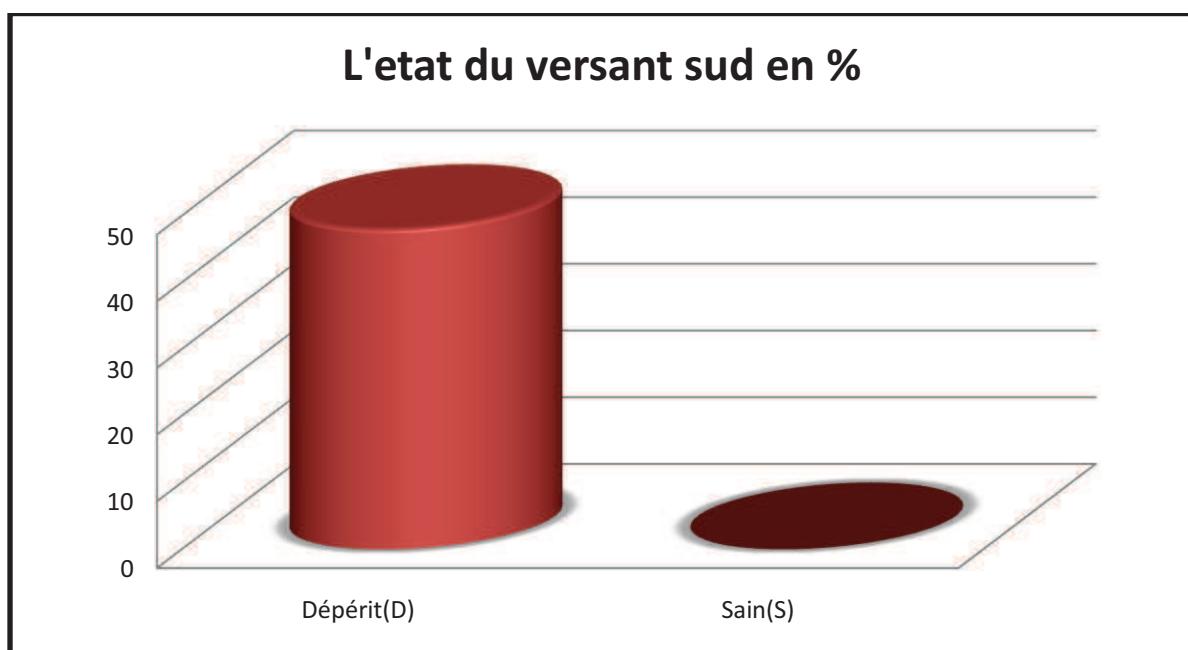


Fig. 19 : l'état du versant sud en pourcentage.

Méthodologie et Résultat

1.4- Comparaison entre les versants

Le nombre d'arbres recensés dans le versant nord sont de 144 arbres et dans le versant sud 48 arbres.

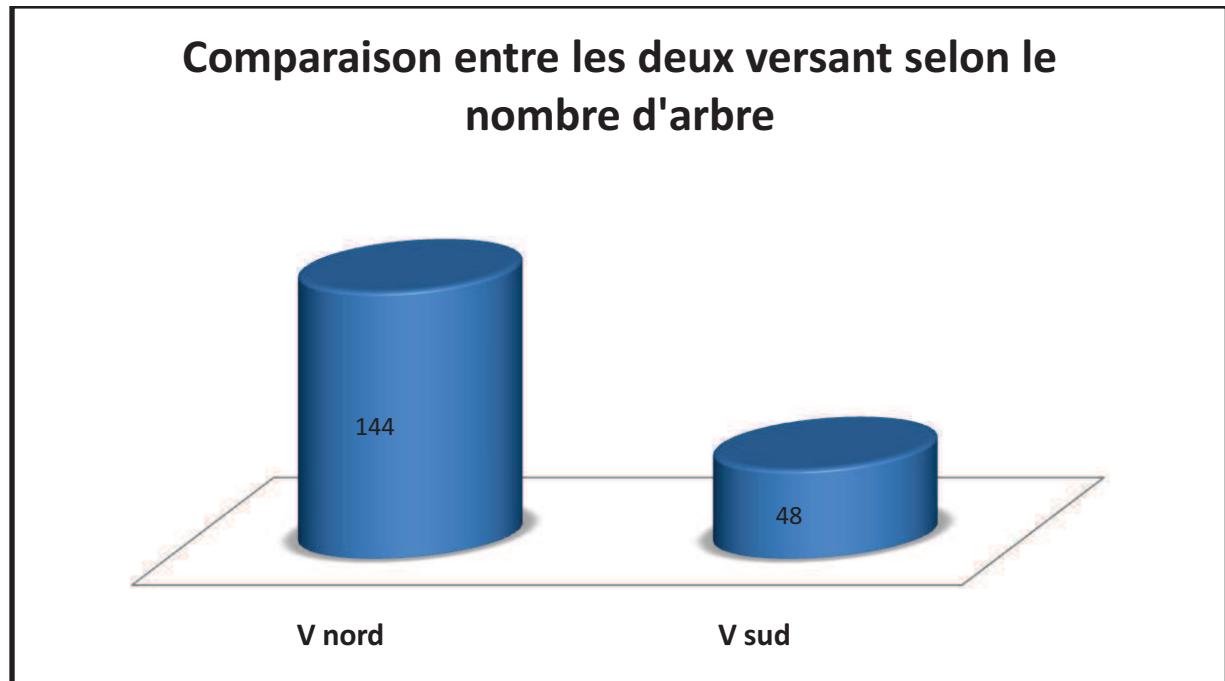


Fig. 20 : Comparaison du nombre d'arbre entre les deux versants

1.5- Méthodes de caractérisation pédologique

- **Méthodes de prélèvement du sol**

Les profils ont été effectués au niveau des surfaces qui ont fait l'objet de relevés phytoécologiques. Les échantillons représentant cinq profils de deux à trois (horizons) ont été prélevés au niveau de la station de Tuggurt, localisée dans la partie sud du Parc National de Belezma. Les cinq profils sont choisis de sorte qu'ils soient homogènes et représentatifs de l'ensemble de la zone d'étude. Le choix de cette technique a un double objectif; d'une part, la caractérisation du sol de la station en question (analyses pédologiques physico-chimiques) et d'autre part la constatation de l'influence des caractéristiques du sol sur la répartition végétale, et donc le recouvrement des espèces végétales présentes dans la station.

L'emplacement des profils a toujours été choisi sous le couvert forestier. Ont été évitées, les proximités des clairières, des pistes et tout autre facteur de la microtopographie (présence d'un thalweg, replat, etc.) qui pourraient éventuellement avoir une influence quelconque et pourrait fausser carrément l'aboutissement à des résultats objectif.

Après avoir noté toutes ces indications, le profil pédologique est pratiqué; ses dimensions sont généralement de 1 m de long sur 0,5 m de large. Les profils sont creusés à l'aide d'un piochon à des profondeurs variant de 35 à 50 cm (zone rhizosphérique). A la fin un échantillon d'un

Méthodologie et Résultat

kilogramme est prélevé au niveau de chaque horizon, mis dans un sac en plastique, étiqueté en vue des analyses physico-chimiques.

- **Méthodes d'analyses pédologiques**

Le sol prélevé est séché à l'air et tamisé à l'aide d'un tamis de 2 mm de diamètre avant d'entamer les analyses pédologiques qui donnent un aperçu sur les principales caractéristiques physico-chimiques du substrat de la zone d'étude. Seuls les échantillons issus de la première station de Tuggurt ont subi des analyses physico-chimiques disponibles.

1.5.1- Les analyses physiques

- **Granulométrie**

Son principe est basé sur la vitesse de sédimentation des particules séparées et dispersées en détruisant leur ciment (calcaire et matière organique). Le fractionnement de ces particules se fait par l'intermédiaire de la pipette de ROBINSON, qui permet la détermination des fractions des argiles et des limons fins. Ensuite, les sables fins et grossiers sont mesurés par tamisage, vient alors le tour des limons grossiers qui sont calculés à partir des résultats précédents (BAIZE, 1988).

Les résultats obtenus en fonction des pourcentages des argiles, des limons et des sables dans le tableau. Par ailleurs, nous distinguons une texture partielle limon sableux-argileux (LSA) pour les profils N° 01, N° 02 et N° 03, alors qu'elle est de type limon sableux (LS) pour le profil N° 04 et limon moyen sableux (LMS) pour le profit N° 05.

Tableau 19 : Catégories texturales des profils pédologiques

Profil N°	Type de texture
01	Limon sableux-argileux
02	Limon sableux-argileux
03	Limon sableux-argileux
04	Limon sableux
05	Limon moyen sableux

1.5.2- Les analyses chimiques

- **Dosage du pH**

Mesure du pH s'accomplit par lecture directe sur pH-mètre, d'une suspension formée de 10 g de sol dissous à l'aide d'un agitateur pendant 30 mn dans d'eau distillée. Le rapport sol/eau = 1/2,5, après l'agitation et avant la lecture du résultat, il faut laisser la solution au repos durant 10 mn.

Méthodologie et Résultat

• Détermination de la conductivité électrique et de la salinité

Nous procédons par la mise de 10 g de terre fine dans un bécher de 100 ml, puis nous ajoutons 50 ml d'eau distillée (Le rapport sol/eau = 1/5) et nous mettons le bécher sous agitation pendant une demi-heure. Après repos de 10 min, nous mesurons la conductivité électrique à l'aide d'un conductimètre qui donne une valeur en (ds/m), alors pour trouver la valeur exacte, nous appliquons la formule suivante:

$$CE = \text{valeur lue} \div 0.9 \text{ [ds/m]}$$

• Dosage du calcaire total CaCO₃

Le principe de dosage du calcaire total est basé sur la mesure du CO₂ dégagé du calcaire (CaCO₃) se trouvant dans 0,5 g de terre fine neutralisée par 5 ml d'acide chlorhydrique (HCl) (6N). Ce dispositif réactionnel est appelé Calcimètre de BERNARD ou procédé gazométrique, qui est composé d'une burette pour la mesure du volume du CO₂ dégagé, d'un tube à essai pour le HCl et d'un Erlenmeyer contenant le sol. D'après BERNARD le taux du calcaire total est donné par la formule suivante:

$$\text{Calcaire total (\%)} = \frac{V \times 0.3}{V' \times P} \times 100$$

V = volume lu sur la burette (volume d'échantillon)

V' = volume du témoin à blanc (fait par le carbonate de calcium)

0,3 g = Poids pour réaliser le témoin à blanc

P = poids du sol (0,5 g)

1.6- Caractérisation pédologique

a- Caractéristiques physico-chimiques du substrat de la station de Tuggurt

Les résultats obtenus pour la station de Tuggurt sont représentés dans le tableau 20.

Tableau 20 : Résultats d'analyses physico-chimiques du sol de la première station.

Paramètre	Profil N°		01	02	03	04	05
	Argiles(%)		29,29	25	25,70	11,41	17,32
La granulométrie	Sables(%)		38,41	38,48	42,92	51,84	31,86
	Limons(%)		32,29	36,51	31,36	36,73	50,80
	pH		8,54	8,08	8,08	7,85	8,04
C.E.	(ds/m)		0,25	0,25	0,28	0,13	0,35
Calcaire total	(%)		25,76	0,38	0,76	0	4,61

C.E : Conductivité électrique

(ds/m) : deciSiemens par mètre

Méthodologie et Résultat

• Discussions

***L'analyse granulométrique :** les valeurs obtenus pour l'analyse granulométrique montrent que le pourcentage des argiles ($\varnothing < 0,002$ mm) varie entre 11,41 % et 29,29 %, le pourcentage des sables ($\varnothing = 0,05$ à 2,0 mm) et varie entre 31,86 % et 51,84 % le pourcentage des limons ($\varnothing = 0,002$ à 0,05 mm) varie entre 31,36 % et 50,80 %.

En ce référant aux moyennes des valeurs granulométriques "Argiles (21,74 %), sables (40,70 %) et limons (37,53 %)", nous pouvons constater que la texture du sol de cette station est de type limono-sableuse.

***Le pH :** les valeurs obtenues du pH varient entre 7,85 et 8,54. Selon BAIZE (1988), un sol est considéré à pH basique quand son pH varie entre 7,5 et 8,7. Les sols à pH très basique sont ceux dont le pH est supérieur à 8,7. Les sols acides sont ceux dont le pH est inférieur à 6,5. Ainsi, d'après cette classification, le sol de tous les profils étudiés de la station de Tuggurt est alcalin (pH=8,1).

***La conductivité électrique :** la valeur mesurée pour la conductivité électrique est assez faible, elle varie entre 0,13 à 0,35 ds/m. Selon l'échelle de la C.E. établie par BAIZE (1988), et qui est indiquée dans le tableau, nous pouvons constater que le sol de la station de Tuggurt indique une classe de sol non salé.

Tableau 21 : Echelle de désignation de la salinité du sol en fonction de la conductivité électrique et de la somme des ions. (BAIZE, 1988)

Classes	Désignation	Conductivité électrique (ds/m) à 25 °C	Somme des ions en mEq/I
0	Sol non salé	< 2,5	< 25
01	Faiblement salé	2,5 - 5	25 à 50
02	Moyennement salé	05 - 10	50 à 105
03	Salé	10 - 15	105 à 165
04	Fortement salé	15 - 20	165 à 225
05	Très fortement salé	20 - 27,5	225 à 315
06	Excessivement salé	27,5 - 40	315 à 620
07	Hyper salé	> 40	> 620

mEq : milliéquivalent

***Le calcaire total CaCO₃ :** les résultats obtenus pour le taux de calcaire total est faible, et varient entre 0 et 4,61 % dans les profils N° 02, N° 03, N° 04 et N° 05 et élevé dans le profil N°01 (25,76 %). En se référant a l'échelle de désignation du type du sol en fonction du taux du calcaire total citée par BAIZE (1988), et représentation dans le tableau, nous constatons que le sol de la station de Dj. Tuggurt est modérément calcaire, il présente un taux moyen égale a 6,30 %.

Méthodologie et Résultat

Tableau 22 : Désignation des types de sol scion le taux du calcaire total

Pourcentage du calcaire total	Désignation
< 1 %	Non calcaire
1 à 5 %	Peu calcaire
5 à 25 %	Modérément calcaire
25 à 50 %	Fortement calcaire
50 à 80 %	Très fortement calcaire
> 80 %	Excessivement calcaire

b- Caractéristiques physico-chimiques du substrat de la station du Col Telmet

Les résultats obtenus pour la station de Col Telmet sont représentées dans le tableau.

Tableau 23: Résultats d'analyses physico-chimiques du sol de la deuxième station

	H1	H2	H3	Observations
Profondeur	2 à 6 cm	6 à 30 cm	>30 cm	38 cm
Texture	Argilo-limoneuse	Argilo-limoneuse	Argileuse	-
pH	7,8	7,7	7,7	Alcalin
C.E. (ds/m)	0,3	0,9	0,4	Non sale
Calcaire Total (%)	2,9 (peu calcaire)	27,5 (calcaire)	64,8 (calcaire)	31,73 Fortement calcaire

Discussions

La texture est argilo-limoneuse dans les deux premiers horizons mais l'horizon 03 est plus argileux. Le sol est de faible profondeur sur roche tendre (marne) mais qui est de nature à constituer un frein au développement racinaire.

Le pH est alcalin dans tout le profil. Le taux de calcaire est faible dans l'horizon de surface Mais très élevé dans les autres horizons.

La valeur mesurée pour la conductivité électrique est assez élevée, elle varie de 0,3 à 0,9 ds/m. Selon l'échelle de la C.E. établie par BAIZE (1988), et qui est indiquée dans le tableau ?, nous pouvons constater que le sol de cette station indique une classe de sol non sale.

Nous constatons que le sol de cette station est fortement calcaire, présente un taux moyen égal à 31,73 %

Conclusion

A l'instar des résultats obtenus, nous constatons que la texture des sols étudiés dans la zone d'étude est de type Limono-sableux pour la station de Tuggurt et de type argilo-limoneuse pour celle de Col Telmet.

Les échantillons du sol que nous avons prélevés au niveau de la station de Tuggurt, d'après les analyses pédologiques et même ceux de Col Telmet, d'après ABDESSMED (1981), sont des sols alcalins et non salés.

Méthodologie et Résultat

Les sols des stations échantillonnées sont modérément calcaires, non salins pour Tuggurt ; et fortement calcaires, non salins pour le Col Telmet avec des taux élevés en calcaire total.

1.7- Caractérisations floristiques

1.7.1- Résultats floristiques

A l'issue des recensements floristiques effectués au niveau de la zone d'étude ; une liste floristique récapitulative a été réalisée pour chacune des deux stations.

➤ Inventaire des espèces végétales du Tuggurt

N°	Nom Latin	Nom Commun	Famille	Type Biologique
Végétation de Tuggurt				
1	<i>Acanthus mollis</i>	Acanthe à feuilles molles	<i>Acanthaceae</i>	Hémicryptophyte
2	<i>Acer monspessulanum</i>	Erable de Montpellier	<i>Aceraceae</i>	Phanérophyte
3	<i>Aethionema saxatile</i>	Aethionème des rochers	<i>Brassicaceae</i>	Hémicryptophyte
4	<i>Alkanna tinctoria</i>	Orcanettes des teinturiers	<i>Boraginaceae</i>	Hémicryptophyte
5	<i>Allium Pendulinum</i>	Ail	<i>Liliaceae</i>	Géophyte
6	<i>Ampelodesma mauritanica</i>	Diss	<i>Poaceae</i>	Hémicryptophyte
7	<i>Anacyclus clavatus</i>	Anacycle en massue	<i>Asteraceae</i>	Thérophyte
8	<i>Anagallis arvensis</i>	Mouron des champs	<i>Primulaceae</i>	Thérophyte
9	<i>Anagallis monelli</i>	Mouron de monelle	<i>Primulaceae</i>	Hémicryptophyte
10	<i>Anthemis arvensis</i>	Anthémis des champs	<i>Asteraceae</i>	Thérophyte
11	<i>Asparagus acutifolius</i>	Asperge sauvage	<i>Liliaceae</i>	Phanérophyte
12	<i>Asperula aristata</i>	Aspérule aristé	<i>Rubiaceae</i>	Hémicryptophyte
13	<i>Asperula odorata</i>	Aspérule odorante	<i>Rubiaceae</i>	Géophyte
14	<i>Asphodeline lutea</i>	Asphodéline jaune	<i>Liliaceae</i>	Hémicryptophyte
15	<i>Asphodelus microcarpus</i>	Asphodèle à petit fruit	<i>Liliaceae</i>	Hémicryptophyte
16	<i>Astragalus armatus</i>	Astragale armé	<i>Fabaceae</i>	Chaméphyte
17	<i>Astragalus monspessulanus</i>	Astragale de Montpellier	<i>Fabaceae</i>	Hémicryptophyte
18	<i>Atractylis cancellata</i>	Atractyle en treillis	<i>Asteraceae</i>	Thérophyte
19	<i>Atractylis humilis</i>	Atractyle humble	<i>Asteraceae</i>	Géophyte
20	<i>Atractylis serratuloides</i>	Astragale ou serr-jmall	<i>Asteraceae</i>	Chaméphyte
21	<i>Bellis sylvestris</i>	Pâquerette d'automne	<i>Asteraceae</i>	Hémicryptophyte
22	<i>Berberis hispanica</i>	Epine-vinette d'Espagne	<i>Berberidaceae</i>	Phanérophyte
23	<i>Bombycilaena erecta</i>	Cotonnier dressée	<i>Asteraceae</i>	Thérophyte
24	<i>Borago officinalis</i>	Bourache officinale	<i>Boraginaceae</i>	Thérophyte
25	<i>Bromus sterilis</i>	Brome sterile	<i>Poaceae</i>	Géophyte
26	<i>Bupleurum spinosum</i>	Buplèvre épineux	<i>Apiaceae</i>	Chaméphyte
27	<i>Calendula arvensis</i>	Souci des champs	<i>Asteraceae</i>	Thérophyte
28	<i>Calycotome spinosa</i>	Calycotome épineux	<i>Fabaceae</i>	Chaméphyte
29	<i>Carduncellus pinnatus</i>	Petit chardon	<i>Asteraceae</i>	Hémicryptophyte
30	<i>Carduus nutans</i>	Chardon penché	<i>Asteraceae</i>	Hémicryptophyte
31	<i>Carlina lanata</i>	Carline laineuse	<i>Asteraceae</i>	Thérophyte
32	<i>Charthamus lanatus</i>	Carthame laineux	<i>Asteraceae</i>	Thérophyte
33	<i>Catananche caerulea</i>	Catananche bleue	<i>Asteraceae</i>	Hémicryptophyte
34	<i>Cedrus atlantica</i>	Cèdre de l'atlas	<i>Pinaceae</i>	Phanérophyte
35	<i>Centaurea acaulis</i>	Centaurée sans tige	<i>Asteraceae</i>	Chaméphyte
36	<i>Centaurea pullata</i>	Centaurée en deuil	<i>Asteraceae</i>	Hémicryptophyte
37	<i>Centaurea tougourensis</i>	Centaurée de Tuggurt	<i>Asteraceae</i>	Hémicryptophyte
38	<i>Cirsium arvense</i>	Cirse des champs	<i>Asteraceae</i>	Géophyte
39	<i>Cirsium monspessulanum</i>	Cirse de Montpellier	<i>Asteraceae</i>	Hémicryptophyte

Méthodologie et Résultat

40	<i>Cistus albidus</i>	Ciste cotonneux	<i>Cistaceae</i>	Chaméphyte
41	<i>Colutea arborescens</i>	Baguenaudier	<i>Fabaceae</i>	Phanérophyte
42	<i>Convolvulus arvensis</i>	Liseron des champs	<i>Convolvulaceae</i>	Hémicryptophyte
43	<i>Coronilla juncea</i>	Coronille en jonc	<i>Fabaceae</i>	Chaméphyte
44	<i>Coronilla scorpioides</i>	Coronille scorpioïde	<i>Fabaceae</i>	Thérophyte
45	<i>Crataegus monogyna</i>	Aubépine monogyne	<i>Rosaceae</i>	Phanérophyte
46	<i>Dactylis glomerata</i>	Dactyle pelotonné	<i>Poaceae</i>	Hémicryptophyte
47	<i>Daphne gnidium</i>	Garou ou sainbois	<i>Thymelaeaceae</i>	Phanérophyte
48	<i>Daucus carota</i>	Carotte sauvage	<i>Apiaceae</i>	Hémicryptophyte
49	<i>Echium italicum</i>	Vipérine d'Italie	<i>Boraginaceae</i>	Hémicryptophyte
50	<i>Epipactis helleborine</i>	Épipactis à larges feuilles	<i>Orchidaceae</i>	Hémicryptophyte
51	<i>Erinacea sanguinalis</i>	Genêt-hérisson	<i>Fabaceae</i>	Chaméphyte
52	<i>Eryngium campestre</i>	Chardon roulant	<i>Apiaceae</i>	Hémicryptophyte
53	<i>Eryngium maritimum</i>	Panicaut maritime	<i>Asteraceae</i>	Hémicryptophyte
54	<i>Ferula communis</i>	Férule commune	<i>Asteraceae</i>	Hémicryptophyte
55	<i>Fumaria capreolata</i>	Fumeterre grimpante	<i>Papaveraceae</i>	Thérophyte
56	<i>Galactites elegans</i>	Galactite élégante	<i>Asteraceae</i>	Thérophyte
57	<i>Genista pilosa</i>	Genêt pileux	<i>Fabaceae</i>	Chaméphyte
58	<i>Geranium pusillum</i>	Géranium à tige grêles	<i>Geraniaceae</i>	Thérophyte
59	<i>Helianthemum apenninum</i>	Hélianthème des Apennins	<i>Cistaceae</i>	Chaméphyte
60	<i>Helianthemum croceum</i>	Hélianthème jaune	<i>Cistaceae</i>	Chaméphyte
61	<i>Helianthemum oelandicum</i>	Hélianthème d'Oeland	<i>Cistaceae</i>	Chaméphyte
62	<i>Hyoseris radiata</i>	Astragale chicorée de porc	<i>Asteraceae</i>	Hémicryptophyte
63	<i>Hypochaeris glabra</i>	Porcelle glabre	<i>Asteraceae</i>	Thérophyte
64	<i>Inula montana</i>	Inule de montagne	<i>Asteraceae</i>	Hémicryptophyte
65	<i>Iris pseudacorus</i>	Iris jaune	<i>Iridaceae</i>	Géophyte
66	<i>Iris unguicularis</i>	Iris d'Alger	<i>Iridaceae</i>	Géophyte
67	<i>Jasminum fruticans</i>	Jasmin ligneux	<i>Oleaceae</i>	Chaméphyte
68	<i>Juniperus oxycedrus</i>	Genévrier oxycédre	<i>Cupressaceae</i>	Phanérophyte
69	<i>Juniperus phoenicea</i>	Genévrier de Phénicie	<i>Cupressaceae</i>	Phanérophyte
70	<i>Lathyrus latifolius</i>	Pois vivace	<i>Fabaceae</i>	Hémicryptophyte
71	<i>Lathyrus sylvestris</i>	Grande gesse	<i>Fabaceae</i>	Hémicryptophyte
72	<i>Lonicera etrusca</i>	Chèvrefeuille d'Etrurie	<i>Caprifoliaceae</i>	Phanérophyte
73	<i>Lonicera implexa</i>	Chèvrefeuille des Baléares	<i>Caprifoliaceae</i>	Phanérophyte
74	<i>Lotus corniculatus</i>	Lotier cornicule	<i>Fabaceae</i>	Hémicryptophyte
75	<i>Lupinus luteus</i>	Lupin jaune	<i>Fabaceae</i>	Thérophyte
76	<i>Malva sylvestris</i>	Mauve sauvage	<i>Malvaceae</i>	Hémicryptophyte
77	<i>Medicago sativa</i>	Luzerne cultivée	<i>Fabaceae</i>	Hémicryptophyte
78	<i>Melica ciliata</i>	Mélique ciliée	<i>Poaceae</i>	Hémicryptophyte
79	<i>Mentha aquatica</i>	Menthe aquatique	<i>Lamiaceae</i>	Géophyte
80	<i>Muscari neglectum</i>	Muscari négligé	<i>Liliaceae</i>	Géophyte
81	<i>Onopordum bracteatum</i>	Chardon des ânes	<i>Asteraceae</i>	Hémicryptophyte
82	<i>Ophrys apifera</i>	Ophrys abeille	<i>Orchidaceae</i>	Géophyte
83	<i>Origanum vulgare</i>	Marjolaine commune	<i>Lamiaceae</i>	Hémicryptophyte
84	<i>Orobanche crenata</i>	Orobanche crénélée	<i>Orobanchaceae</i>	Thérophyte
85	<i>Oryzopsis paradoxa</i>	Millet paradoxal	<i>Poaceae</i>	Hémicryptophyte
86	<i>Papaver rhoeas</i>	Coquelicot	<i>Papaveraceae</i>	Thérophyte
87	<i>Paronychia argentea</i>	Paronyque argentée	<i>Illecebraceae</i>	Hémicryptophyte
88	<i>Paronychia echinata</i>	Paronyque à pointes	<i>Illecebraceae</i>	Thérophyte
89	<i>Phillyrea angustifolia</i>	Filaria à feuille étroite	<i>Oleaceae</i>	Phanérophyte
90	<i>Plantago albicans</i>	Plantain blanchissant	<i>Plantaginaceae</i>	Chaméphyte
91	<i>Pulicaria odora</i>	Pulicaire odorante	<i>Asteraceae</i>	Hémicryptophyte

Méthodologie et Résultat

92	<i>Quercus ilex</i>	Chêne vert	<i>Fagaceae</i>	Phanérophyte
93	<i>Ranunculus montanus</i>	Renoncule des montagnes	<i>Ranunculaceae</i>	Hémicryptophyte
94	<i>Ranunculus</i>	Renoncule à petite pointe	<i>Ranunculaceae</i>	Hémicryptophyte
95	<i>Ranunculus</i>	Renoncule rampante	<i>Ranunculaceae</i>	Hémicryptophyte
96	<i>Rhamnus alaternus</i>	Nerprun alaterne	<i>Rhamnaceae</i>	Phanérophyte
97	<i>Romulea bulbocodium</i>	Romulée bulboode	<i>Iridaceae</i>	Géophyte
98	<i>Rosa canina</i>	Eglantier	<i>Rosaceae</i>	Phanérophyte
99	<i>Rosmarinus officinalis</i>	Romarin	<i>Lamiaceae</i>	Phanérophyte
100	<i>Rubia peregrina</i>	Garance sauvage	<i>Rubiaceae</i>	Hémicryptophyte
101	<i>Rubus ulmifolius</i>	Ronce à feuille d'Orme	<i>Rosaceae</i>	Phanérophyte
102	<i>Salvia verbenaca</i>	Sauge fausse verveine	<i>Lamiaceae</i>	Hémicryptophyte
103	<i>Sanguisorba minor</i>	Pimprenelle	<i>Rosaceae</i>	Hémicryptophyte
104	<i>Scarbiosa crenata</i>	Scabieuse	<i>Dipsacaceae</i>	Hémicryptophyte
105	<i>Sedum sediformae</i>	Sédum de Nice	<i>Crassulaceae</i>	Chaméphyte
106	<i>Silene cucubalus</i>	Silène cucubale	<i>Caryophyllaceae</i>	Hémicryptophyte
107	<i>Silene italica</i>	Silène d'Italie	<i>Caryophyllaceae</i>	Hémicryptophyte
108	<i>Stipa pennata</i>	Stipe pennée	<i>Poaceae</i>	Hémicryptophyte
109	<i>Taraxacum campylode</i>	Pissenlit officinal	<i>Asteraceae</i>	Hémicryptophyte
110	<i>Teucrium polium</i>	Germandrée tomenteuse	<i>Lamiaceae</i>	Chaméphyte
111	<i>Teucrium pseudo-chamaepeptys</i>	Germandrée faux petit-pin	<i>Lamiaceae</i>	Chaméphyte
112	<i>Thapsia garganica</i>	Bounafae drias	<i>Apiaceae</i>	Hémicryptophyte
113	<i>Thymus algeriensis</i>	Thym cilié	<i>Lamiaceae</i>	Chaméphyte
114	<i>Thymus vulgaris</i>	Thym commun	<i>Lamiaceae</i>	Chaméphyte
115	<i>Trifolium stellatum</i>	Trèfle étoilé	<i>Fabaceae</i>	Thérophyte
116	<i>Trifolium tomentosum</i>	Trèfle tomenteux	<i>Fabaceae</i>	Thérophyte
117	<i>Umbilicus rupestris</i>	Ombilic des rochers	<i>Crassulaceae</i>	Géophyte
118	<i>Urospermum dalechampii</i>	Urosperme de daléchamp	<i>Asteraceae</i>	Hémicryptophyte
119	<i>Vicia glauca</i>	Vesce glauque	<i>Fabaceae</i>	Hémicryptophyte
120	<i>Vicia onobrychioides</i>	Vesce faux sainfoin	<i>Fabaceae</i>	Hémicryptophyte
121	<i>Xanthium strumarium</i>	Lampourde	<i>Asteraceae</i>	Thérophyte

Le tableau montre que la famille la plus dominante à la station du Tuggurt est les *Asteraceae* représenté par 27 espèces, suivie par les *Fabaceae* avec 17 espèces. Les familles *Lamiaceae*, *Apiaceae*, *Poaceae* et *Liliaceae* viennent en troisième position. Le reste des familles est représenté par une seule espèce végétale.

Méthodologie et Résultat

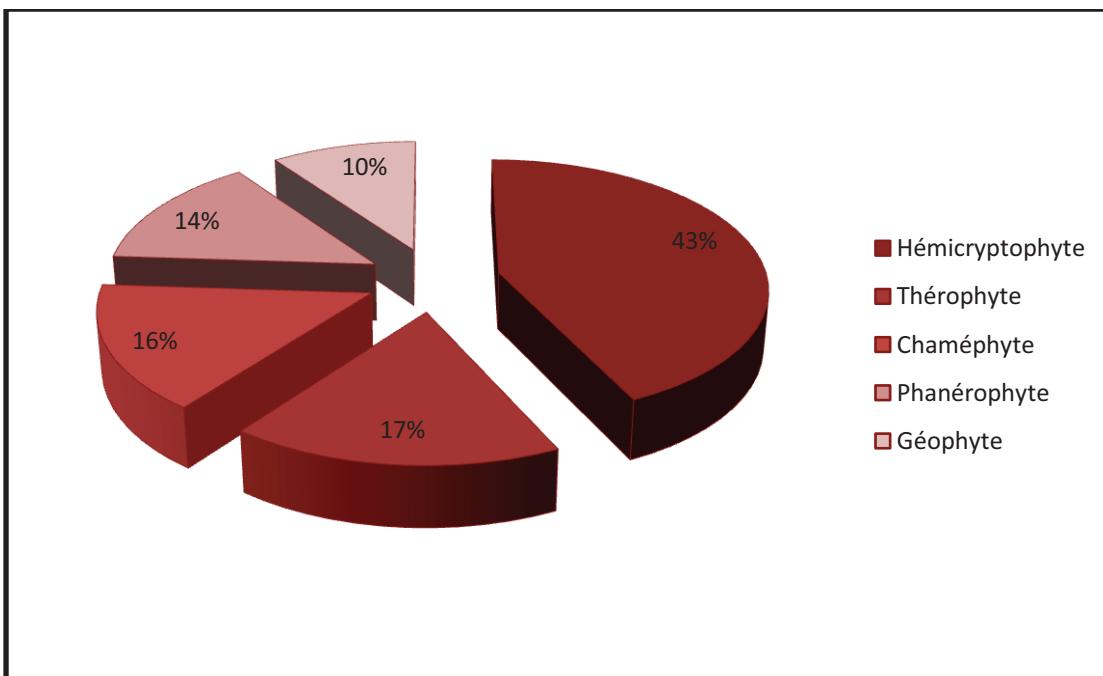


Fig. 21 : Spectre des différents types biologiques de Tuggurt.

Sur les 121 espèces recensées sont réparties en cinq types biologiques :

- les Hémicryptophytes qui sont majoritaires avec (42.98%)
- les Thérophytes (17.35%).
- les Chaméphytes (15.70%)
- les Phanérophytes (14.05%)
- les Géophytes (9.92%).

➤ Inventaire des espèces végétales du Col Telmet

N°	Nom Latin	Nom Commun	Famille	Type Biologique
Végétation du Col Telmet				
1	<i>Aegilops ovata</i>	Egilope à inflorescence ovale	<i>Poaceae</i>	Thérophyte
2	<i>Aethionema saxatile</i>	Aethionane des rochers	<i>Brassicaceae</i>	Hémicryptophyte
3	<i>Allium pendulinum</i>	Ail	<i>Liliaceae</i>	Géophyte
4	<i>Ampelodesma mauritanica</i>	Diss	<i>Poaceae</i>	Hémicryptophyte
5	<i>Anacyclus clavatus</i>	Anacycle en massue	<i>Asteraceae</i>	Thérophyte
6	<i>Anagallis arvensis</i>	Mouron des champs	<i>Primulaceae</i>	Thérophyte
7	<i>Anagallis monelli</i>	Mouron de monel	<i>Primulaceae</i>	Hémicryptophyte
8	<i>Anthemis arvensis</i>	Anthémis des champs	<i>Asteraceae</i>	Thérophyte
9	<i>Artemisia campestris</i>	Armoise des champs	<i>Asteraceae</i>	Hémicryptophyte
10	<i>Asparagus acutifolius</i>	Asperge sauvage	<i>Liliaceae</i>	Phanérophyte
11	<i>Asphodeline lutea</i>	Asphodeline jaune	<i>Liliaceae</i>	Hémicryptophyte
12	<i>Asphodelus microcarpus</i>	Asphodel à petits fruits	<i>Liliaceae</i>	Hémicryptophyte
13	<i>Astragalus armatus</i>	Astragale armé	<i>Fabaceae</i>	Chaméphyte
14	<i>Astragalus monspessulanus</i>	Astragale de Montpellier	<i>Fabaceae</i>	Hémicryptophyte
15	<i>Atractylis cancellata</i>	Atractyle en treillis	<i>Asteraceae</i>	Thérophyte

Méthodologie et Résultat

16	<i>Atractylis humilis</i>	Atractyle humble	Asteraceae	Géophyte
17	<i>Bellis sylvestris</i>	Piquerette d'automne	Asteraceae	Hémicryptophyte
18	<i>Bombycilaena erecta</i>	Cotonnière dressé	Asteraceae	Thérophyte
19	<i>Bupleurum spinosum</i>	Buplèvre épineux	Apiaceae	Chaméphyte
20	<i>Calendula arvensis</i>	Souci des champs	Asteraceae	Thérophyte
21	<i>Calycotome spinosa</i>	Calycotide épineux	Fabaceae	Chaméphyte
22	<i>Carduncellus pinnatus</i>	Petit chardon	Asteraceae	Hémicryptophyte
23	<i>Carduus nutans</i>	Chardon penche	Asteraceae	Hémicryptophyte
24	<i>Carlina lanata</i>	Carline laineuse	Asteraceae	Thérophyte
25	<i>Carthamus lanatus</i>	Carthame laineux	Asteraceae	Thérophyte
26	<i>Catananche caerulea</i>	Catananche bleue	Asteraceae	Hémicryptophyte
27	<i>Cedrus atlantica</i>	Cèdre de l'Atlas	Pinaceae	Phanérophyte
28	<i>Centaurea acaulis</i>	Centaurée sans tige	Asteraceae	Chaméphyte
29	<i>Cirsium monspessulanum</i>	Cirse de Montpellier	Asteraceae	Hémicryptophyte
30	<i>Cistus salvifolius</i>	Ciste à feuille de sauge	Cistaceae	Phanérophyte
31	<i>Convolvulus arvensis</i>	Liseron des champs	Convolvulaceae	Hémicryptophyte
32	<i>Coronilla juncea</i>	Coronille en jonc	Fabaceae	Chaméphyte
33	<i>Coronilla scorpioides</i>	Coronille scorpioïde	Fabaceae	Thérophyte
34	<i>Dactylis glomerata</i>	dactyle pelotonné	Poaceae	Hémicryptophyte
35	<i>Daphne gnidium</i>	Garou ou Sain-bois	Thymelaeaceae	Phanérophyte
36	<i>Deschampsia media</i>	Canches intermédiaire	Poaceae	Hémicryptophyte
37	<i>Erinacea anthyllis</i>	Genet-hérisson	Fabaceae	Chaméphyte
38	<i>Eryngium campestre</i>	Chardon roulant	Apiaceae	Hémicryptophyte
39	<i>Eryngium maritimum</i>	Panicaut maritime	Apiaceae	Hémicryptophyte
40	<i>Ferula communis</i>	Férule commune	Apiaceae	Hémicryptophyte
41	<i>Galactites elegans</i>	Galactite élégant	Asteraceae	Thérophyte
42	<i>Genista pilosa</i>	Genet pileux	Fabaceae	Chaméphyte
43	<i>Genista cinerea</i>	Genet cendré	Fabaceae	Chaméphyte
44	<i>Geranium pusillum</i>	Géranium à tiges grêles	Geraniaceae	Thérophyte
45	<i>Globularia alypum</i>	Globulaire turbith	Globulariaceae	Chaméphyte
46	<i>Helianthemum apenninum</i>	Hélianthème des Apennins	Cistaceae	Chaméphyte
47	<i>Helianthemum croceum</i>	Hélianthème jaune	Cistaceae	Chaméphyte
48	<i>Jasminum fruticans</i>	Jasmin ligneux	Oleaceae	Chaméphyte
49	<i>Juniperus oxycedrus</i>	Genévrier oxycédre	Cupressaceae	Phanérophyte
50	<i>Juniperus phoenicea</i>	Genévrier de Phénicie	Cupressaceae	Phanérophyte
51	<i>Lotus corniculatus</i>	Lotier cornicule	Fabaceae	Hémicryptophyte
52	<i>Malva sylvestris</i>	Mauve sauvage	Malvaceae	Hémicryptophyte
53	<i>Medicago sativa</i>	Luzerne cultivée	Fabaceae	Hémicryptophyte
54	<i>Melica ciliata</i>	Mélique ciliée	Poaceae	Hémicryptophyte
55	<i>Muscari comosum</i>	Muscari à toupet	Liliaceae	Géophyte
56	<i>Onopordum bracteatum</i>	Chardon des fines	Asteraceae	Hémicryptophyte
57	<i>Orobanche crenata</i>	Orobanche crénelée	Orobanchaceae	Thérophyte
58	<i>Oryzopsis paradoxa</i>	Millet paradoxal	Poaceae	Hémicryptophyte
59	<i>Papaver rhoeas</i>	Coquelicot	Papaveraceae	Thérophyte
60	<i>Paronychia argentea</i>	Paronyque argenté	Illecebraceae	Hémicryptophyte
61	<i>Phillyrea angustifolia</i>	Filaria à feuilles étroites	Oleaceae	Phanérophyte
62	<i>Pistacia lentiscus</i>	Térébinthe	Anacardiaceae	Phanérophyte
63	<i>Quercus ilex</i>	Chêne vert	Fagaceae	Phanérophyte
64	<i>Rhamnus alaternus</i>	Nerprun alaterne	Rhamnaceae	Phanérophyte
65	<i>Rosa canina</i>	Eglantier	Rosaceae	Phanérophyte
66	<i>Rosa sempervirens</i>	Rosier toujours-vivant	Rosaceae	Phanérophyte
67	<i>Rosmarinus officinalis</i>	Romarin officinal	Lamiaceae	Phanérophyte

Méthodologie et Résultat

68	<i>Salvia verbenaca</i>	Sauge fausse verveine	<i>Lamiaceae</i>	Hémicryptophyte
69	<i>Sanguisorba minor</i>	Pimprenelle	<i>Rosaceae</i>	Hémicryptophyte
70	<i>Scabiosa crenata</i>	Scabieuse	<i>Dipsacaceae</i>	Hémicryptophyte
71	<i>Sedum sediformae</i>	Sedum de Nice	<i>Crassulaceae</i>	Chaméphyte
72	<i>Silene cucubalus</i>	Silene cucubale	<i>Caryophyllaceae</i>	Hémicryptophyte
73	<i>Stipa tenacissima</i>	Halfa (alfa)	<i>Poaceae</i>	Hémicryptophyte
74	<i>Teucrium polium</i>	Germandrée tomenteuse	<i>Lamiaceae</i>	Chaméphyte
75	<i>Thapsia garganica</i>	Bounafae drias	<i>Apiaceae</i>	Hémicryptophyte
76	<i>Thymus algeriensis</i>	Thym cilié	<i>Lamiaceae</i>	Chaméphyte
77	<i>Thymus vulgaris</i>	Thym commun	<i>Lamiaceae</i>	Chaméphyte
78	<i>Urospermum dalechampii</i>	Urosperme de Daléchamp	<i>Asteraceae</i>	Hémicryptophyte
79	<i>Vicia glauca</i>	Vesce glauque	<i>Fabaceae</i>	Hémicryptophyte

La même constation peut être faite au niveau de la station du Col Telmet puisque sur 79 espèces recensées la famille la plus dominante est les *Asteraceae* (18 espèces) ; suivi par la famille des *Fabaceae* (11 espèces). La troisième position revient aux familles des *Poaceae*, *Lamiaceae*, *Liliaceae*, et *Apiaceae*.

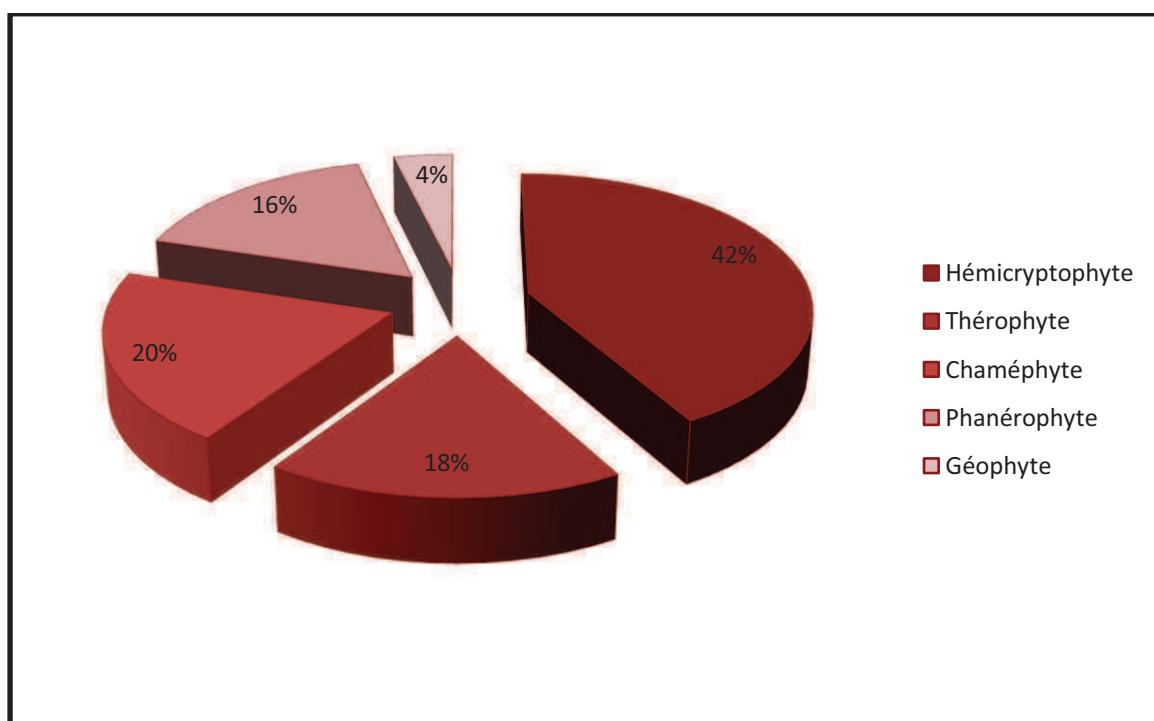


Fig. 22 : Spectre des différents types biologiques du Col Telmet.

Sur les 79 espèces recensées sont réparties en cinq types biologiques :

- les Hémicryptophytes qui sont majoritaires avec (41.77%)
- les Thérophytes (17.72%).
- les Chaméphytes (20.25%)
- les Phanérophytes (16.45%)
- les Géophytes (3.80%).

Méthodologie et Résultat

➤ Comparaison floristiques entre les deux versants

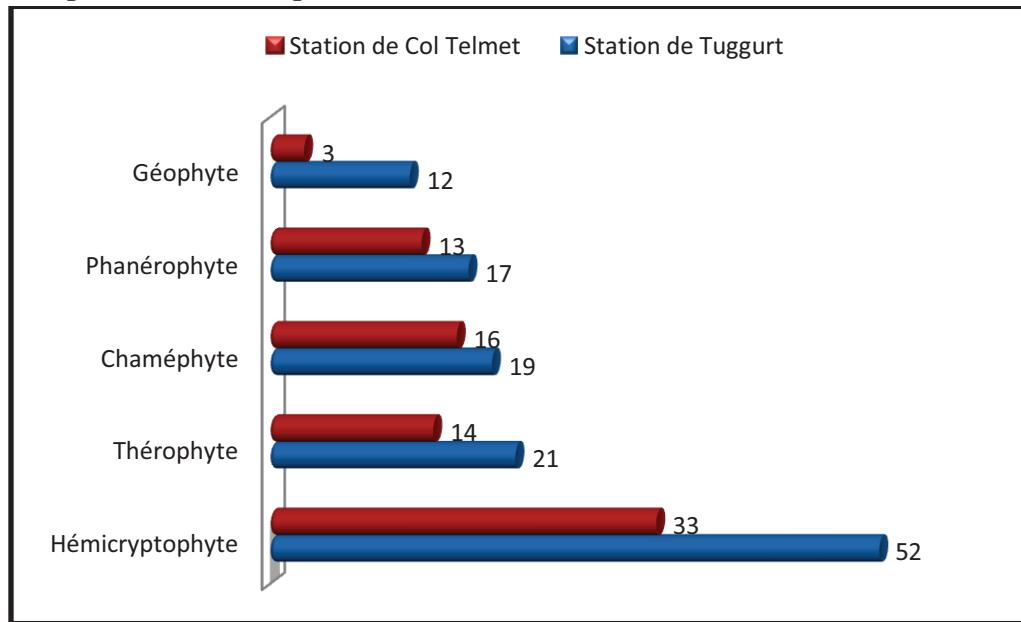


Fig. 23 : Comparaison floristique entre les deux stations de la zone d'étude en fonction du type biologique.

La figure nous montre la richesse spécifique appartenant aux différents types biologiques au sein des deux stations d'étude. Nous constatons une richesse plus prononcée et plus importante au niveau de Tuggurt.

1.6.2- Richesse floristique des deux stations d'étude du parc national de Belezma

La station de Tuggurt renferme le pourcentage le plus élevé des espèces recensées avec 25% de l'ensemble des espèces recensé au niveau du parc national de Belezma alors que pour le Col Telmet c'est 18% de la végétation recensée.

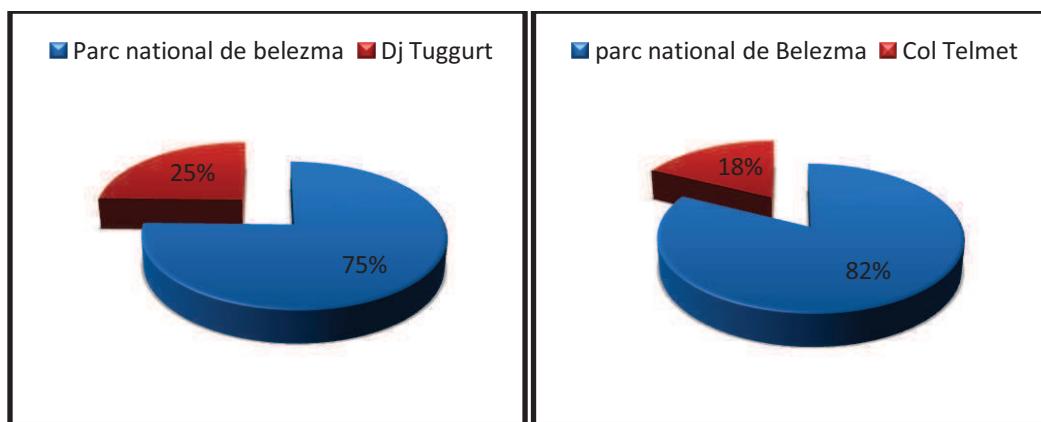


Fig. 24 : Pourcentage de la richesse spécifique du Dj Tuggurt et du Col Telmet par rapport au parc national de Bélezma.

V-Perspectives de réhabilitation des cédraies

1- Stratégie d'intervention

Il est clair que le dépérissement étant en général lié au dysfonctionnement de l'écosystème forestier. Il n'est guère possible de mettre en place une lutte curative.

La reconstitution de l'histoire complète des peuplements révèle que la cédraie a déjà connu jadis ces dysfonctionnements, ceci est une information dont il faut tenir compte, pour essayer de mettre en exergue les facteurs pouvant entraîner le basculement de l'écosystème d'un dysfonctionnement à un fonctionnement normal.

C'est sur les facteurs prédisposant, qu'il y a lieu d'agir; puisque éliminer les facteurs déclenchant est pratiquement impossible, agir sur les facteurs aggravant n'est qu'un combat d'arrière garde. Pour limiter les dégâts, il convient d'appliquer une stratégie raisonnée.

Ainsi tous les arbres dépérissant sont à récolter en priorité par rapport aux arbres déjà mort sur pied et desséché quand le houppier est atteint à plus de 50%.

Il est souhaitable d'écouler tous les produits de l'enlèvement hors de la forêt avant l'essaimage des xylophages et éviter de stocker le bois, pour ne pas permettre le cycle complet de l'insecte ravageur.

Nous sommes dans une phase de dégradation de la cédraie, où il y a lieu de mettre en place des mesures d'accompagnements pour faciliter la réhabilitation et la reconstitution de ces formations boisées.

Le gestionnaire devra mener deux types d'actions:

*Actions à court terme

L'objectif est d'atténuer ou de retarder le dépérissement:

Faire la reconnaissance et le martelage des arbres dépérissant en priorité et ceux déjà mort sur pied et ensuite songer les sortir de la forêt.

Cette action doit se faire avec beaucoup de prudence, c'est en effet un compromis entre faire la récolte assez rapidement, pour préserver la qualité du bois et éviter la pullulation des ravageurs secondaires, et de protéger le plus longtemps possible les arbres survivants, car l'ouverture des peuplements en elle-même est susceptible d'accélérer le dépérissement.

*Actions à long terme

Indépendamment du phénomène de dépérissement, il est nécessaire :

De mettre en place toutes les infrastructures nécessaires à une gestion forestière normalisée (voirie de desserte, point d'eau, moyen de lutte de DFCJ, pépinière).

D'intervenir en forêt par des actions sylvicoles durable, dont l'objectif est d'obtenir et de maintenir les peuplements en place, en bonne santé.

Perspective de réhabilitation des cédraies

De mettre en place de nouveau peuplements, présentant une meilleure adaptation aux nouvelles conditions climatiques (résistance à la xérité), en sélectionnant un matériel végétal pouvant s'adapter le mieux possible au milieu écologique en perpétuel mutation.

Porter une grande attention à toutes les étapes en pépinière d'élevage des plants, destinés aux opérations de repeuplement de la cédraie.

1.1- Sylviculture et production

De nombreux travaux de recherche ont été réalisés sur la régénération et les conduites de peuplements notamment en Algérie et au Maroc. Actuellement, les recherches sont orientées sur la connaissance de la productivité, l'établissement de modèles de croissance, la sélection et l'amélioration. Des tarifs de cubage et des tables de production pour les différents types de forêts naturelles (Aurès, Chréa, Durdjura, Ouarsenis) ont été établis.

En Algérie, l'analyse de croissance radiale sur quinze populations de cèdres de l'Atlas met en évidence que les cédraies de l'Atlas Tellien (Djurdjura, Babors) sont plus productives et vigoureuses que celles de l'Atlas saharien (Aurès). (NEDJAHY, 1987).

Au niveau de l'Atlas Saharien, il est à noter que les populations de cédraies subhumides reposant sur des substrats gréseux et dolomitiques de Belezma et des Ouled Yacoub sont supérieures que celles de Zgag qui poussent sur des calcaires et marnocalcaires. Ce constat permet de conclure que la croissance des cèdres sur les calcaires est défavorable du fait de la rétention de l'eau dans les sols. (ABDESSEMED, 1981).

Les stades d'évolution des cèdres se traduisent ainsi:

Le stade jeunes peuplements : la croissance du cerne est moyenne et s'étale sur 20 à 30 ans pour les cédraies de l'Atlas Tellien et 50 à 60 ans pour celles de l'Atlas Saharien.

Le stade jeunes futaies : la courbe de croissance radiale met en évidence que le niveau de croissance est optimal à l'âge de 120 ans pour les peuplements de l'Atlas Tellien et à l'âge de 200 ans pour ceux de l'Atlas Saharien.

Le stade vieilles futaies : la courbe de croissance radiale diminue du fait du vieillissement des peuplements et cette tendance s'étend sur plusieurs centaines d'années (Chélia, Théniet El Had, Ouled Yacoub). (ABDESSEMED, 1981).

1.2- Bases de l'aménagement

Le plan d'aménagement repose sur une division de la forêt en:

- Séries permanentes d'une superficie qui peut varier entre 500 et 1000 hectares environ mais délimitées par des facteurs écologiques,
- Parcelles permanentes d'une superficie de 10 à 30 hectares, délimitées sur la base écologique et sylvicole,

Perspective de réhabilitation des cédraies

- Sous-parcelles temporaires délimitées à l'intérieur des parcelles et qui sont hétérogènes au niveau du couvert végétal, de l'état des peuplements et de la fertilité des stations. Ces sous-parcelles sont appelées à disparaître dès que la parcelle retrouve son équilibre au plan écologique, sylvicole et productif.

L'aménagement doit prendre en considération les aspects fondamentaux suivants:

- Un traitement sylvicole adapté à l'écosystème forestier et non aux peuplements de cèdres. Le dit traitement doit lui assurer un fonctionnement de ses structures et de ses potentialités à long terme: productivité soutenue, équilibre de la biocénose, régénération naturelle. Cela suppose une gestion forestière rationnelle et intégrée.
- Le mode des traitements sylvicoles en futaie régulière et en futaie jardinée sont à préconiser en fonction de l'état et de la structure des peuplements. Dans tous les cas il est indiqué de favoriser les mélanges comme par exemple la cédraie – chênaie verte pour le maintien de la valeur potentielle productrice et protectrice.

La problématique du parcours en forêt de cèdres (aspect socio-économique) doit être la préoccupation majeure de tout plan d'aménagement. En effet, la réduction de la pression pastorale avec une charge pastorale optimale permet un fonctionnement normal de l'écosystème cèdre si les autres conditions précitées sont réunies.

L'interdiction du parcours en forêt est possible à travers une vaste opération d'intégration des différents espaces : agricole, parcours,

1.3- Régénération du Cèdre

Le cycle complet de production de graines de cèdres dure trois ans, il peut se prolonger à quatre ans en cas de conditions écologiques défavorables.

Première année : apparition des inflorescences, floraison et pollinisation,

Deuxième année : fécondation des ovules par les grains de pollen et croissance de cônes,

Troisième année : maturation des cônes, désarticulation et dissémination des graines.

Quatrième année : la désarticulation peut se prolonger durant cette année.

Les graines ne sont pas photosensibles et doivent subir l'action du froid pendant quelque temps pour lever la dormance (le seuil minimal de germination est de l'ordre de 4°C). Enfin il est à noter que la fructification apparaît comme le facteur déterminant pour la régénération naturelle des forêts et leur distribution spatiale.

1.4-Traitement et aménagement

Deux méthodes d'aménagement sont préconisées en fonction du mode de régénération par semences et des produits recherchés notamment en bois d'œuvre: la futaie régulière et la futaie jardinière.

Perspective de réhabilitation des cédraies

La futaie régulière : le mode de traitement en futaie régulière est le plus utilisé en raison des bois produits, de la facilité de régénération et de la réglementation du pâturage. La forêt est divisée en trois ou quatre groupes de parcelles correspondant chacun à un stade de développement des peuplements ou classes d'âges et par conséquent un type d'intervention.

Le groupe de régénération,

Le groupe de préparation,

Le groupe d'amélioration,

Le groupe d'attente.

La futaie jardinée : le jardinage est bien adapté aux caractéristiques des cédraies en déséquilibre ; difficultés de régénération, danger d'incendies, dépérissement. Le traitement futaie jardinée maintient la biodiversité en conservant un couvert permanent sur toute la forêt et sa pérennité.

Le jardinage intensif est caractérisé par la futaie jardinée par pied ou par bouquet. La coupe de jardinage est polyvalente (régénération et amélioration). La rotation est de sept ans.

Le jardinage extensif est caractérisé par une futaie jardinée par parquet (arbres âgés en général). La possibilité d'exploitation est par contenance et la rotation est de vingt ans. La majorité des parcelles est en régénération. Il est à noter que le jardinage extensif est appliqué particulièrement dans les cédraies marginales d'altitude ou les conditions écologiques de régénération et d'acheminement des produits sont difficiles.

1.5- Règles sylvicoles et pâturages

Le pâturage en foret fait partie des droits d'usage des riverains. La réglementation pastorale est une donnée constante de la sylviculture en cédraies.

En futaies régulières le groupe de régénération est interdit au parcours pendant la durée de l'application de l'aménagement de la série. La surface de ce groupe ne doit pas dépasser celle admise par le taux de la mise en défend prévu par la législation forestière soit 1/5 de la série.

En futaie jardinée la mise en défend des parcelles n'apparaît pas comme absolument obligatoire lorsque le parcours est peu intensif et le sous bois important assurant la protection des semis de cèdres. Dans les autres cas, une mise en défend partielle est appliquée notamment au niveau des parcelles en régénération (plantations ou semis) durant le temps jugé nécessaire.

VI Conclusion Générale

La cédraie de Belezma subit une dégradation très intense à cause du phénomène de dépérissement qui prend de plus en plus d'ampleur avec les années.

Le diagnostic établi par les chercheurs montre que les causes de ce dépérissement sont variées, mais les raisons les plus flagrantes sont l'absence de gestion sylvicole de ces cédraies, aggravée par les changements climatiques défavorables (baisse des précipitations), la pression anthropique de plus en plus pressante (surpâturage et délit de coupe) tous c'est facteurs mis en commun ont fragilisé le peuplement et favorisé l'installation des parasites et des maladies.

Depuis déjà plusieurs années, des rapports scientifiques et des appels d'experts essaient d'attirer l'attention de la communauté internationale sur la situation catastrophique des cédraies, aussi bien dans les pays du Maghreb qu'au Liban. Comme partout dans le monde ; là où le niveau de vie est trop bas, la forêt régresse.

Dans l'état actuel des connaissances, les observations effectuées, ça et là, dans différentes stations, laissent supposer que le dépérissement du Cèdre n'est pas l'effet d'un seul et unique agent causal. Selon certains experts de la FAO, de l'Institut national de la recherche agronomique (INRA) de France et de l'Institut national de la recherche forestière (INRF) d'Alger (PNB, 2005), le dessèchement des arbres résulterait de l'action combinée de divers facteurs, mais sans pouvoir dire lequel est le plus déterminant (évolution du climat, mauvaise gestion du pâturage, insuffisance des travaux sylvicoles, etc....).

Tous ces éléments conjugués ont entraîné la disparition progressive du couvert végétal dominant. A cela s'ajoutent les attaques des ravageurs comme la processionnaire du Cèdre, l'existence des scolytes et la présence de l'armillaire au niveau des racines, qui ont accéléré la mort des arbres. Sans porter de jugement hâtif sur l'effet de tel ou tel facteur et sur les conséquences qui peuvent en découler. Toutefois, la sécheresse qui dure, depuis maintenant plus de 20 ans et l'exposition de certains de ces massifs aux influences sahariennes dominantes, semblent, a priori, des indices valables pour les cédraies les plus touchées.

Certains types de substrats, comme les marnes, paraissent très nettement défavorables à la reprise des arbres. Les sols qui les caractérisent sont aptes à se dessécher rapidement. Ils présentent une faible capacité de rétention en eau, et donc une réserve en eau utilisable peu élevée en raison de leur texture et surtout de leur profondeur. Le volume du sol prospecté par les racines est donc faible, ce qui rend les arbres plus sensibles à la sécheresse. Les conséquences sont beaucoup moins catastrophiques en bas du relief, en situation topographique plus favorable : bas-fond, en bordure des écoulements d'oueds ou bien dans les dépressions plus fermées.

Conclusion Générale

Les observations faites sur les carottes de Cèdre montrent que la sécheresse exceptionnelle de 2002 marque le début de l'accélération de ce dépérissement (rétrécissement des cernes de croissances). (BENTOUATI et BARITEAU, 2006).

Il existe des plans d'aménagements de la cédraie des Aurès depuis 1970.

Il s'avère donc obligatoire de faire un travail d'assainissement sur la cédraie en prélevant les arbres morts sur pied et les arbres moribonds en cours de dépérissement, pour éviter un risque de contamination quelconque. Et donc souhaitable de redynamiser le réseau recherche sur le cèdre puisque la réhabilitation de la cédraie est un travail de longue haleine, qui nécessite une conjugaison des efforts de tous les acteurs qui sont impliqués d'une façon ou d'une autre dans cette difficile tache mais non impossible.

Des travaux de coup sanitaire dans la Céderais du parc national de Bélezma sont programmé pour le versant nord du djebel Boumerzoug et le versant nord du djebel Tuggurt, pour une superficie de 120ha sur deux parcelles pour un volume de $6.556m^3$ ou 8.195 stères et 675ha répartie sur dix parcelles pour un volume de bois $18.144m^3$ ou 22.680 stères, respectivement pour le djebel Boumerzoug et le djebel Tuggurt. Et les travaux on d'ores et déjà commencé pour le djebel Boumerzoug ensuite, se sera au tour du djebel Tuggurt.

Au terme de notre travail nous avons pu faire ressortir les remarques et les résultats suivants :

- **Versant Nord :** dans les huit parcelles échantillonnées, le peuplement de cèdre du Dj Tuggurt est déperit à 67% dans sa majeure partie et les arbres touchés appartiennent à tous les âges ; mais ce sont les plus vieux arbres qui restent les plus atteint et le peuplement sain ne représente pas plus du 1/3 de la cédraie 33%, tous sont déperit ou en voie de dépérissement ; Il n'y a pas une seule parcelle où le peuplement soit resté sain. Le dépérissement est plus important là où la densité en m^2 est la plus forte. De plus il existe un vrai problème de régénération en basse altitude, la présence du cèdre est moindre sur les bordures et les bas cotés par rapport au milieu du peuplement. Le nombre d'espèces recensé par rapport à toutes les espèces présentes au sein du parc national de Belezma est de 25%.
- **Versant Sud :** Dans les neufs parcelles de cette partie de la montagne qui est le versant Sud du Col Telmet, là où la durée d'ensoleillement est plus importante par rapport à celle du versant Nord, nous remarquons que tous les arbres sont déperis (100%) ; pour ceux qui sont en contact avec le versant opposé du Col Telmet et qui ont approximativement le même âge, on remarque qu'ils sont de petite taille leurs nombres est faible et la matière ligneuse est d'assez mauvaise qualité ; Alors que la régénération est inexistante dans les

Conclusion Générale

parcelles échantillonnées, et le nombres d'espèces échantillonnées par rapport au nombre total recensé au sein du parc national de Belezma est de 18%.

Références bibliographiques

- ABDENDI Z, 2003.** Le dépérissement des forêts au Maroc analyse des causes et stratégies de lutte. *Sci.* 27p.
- ABDESSEMED K, 1981.** Le Cèdre de l'Atlas dans les massifs de l'Aurès et du Belezma- Étude phytosociologique et problèmes de conservation et d'aménagement – *Thè. Doct. Ing. Fac. St. Jérôme*, Marseille. 199 p.
- ABDESSEMED K, 1984.** Essai de mycorhization de *Cedrus atlantica* Manetti en pépinière. *Thé. Doc. 3^{eme} cycle*. Université Claude Bernard, Lyon. Pp : 193-234.
- ADOUI S, 1991.** Contribution a l'étude des caractéristiques écologiques des complexes entomologiques du cèdre de l'atlas (*Cedrus atlantica* Manetti) en dépérissement au Belezma. *Thé. Ing. Foresterie et protection de la nature*.INA.Alger
- ALEXANDRIAN D, 1992** Les causes des incendies. Levons le voile. Forêt méditerranéenne, n° 1, Pp : 41-47.
- ALLEN CD et al. 2009.** Le dépérissement des forêts dû au climat : un phénomène planétaire croissant ? *Unasylva* 231/232, Vol. 60. Pp: 43-49.
- ALLEN CD, 2010.** A global overview of drought and heat-induced tree mortality reveals emerging climate change risks for forests.*For. Eco. And. Manag*, Pp : 661-684
- AIT-AMARA L et HARRACHE A, 2008.** Contribution a l'étude d'inventaire des insectes xylophages et leurs impactes sur le dépérissement du cèdre de l'atlas cas de la cédraie du parc national de Belezma- Batna- *Thé. Dép. Biologie*. Université Mouloud Maammeri Tizi ouzou.
- ANONYME, 1994.** Synthèse de quelque résultat sur la régénération du cèdre de l'Atlas au Moyen Atlas (Maroc).
- ANONYME, 2000.** Présentation du plan de gestion du parc national de Belezma. Ed. Parc national de Belezma Pp : 12-20.
- ANONYME, 2004.** Rapport de mission n°516/DPFF/DGF/04, 9 p.
- ANONYME, 2007.** Plan de gestion du Parc National de Belezma, Section A : Approche descriptive et analytique. Document interne. Parc national de Belezma.
- ANONYME, 2008.** *Cedrus atlantica* decline in Belezma, Atlas cedar decline.
- ARBEZ M et al. 1987.** Les ressources génétiques forestières en France, Tome 1 : Les conifères. Paris, INRA-BRG.
- AUSSENAC G et al. 1981.** Comportement hydrique estival de *Cedrus atlantica* Manetti, *Quercus ilex* L, et *Quercus pubescens* Willd. Et de divers pins du Mont-Ventoux. *Ann. Sci. For*; 19 : 41-62.
- AUSSENAC G et GUHL J, 1990.** Ecophysiologie des cèdres (*Cedrus Sp.*), conséquences pour la sylviculture. *Bull. Sci. Bot. For.* 131. *Actual Bot.* (2/3/4), Pp : 384-398.

Références bibliographiques

- AUSSENAC G, 1984.** Le cèdre, essai d'interprétation bioclimatique et écologique. *Bull. Soc. Bot. Fr.*, Actuel Bot., (2/3/4). Pp : 385-398.
- B.N.E.F, 1985.** Étude d'aménagement du Parc National de Belezma. Phase I.II.III Et IV. Ministère de l'hydraulique de l'environnement et des forêts.
- B.N.E.F, 1986.** Contribution a l'étude de la fructification et de la régénération du Cèdre de l'Atlas.
- BADRAOUI M et ASSALI F, 2007.** Les changements climatiques : ont-ils des impacts sur le dépérissement du cèdre dans le Moyen Atlas? Résumé de la communication a la célébration de la journée mondiale 2007 de la terre « changements climatiques et impacte écologiques et économiques. Université Al Khawayn Ifran, 27 Avril 2007. 3p.
- BAGNOULS F et GAUSSEN H, 1957.** Les climats biologiques et leurs classifications. *Ann. Géog. Fr.* Pp : 193-220.
- BAIZE, 1988.** Guide des analyses courantes en pédologie : choix expression-présentation-interprétation .Éd. INRA. Paris. 172p.
- BALACHOWSKY A S, 1954.** Etude comparative des cochenilles du cèdre au Liban et en Afrique du Nord. *Rev. Pathologie végétale et d'entomologie agricole de France*, vol 33, n° 2.
- BARITEAU M et al. 1994.** La faculté germinative des organes de cèdre (*Cedrus atlantica* M.) : influence des traitements densimétriques à l'alcool, du desailage et de la stratification. *Ann. Rech. For.* Maroc, Vol. 2. Pp : 500 - 509
- BELKHIRI S, 1993.** Contribution a l'étude de la régénération naturelle du cèdre de l'atlas dans le Belezma. Cas du Djebel M'Hasseur. *Thè. Ing. Dép. Agro.* Université de Batna, 82p.
- BENABID A, 1994.** Biogéographie phytosociologie et phytodynamique des cédraies de l'Atlas *Cedrus atlantica* (Manetti). In : Le cèdre de l'Atlas. Actes du séminaire international sur le cèdre de l'Atlas. Ifrane (Maroc), 7 – 11 Juin 1993. *Annales de la recherche forestière au Maroc* 27 (special). Pp : 61-76.
- BENSSACI OA, 2006.** La mycoflore endophyte du cèdre de l'atlas (*cedrus atlantica* Manetti) dans le massif de Belezma (Aurès). *Thé Magist. Spéc. For. et conserv. Des Sol. Inst. Agr.* Batna.80p.
- BENTOUATI A et BARITEAU M, 2006.** Réflexions sur le dépérissement du cèdre de l'atlas Aurès (Algérie), Forêt méditerranéenne, éd. Forêt méditerranéenne, Tome XXVII (4), Pp : 317-322.
- BENTOUATI A, 2005.** Réflexion sur le dépérissement du cèdre de l'atlas (*Cedrus atlantica* Manetti) dans les Aurès. Lettre de Belezma. N°9.Pp : 2-5

Références bibliographiques

- BENTOUATI A, 2008.** La situation du cèdre de l'atlas dans les Aurès (Algérie) forêt méditerranéenne tome XXIX (2) Pp : 203-208.
- BLONDEL J, 2008.** Histoire du climat : De la découverte de l'effet de serre au réchauffement climatique actuel. Forêt méditerranéenne, T. XXIX, n°2, Pp : 113-126.
- BONNEAU M, 1988.** Le dépérissement des forêts en Europe. *Rech.* 205 (19), décembre 1988. Pp : 1542-1556.
- BOUDY P, 1950.** Economie forestière Nord-Africaine : monographie et traitement des essences forestières. Éd. Larose, T2. Pp : 529-619.
- BOUDY P, 1952.** Guide du forestier en Afrique du Nord. Éd. La Maison Rustique. 505 p.
- BOUDY P, 1955.** Economie forestière nord-africaine : Description forestière de l'Algérie et de la Tunisie. Éd. Larose, T (4), Paris, 483p.
- CHEDDADI R, 2004.** Changements environnementaux du Nord-Ouest de l'Afrique : passé, présent et futur. In : Sémah A.M. et Renault-Miskovsky J. L'évolution de la végétation depuis deux millions d'années. Editions Artcom'. 104-125.
- CHEDDADI R, 2006.** Impacte du climat sur quelque espèces méditerranéennes ; du passé au future (résumé).
- CHEVRON RB, 2005.** Pourquoi les incendies de forêts sont-ils si meurtriers. 17 Avenue du Hoggar parc d'activités de courta bœuf, PB 112 91944 Les Ulis cedex A France.
- CIESLA W.M, 1993.** Qu'arrive t-il au Neem sahélien ? Unasylva. N°172 : sécurité des ouvriers forestiers. Archives des documents de la F.A.O. Département des forêts. 62p.
- DEBAZAC E.F, 1964.** Manuel des conifères. Nancy, École nationale des Eaux et Forêts, 1964. 172 p.
- DELATOUE C, 1990.** Les Dépérissements de Chênes en Europe. *Revue forestière française* vol XXXV, n° 4. Pp : 265-282.
- DEMARTEAU M, 2006.** Réponse de *Cedrus atlantica* aux changements climatiques passée et futurs. Licence en sciences géologiques, Université de Liège. 60 p.
- DEMOLIN G et FABRE J.P, 1986.** Entomological research in Mediterranean forest ecosystems of the northern rim of the Mediteranean Sea. Laboratoire de biologie des ligneux et des grandes cultures. Université d'Orléans. France.
- DEMOLIN G, 1991.** Réflexions biosystématiques sur toutes les processionnaires du genre *Thaumetopoea* Lepidoptera Thaumetopoeidae, considérées comme ravageurs importants des cèdres *Cedrus libani* Barel et *Cedrus Atlantica* Manetti sur le pourtour du bassin méditerranéen. *Ann. Rech. For. Maroc.* 27(1) Pp : 578-591.

Références bibliographiques

- DENTAND F, 2008.** Dépérissement forestier des alpes maritimes. Actions déjà entreprise par les communes forestières et l'office national des forêts. Forêt méditerranéenne, T. XXIX, n°2, Pp : 195-200.
- DIRIK H, 2000.** Effet du stress hydrique osmotique sur la germination des graines chez les provenances de cèdre de Liban (*Cedrus libani* A.Rich.) d'origine turque. *Ann. For. Sci.* 57. INRA, EDP Science. Pp : 361-367.
- DRIHEM M, 2008.** Le matin du Maroc ; www.lematin.ma
- DUCREY M, 1994.** Adaptation du cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti) au climat méditerranéen. Aspect écophysiologique de sa réaction à la sécheresse. *Ann. Rech. For.* Maroc. T27 (spécial) Pp : 139-153.
- EMBERGER L, 1938.** Contribution à la connaissance des cédraies et en particulier du Deodora et du cèdre de l'Atlas. *Rev. Bot. Appl et Agri* N°198. 192p.
- EZZAHIKI M et al, 2000.** Synthèse de quelque résultat sur la régénération naturelle du cèdre dans l'Atlas au moyen Atlas, Maroc. Sécheresse vol. 11(2), Pp : 78-84.
- FAO, 1971.** Inventaire de massifs forestiers de l'Aurès rapport technique.
- FAO, 1985.** Le cèdre pourra-t-il sauvegarder la forêt méditerranéenne.
- FARBET J.P et RABASE J.M, 1985.** Introduction dans le sud de la France d'un parasite : *Pauecia cerobii* (Hymnoptera ; Aphidiidea) du puceron : *cedrobium laportei* (Hom ; Lachnidea) du cèdre de l'atlas : *Cedrus atlantica*. *Entomopaga* 32(2). Springer. Pp : 127-141.
- FAUREL L et LAFITTE R, 1949.** Les facteurs de répartition des céderais dans le massif de l'Aurès et du Belezma. *Bul. Sci. d'Hist. Nat. De l'Afrique du nord* 40 Pp : 178-182.
- FERRANDES H, 1986.** Cèdres. *Rev. for. française*, vol. XXXVIII, n° spécial “Amélioration génétique des arbres forestiers”. Pp : 139-141.
- FINKELSTEIN D, 1981.** Contribution à la caractérisation écophysiolgue du cèdre, étude de la croissance et des échanges gazeux. *Thè. 3^{eme} cycle*, Université de Nancy. 159p.
- GACHI M, 1994.** Note sur la présence en Algérie de la processionnaire du cèdre *Thaumetopoea bonjeani* Powell (Lepidoptera ; Thaumetopoeidae). *Ann. Rech. For.* Maroc, T(27). Pp : 527-537.
- GARREC J.P et al, 1989.** Étude des surfaces foliaires des arbres déperissants. *Ann. Sci. For.*, 46. Pp : 547-552.
- GARRIGUE J et al, 2008.** Les effets de la canicule et de la sécheresse sur les forêts de la Massane (pyrène oriental). Forêt méditerranéenne, T XXIX, n°2, Pp : 183-188.
- GARTNER E, 1987.** La maladie des forêts un premier bilan.

Références bibliographiques

- GAUSSEN H, 1964.** Les gymnospermes actuelles et fossiles. *Trav. Lab. For.* Toulouse, Tome2 (1), Fasc. VII. Pp : 273-480.
- GIEC, 2001.** Changements climatiques 2001 : Rapport de synthèse. Genève, Suisse, I.P.C.C, 184p.
- GUIBAL F, 1986.** Dendroclimatologie du cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti) dans le sud de la France. Thé. Doc. 3^{eme}cycle. Université d'Aix Marseille III. 123p.
- HALIMI A, 1980.** L'Atlas Blidéen – climat et étages végétaux. Office des publications universitaires – Alger. Edition n° 648.532p.
- HALITIM S, 2006.** Le cèdre en danger. Lettre de Belezma, n°10. 2p.
- HARTMAN N.B, 1991.** Les symptômes de déprérissement des arbres forestiers. Éd. Atlas de reconnaissance en couleurs des maladies, insectes et divers.) . Française institut pour le développement forestier (IDF). 256 p.
- HOUSTON D.R, 1992.** A host stress saprogen model for forest dieback- decline diseases. In forest decline concepts. Éd. Saint paul(Minn): American pathological society. 1992. Pp : 3-25.
- HUTTUNEN S et LAINE K; 1983.** Erosion effects of air pollution on needle surfaces. *Ann. Bot. Fennici* 20,79p.
- INRF, 1986.** Etude du milieu et le reboisement. Bull Technique Forestier n°23. Pp : 53-60. 1986.
- JACQUE V, 2008.** Les modèles de prévision climatique en région méditerranéenne. Forêt méditerranéenne, T. XXIX, n°2, Pp : 107-112.
- JUMP, HUNT et PEINUELAS, 2006.** Rapid climate change-related growth decline at the southern range edge of *fagus sylvatica*. Global change Biology, 12. Pp: 2163-2174.
- LAABED A, 2006.** Plan de gestion du parc national de Belezma. Version 2. Section A : Approche descriptive et analytique. *Doc. Int. Parc National Belezma*. 53p.
- LAMHAMEDI et CHBOUKI, 1994.** Les principaux facteurs influençant la régénération naturelle du cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* M.). *Ann. Rech. For.* Maroc, T (27). Pp : 243-257.
- LANDMANN, 1994.** Concepts, définitions et caractéristiques générales des déprérissements forestiers. *Rev. For. Fr.* XLVI - 5- Pp : 405-415.
- LANIER L et al. 1976.** Mycologie et pathologie forestières. Tome II. Pathlogie forestière. Edition Masson. Paris. Pp : 16-26.
- LANIER L, 1994.** Les champignons des cédraies en Algérie (étude comparative). *Ann. Rech. For.* Maroc, 1994, T(2). Pp : 553-563.

Références bibliographiques

- LE MEIGNEN P et MICAS L, 2008.** Bilan des déprésissements forestiers dans les Alpes-de-Provence. Forêt méditerranéenne. T XXIX, n°2, Pp : 177-182.
- M'HIRIT O, 1982.** Etude écologique et forestière des cédraies du Rif Marocain : Essai sur une approche multidimensionnelle de la phytoécologie et de la production du cèdre de l'atlas. *Ann. Rech. For.* Maroc2(1). 499p.
- M'HIRIT O, 1993.** Le cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti). Présentation générale et état des connaissances à travers le réseau Silva Mediterranea "Le Cèdre". In : Le cèdre de l'Atlas. Actes du séminaire international sur le cèdre de l'Atlas. Ifrane (Maroc), 7 – 11 Juin 1993. *Annales de la recherche forestière au Maroc* 27 (spécial). Pp : 4-21
- MALKI H, 1992.** Contribution à l'étude de l'influence du climat et des facteurs physiques sur la végétation naturelle du cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti) dans les monts du Belezma (Algérie). *Thè. Doc.* Université de Paris- Sorbonne. 187p
- MANION P, 1981.** Forest decline concept. An overview. In. Manion P, Lachance D, Éd. Forest decline concept. Minnesita : *PDS Press*, 1992. Pp : 90-181.
- MANION P et LACHANCE D, 1992.** Forest decline concepts: an over view. In forest decline concepts. Éd. Saint paul (Minn): American pathological society, 1992. 235p.
- MICAS, 2008.** Le déprésissement des forêts des Alpes de Haute-Provence. Journées d'études « Changement climatiques et forêt méditerranéenne ». Forêt Méditerranéenne.
- MILLE R, 1986.** Contribution à l'étude de la variabilité génétique du cèdre. *Thé. ENITEF. INRA.* Laboratoire d'amélioration des arbres forestiers. 122p.
- MOUKOURI DJOUMBA, 2007.** Contribution à l'étude du déprésissement du cèdre de l'atlas dans le massif des Ouled-Yagoub (Dj Feraoun). Approche sylvicole. *Thé. Ing. For.* Université de Batna. 58p.
- MOUNA M, 1994.** Etat des connaissances sur l'entomofaune du cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti) au Maroc. In : Le cèdre de l'Atlas. Actes du séminaire international sur le cèdre de l'Atlas. Ifrane (Maroc), 7 – 11 Juin 1993. *Annales de la recherche forestière au Maroc* 27 (spécial). Pp : 514-526.
- MÜHLEMANN P, 1994.** Déprésissement des forêts en Suisse : situation actuelle. Le courrier de l'environnement de l'INRA N°22.
- NAGELEISEN LM, 2006.** Effects of drought and heat on forest insect populations in relation to the 2003 drought in Western Europe. *Ann. For. Sci.* 63 Pp : 613–624.
- NAGELEISEN LM, 2007.** Les problèmes phytosanitaires du cèdre en France. Forêt-entreprise, n°174. Pp : 27-31.

Références bibliographiques

- NEDJAHİ A, 1987.** Les résultats des expérimentations du Projet intégré développement des Aurès. Projet Aurès. Séminaire ALESCO, Bou-Saadâ
- NEDJAHİ A, 1988** La cédraie de Chréa. (Atlas Blideen) : Phénologie, productivité, régénération. *Thè. Doc. Univ. De Nancy.* 184p.
- OSWALD H, 1992.** Floraison, pollinisation et fructification chez le Hêtre (*Fagus silvatica L.*) INRA. Paris .243-258.
- PUJOS A, 1966.** Les milieux de la cédraie marocaine. Etude d'une classification des cédraies du Moyen Atlas et du Rif en fonction du sol et du climat de la régénération actuelle dans les peuplements. *Ann. Rech. For. Maroc.* 8: Rabat 283.
- PNB, 2005.** Rapport sur le plan de sauvegarde de la cédraie de la wilaya de Batna
- PNB, 2006.** Plan de gestion du parc national de Belezma 2006-2010.
- PONS A et QUEZEL P, 1958.** Premières remarques sur l'étude palynologique d'un guano fossile du Hoggar. *Compte rendu des séances de l'académie de Sciences.* 244, Pp : 2290- 2292.
- PRADAL F, 1979** Variabilité génétique et écophysiologique du cèdre. Résumé. INRA département Forêt. Nancy.
- QUEZEL P, 1957.** Peuplement végétal des hautes montagnes de l'Afrique du nord. Encyclopédie biogéographie et écologie 5. Paris. Pp : 15-30.
- QUEZEL P, 1959.** Le peuplement végétal de hautes montagnes d'Afrique du nord. Éd. Chevalier. Pp : 15-30.
- QUEZEL P, 1998.** Cèdre et cédraies du pourtour méditerranéenne : signification bioclimatique et phytogéographiques. Forêt méditerranéenne. T.XIX, n°3.
- RIGOLOT E, 2008.** Impact du changement climatique sur les feux de forêt. Forêt méditerranéenne. T.XXIX, n°2. Pp : 167-176.
- RIOU-NIVERT P, 2007.** Fiche extraite de la Flore forestière française. T (III) région méditerranéenne. Forêt-entreprise, n°174. Pp : 14-16.
- ROQUE C, 1983.** Impact des insectes ravageurs des cônes et graines sur les potentialités de régénération naturelle des principales essences constituant les forêts d'altitude du Briançonnais. Régénérations des forêts d'altitude. Université de Savoie. Office National des Forêt. Pp : 17-28.
- ROY G, 1994.** Le dépérissement de l'érytre sucré (*Acer saccharum* Mash) au Québec. *Rev. For.* XLVI-5- Pp : 512-521.
- ROY G, 1998.** Rôle des facteurs climatique dans le mécanisme du dépérissement des érablières appalachianes. *Thè. Doc.* Université Sherbrooke Canada.
- SAHLI A, 2004.** Contribution a l'étude de la régénération naturelle du cèdre de l'atlas (*Cedrus atlantica* M) dans le Belezma. *Thè. Ing. INA.* de Batna. 32p.

Références bibliographiques

- SCHORENBERGER A, 1970.** Etude de la végétation de l'Aurès oriental. FAO. Projet Algérie. Pp : 15-69.
- SEGUIN B, 2006.** Sécheresse et agriculture : état des lieux et enjeux. INRA. Avignon.
- SEGUIN B, 2008.** Impact du changement climatique sur les écosystèmes naturels et cultivés. Forêt méditerranéenne. T.XXIX, n°2. Pp : 127-136.
- SELTZER P, 1946.** le climat de l'Algérie. *Travaux de l'Institut de Météorologie et de Physique du Globe*. Université D'Alger. Éd Carbonel. 219p
- SINCLAIR W.A, 1964.** Comparisons of recent decline of white ash and, sugar maple in northeastern woodland. Cornell plants. Vol 20. 1964. Pp : 62-67.
- SINCLAIR W.A, 1967.** Decline of hardwoods : possible causes. International shade tree conference proceeding, 42. 1967. Pp : 17-32.
- STEWART Ph, 1968.** Quotient pluviométrique et dégradation de la biosphère. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afrique du Nord*. Alger. Pp : 14-59.
- TAORE M.L et al, 2006.** Synthèse des études de vulnérabilité adaptation du secteur forestier aux changements climatiques en guinée. Projet plan d'action national d'adaptation aux changements climatiques (pana-cc) gui. 03. 37p
- TESSIER A et al, 1993.** Response of metallothionein concentrations in a freshwater bivalve (*Anodonta grandis*) along an environmental cadmium gradient.
- TOTH J, 1970.** Plus que centenaire et plein d'avenir : le cèdre en France. *Rev. For. Fr*, vol. 22, (3). Pp : 355-364.
- TOTH J, 1971.** Le cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* en France). Bulletin de la vulgarisation forestière. (4). Pp : 5-19.
- TOTH J, 1978.** Contribution à L'études de la fructification et de la régénération du cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* M.) dans le sud de la France. *Thè. Doc. Ing. Fac. St. Jérôme. Marseille*, France. 136p.
- TOTH J, 1980.** Le cèdre III. La graine des plants en pépinière, reboisement, régénération naturelle. *Forêt privée. Rev. For; Europe*. N° 132. Pp : 41-47.
- TOTH J, 1981.** Contribution à l'étude monographique du cèdre méditerranéen. INRA. Station d'Avignon : 25p.
- TOTH J, 1982-1984.** Quelques éléments nouveaux pour mieux situer et caractériser le cèdre de l'Himalaya en France vis-à-vis du cèdre de l'Atlas et du cèdre du Liban en France méridionale. *INRA. Bull. Soc. Et Sci. Nat. Vaucluse*. Pp : 41-49.
- TOTH J, 1987.** Effets des facteurs d'environnement sur l'accroissement du cèdre de l'Atlas. *Bull. Soc. Et Nat. Vaucluse*. Pp : 71-76.

Références bibliographiques

- TOTH J, 1990.** Le cèdre III. Intérêt paysage. Cédraie touristique. Forêt privée, n° 195. 8p.
- TREMBLAY V, 1999.** Dendroécologie du dépérissement du bouleau blanc (*Betula papyrifera* Marsh) après coupe forestière dans la réserve faunique des Laurentides.
- VARELA M.C, 2008.** Dépérissement des peuplements chêne-liège et changement climatique. Forêt méditerranéenne T.XXIX, n°2, Pp : 209-212.
- ZERARIA L, 1986.** Etude phytosociologique des groupements végétaux forestiers du parc national de Chrea. *Ann. Rech. For.* Vol1. Pp : 23-52
- ZERDOUM M, 2006.** Contribution a l'étude de l'évaluation et de la dynamique des réserves hydrique dans quelques sols calcaire du CHB et des Ouled-Yagoub (W Khenchela)
- ZINE EL ABIDINE, 2003.** Le dépérissement des forêts au Maroc : analyse des causes et stratégie de lutte. Sécheresse 14 (4). John Libbey Eurotext. Pp : 209-218.

Annexe

Annexe 1- Les tableaux

1- Tableau du versant Nord:

Placette 1 (1498 à 1502)

Nombre d'arbre	Etat
1	M
2	D
	D
3	S
4	S
5	S
6	D
7	S
8	S

Placette 2 (1561 à 1569)

Nombre d'arbre	Etat
1	S
2	D
	D
3	S
4	S
5	D
	D
6	D
7	D
	M
8	S

Placette 3 (1592 à 1601)

Nombre d'arbre	Etat
1	D
2	D
3	S
4	D
5	D
	D
6	D
7	D
8	S
9	D
10	S
11	S
12	S
13	S
14	D

Annexe

15	S
----	---

Placette 4 (1576 à 1582)

Nombre d'arbre	Etat
1	S
2	M
3	S
4	M
5	S
6	S
7	S
8	M

Placette 5 (1682 à 1694)

Nombre d'arbre	Etat
1	D
2	M
3	D
4	D
5	D
6	D
7	D
8	D
9	S
10	S
11	S
	S
12	S
13	S
14	S
15	S
16	D
	D
17	D
18	D

Placette 6 (1699 à 1710)

Nombre d'arbre	Etat
Non faite	Non faite

Placette 7 (1513 à 1515)

Nombre d'arbre	Etat
1	M
2	D
3	D

Annexe

4	D
5	D
6	M
7	M
8	D
9	D
10	D
11	D
12	S
13	S
14	S
15	S
16	S

Placette 8 (1517 à 1526)

Nombre d'arbre	Etat
1	D
2	M
3	D
4	D
5	D
6	D
7	D
8	M
9	D
10	D
11	D
12	D
13	D
14	D
15	S
16	S
17	S
18	S
19	S
20	S
21	S
22	S
23	S
24	S
25	M
26	D
27	D

Annexe

Placette 9 (1680 à 1685)

Nombre d'arbre	Etat
1	D
2	D
3	D
4	M
5	D
6	D
7	M
8	M
9	D
10	D
11	D
12	D
13	D
14	D
15	D
16	D
17	D
18	D
19	M
20	M
21	D
22	D
23	S
24	D
25	D
26	S
27	M
28	D
29	D
30	D
31	S
32	D
33	D
34	S
35	M
36	M

Annexe

2- Tableau du versant Sud:

Placette 1 (1532 à 1541)

Nombre d'arbre	Etat
1	D
2	D
3	D
4	D

Placette 2 (1538 à 1544)

Nombre d'arbre	Etat
1	D
2	D
3	D
4	D

Placette 3 (1534 à 1542)

Nombre d'arbre	Etat
0	/

Placette 4 (1588 à 1594)

Nombre d'arbre	Etat
1	D
2	D

Placette 5 (1587 à 1592)

Nombre d'arbre	Etat
0	/

Placette 6 (1589 à 1591)

Nombre d'arbre	Etat
1	D

Placette 7 (1608 à 1623)

Nombre d'arbre	Etat
1	D
2	D
3	D
4	D
5	D
6	D
7	D
8	D
9	D
10	D
11	D

Annexe

12	D
13	D
14	D
15	D
16	D
17	D
18	M

Placette 8 (1605 à 1619)

Nombre d'arbre	Etat
1	D
2	D
3	D
4	D
5	M
6	D
7	D
8	D
9	D
10	D
11	D
12	M

Placette 9 (1602 à 1608)

Nombre d'arbre	Etat
1	D
2	M
3	M
4	D
5	D
6	D
7	D

N : Numéro

E : Etat

D : Dépérir

S : Sain

M : Moribond

Annexe

Inventaire des espèces végétales du Tuggurt

N°	Nom Latin	Nom Commun	Famille	Type Biologique
Végétation de Tuggurt				
1	<i>Acanthus mollis</i>	Acanthe a feuilles molles	<i>Acanthaceae</i>	Hémicryptophyte
2	<i>Acer monspessulanum</i>	Erable de Montpellier	<i>Aceraceae</i>	Phanérophyte
3	<i>Aethionema saxatile</i>	Aethionéme des rochers	<i>Brassicaceae</i>	Hémicryptophyte
4	<i>Alkanna tinctoria</i>	Orcanettes des teinturiers	<i>Boraginaceae</i>	Hémicryptophyte
5	<i>Allium Pendulinum</i>	Ail	<i>Liliaceae</i>	Géophyte
6	<i>Ampelodesma mauritanica</i>	Diss	<i>Poaceae</i>	Hémicryptophyte
7	<i>Anacyclus clavatus</i>	Anacycle en massue	<i>Asteraceae</i>	Thérophyte
8	<i>Anagallis arvensis</i>	Mouron des champs	<i>Primulaceae</i>	Thérophyte
9	<i>Anagallis monelli</i>	Mouron de monelle	<i>Primulaceae</i>	Hémicryptophyte
10	<i>Anthemis arvensis</i>	Anthémis des champs	<i>Asteraceae</i>	Thérophyte
11	<i>Asparagus acutifolius</i>	Asperge sauvage	<i>Liliaceae</i>	Phanérophyte
12	<i>Asperula aristata</i>	Aspérule aristé	<i>Rubiaceae</i>	Hémicryptophyte
13	<i>Asperula odorata</i>	Aspérule odorante	<i>Rubiaceae</i>	Géophyte
14	<i>Asphodeline lutea</i>	Asphodéline jaune	<i>Liliaceae</i>	Hémicryptophyte
15	<i>Asphodelus microcarpus</i>	Asphodèle à petit fruit	<i>Liliaceae</i>	Hémicryptophyte
16	<i>Astragalus armatus</i>	Astragale armé	<i>Fabaceae</i>	Chaméphyte
17	<i>Astragalus monspessulanus</i>	Astragale de Montpellier	<i>Fabaceae</i>	Hémicryptophyte
18	<i>Atractylis cancellata</i>	Atractyle en treillis	<i>Asteraceae</i>	Thérophyte
19	<i>Atractylis humilis</i>	Atractyle humble	<i>Asteraceae</i>	Géophyte
20	<i>Atractylis serratuloides</i>	Astragale ou serr-jmall	<i>Asteraceae</i>	Chaméphyte
21	<i>Bellis sylvestris</i>	Pâquerette d'automne	<i>Asteraceae</i>	Hémicryptophyte
22	<i>Berberis hispanica</i>	Epine-vinette d'Espagne	<i>Berberidaceae</i>	Phanérophyte
23	<i>Bombycilaena erecta</i>	Cotonnier dressée	<i>Asteraceae</i>	Thérophyte
24	<i>Borago officinalis</i>	Bourache officinale	<i>Boraginaceae</i>	Thérophyte
25	<i>Bromus sterilis</i>	Brome sterile	<i>Poaceae</i>	Géophyte
26	<i>Bupleurum spinosum</i>	Buplèvre épineux	<i>Apiaceae</i>	Chaméphyte
27	<i>Calendula arvensis</i>	Souci des champs	<i>Asteraceae</i>	Thérophyte
28	<i>Calycotome spinosa</i>	Calycotide épineux	<i>Fabaceae</i>	Chaméphyte
29	<i>Carduncellus pinnatus</i>	Petit chardon	<i>Asteraceae</i>	Hémicryptophyte
30	<i>Carduus nutans</i>	Chardon penché	<i>Asteraceae</i>	Hémicryptophyte
31	<i>Carlina lanata</i>	Carline laineuse	<i>Asteraceae</i>	Thérophyte
32	<i>Charthamus lanatus</i>	Carthame laineux	<i>Asteraceae</i>	Thérophyte
33	<i>Catananche caerulea</i>	Catananche bleue	<i>Asteraceae</i>	Hémicryptophyte
34	<i>Cedrus atlantica</i>	Cèdre de l'atlas	<i>Pinaceae</i>	Phanérophyte
35	<i>Centaurea acaulis</i>	Centaurée sans tige	<i>Asteraceae</i>	Chaméphyte
36	<i>Centaurea pullata</i>	Centaurée en deuil	<i>Asteraceae</i>	Hémicryptophyte
37	<i>Centaurea tougourensis</i>	Centaurée de Tuggurt	<i>Asteraceae</i>	Hémicryptophyte
38	<i>Cirsium arvense</i>	Cirse des champs	<i>Asteraceae</i>	Géophyte
39	<i>Cirsium monspessulanum</i>	Cirse de Montpellier	<i>Asteraceae</i>	Hémicryptophyte
40	<i>Cistus albidus</i>	Ciste cotonneux	<i>Cistaceae</i>	Chaméphyte
41	<i>Colutea arborescens</i>	Baguenaudier	<i>Fabaceae</i>	Phanérophyte
42	<i>Convolvulus arvensis</i>	Liseron des champs	<i>Convolvulaceae</i>	Hémicryptophyte
43	<i>Coronilla juncea</i>	Coronille en jonc	<i>Fabaceae</i>	Chaméphyte
44	<i>Coronilla scorpioides</i>	Coronille scorpioïde	<i>Fabaceae</i>	Thérophyte
45	<i>Crataegus monogyna</i>	Aubépine monogyne	<i>Rosaceae</i>	Phanérophyte
46	<i>Dactylis glomerata</i>	Dactyle pelotonné	<i>Poaceae</i>	Hémicryptophyte
47	<i>Daphne gnidium</i>	Garou ou sainbois	<i>Thymelaeaceae</i>	Phanérophyte
48	<i>Daucus carota</i>	Carotte sauvage	<i>Apiaceae</i>	Hémicryptophyte
49	<i>Echium italicum</i>	Vipérine d'Italie	<i>Boraginaceae</i>	Hémicryptophyte

Annexe

50	<i>Epipactis helleborine</i>	Épipactis à larges feuilles	Orchidaceae	Hémicryptophyte
51	<i>Erinacea cmthyllis</i>	Genêt-hérisson	Fabaceae	Chaméphyte
52	<i>Eryngium campestre</i>	Chardon roulant	Apiaceae	Hémicryptophyte
53	<i>Eryngium maritimum</i>	Panicaut maritime	Asteraceae	Hémicryptophyte
54	<i>Ferula communis</i>	Férule commune	Asteraceae	Hémicryptophyte
55	<i>Fumaria capreolata</i>	Fumeterre grimpante	Papaveraceae	Thérophyte
56	<i>Galactites elegans</i>	Galactite élégante	Asteraceae	Thérophyte
57	<i>Genista pilosa</i>	Genêt pileux	Fabaceae	Chaméphyte
58	<i>Geranium pusillum</i>	Géranium a tige grêles	Geraniaceae	Thérophyte
59	<i>Helianthemum apenninum</i>	Hélianthème des Apennins	Cistaceae	Chaméphyte
60	<i>Helianthemum croceum</i>	Hélianthème jaune	Cistaceae	Chaméphyte
61	<i>Helianthemum oelandicum</i>	Hélianthème d'Oeland	Cistaceae	Chaméphyte
62	<i>Hyoseris radiata</i>	Astragale chicorée de porc	Asteraceae	Hémicryptophyte
63	<i>Hypochaeris glabra</i>	Porcelle glabre	Asteraceae	Thérophyte
64	<i>Inula montana</i>	Inule de montagne	Asteraceae	Hémicryptophyte
65	<i>Iris pseudacorus</i>	Iris jaune	Iridaceae	Géophyte
66	<i>Iris unguicularis</i>	Iris d'Alger	Iridaceae	Géophyte
67	<i>Jasminum fruticans</i>	Jasmin ligneux	Oleaceae	Chaméphyte
68	<i>Juniperus oxycedrus</i>	Genévrier oxycédre	Cupressaceae	Phanérophyte
69	<i>Juniperus phœnicea</i>	Genévrier de Phénicie	Cupressaceae	Phanérophyte
70	<i>Lathyrus latifolius</i>	Pois vivace	Fabaceae	Hémicryptophyte
71	<i>Lathyrus sylvestris</i>	Grande gesse	Fabaceae	Hémicryptophyte
72	<i>Lonicera etrusca</i>	Chèvrefeuille d'Etrurie	Caprifoliaceae	Phanérophyte
73	<i>Lonicera implexa</i>	Chèvrefeuille des Baléares	Caprifoliaceae	Phanérophyte
74	<i>Lotus corniculatus</i>	Lotier cornicule	Fabaceae	Hémicryptophyte
75	<i>Lupinus luteus</i>	Lupin jaune	Fabaceae	Thérophyte
76	<i>Malva sylvestris</i>	Mauve sauvage	Malvaceae	Hémicryptophyte
77	<i>Medicago sativa</i>	Luzerne cultivée	Fabaceae	Hémicryptophyte
78	<i>Melica ciliata</i>	Mélique ciliée	Poaceae	Hémicryptophyte
79	<i>Mentha aquatica</i>	Menthe aquatique	Lamiaceae	Géophyte
80	<i>Muscari neglectum</i>	Muscaris négligé	Liliaceae	Géophyte
81	<i>Onopordum bracteatum</i>	Chardon des ânes	Asteraceae	Hémicryptophyte
82	<i>Ophrys apifera</i>	Ophrys abeille	Orchidaceae	Géophyte
83	<i>Origanum vulgare</i>	Marjolaine commune	Lamiaceae	Hémicryptophyte
84	<i>Orobanche crenata</i>	Orobanche crénélée	Orobanchaceae	Thérophyte
85	<i>Oryzopsis paradox</i>	Millet paradoxal	Poaceae	Hémicryptophyte
86	<i>Papaver rhoeas</i>	Coquelicot	Papaveraceae	Thérophyte
87	<i>Paronychia argentea</i>	Paronyque argentée	Illecebraceae	Hémicryptophyte
88	<i>Paronychia echinata</i>	Paronyque à pointes	Illecebraceae	Thérophyte
89	<i>Phillyrea angustifolia</i>	Filaria à feuille étroite	Oleaceae	Phanérophyte
90	<i>Plantago albicans</i>	Plantain blanchissant	Plantaginaceae	Chaméphyte
91	<i>Pulicaria odora</i>	Pulicaire odorante	Asteraceae	Hémicryptophyte
92	<i>Quercus ilex</i>	Chêne vert	Fagaceae	Phanérophyte
93	<i>Ranunculus montanus</i>	Renoncule des montagnes	Renonculaceae	Hémicryptophyte
94	<i>Ranunculus</i>	Renoncule à petite pointe	Renonculaceae	Hémicryptophyte
95	<i>Ranunculus</i>	Renoncule rampante	Renonculaceae	Hémicryptophyte
96	<i>Rhamnus alaternus</i>	Nerprun alaterne	Rhamnaceae	Phanérophyte
97	<i>Romulea bulbocodium</i>	Romulée bulbocode	Iridaceae	Géophyte
98	<i>Rosa canina</i>	Eglantier	Rosaceae	Phanérophyte
99	<i>Rosmarinus officinalis</i>	Romarin	Lamiaceae	Phanérophyte
100	<i>Rubia peregrina</i>	Garance sauvage	Rubiaceae	Hémicryptophyte
101	<i>Rubus ulmifolius</i>	Ronce à feuille d'Orme	Rosaceae	Phanérophyte
102	<i>Salvia verbenaca</i>	Sauge fausse verveine	Lamiaceae	Hémicryptophyte

Annexe

103	<i>Sanguisorba minor</i>	Pimprenelle	Rosaceae	Hémicryptophyte
104	<i>Scarbiosa crenata</i>	Scabieuse	Dipsacaceae	Hémicryptophyte
105	<i>Sedum sediformae</i>	Sédum de Nice	Crassulaceae	Chaméphyte
106	<i>Silene cucubalus</i>	Silène cucubale	Caryophyllaceae	Hémicryptophyte
107	<i>Silene italicica</i>	Silène d'Italie	Caryophyllaceae	Hémicryptophyte
108	<i>Stipa pennata</i>	Stipe pennée	Poaceae	Hémicryptophyte
109	<i>Taraxacum campylode</i>	Pissenlit officinal	Asteraceae	Hémicryptophyte
110	<i>Teucrium polium</i>	Germandrée tomanteuse	Lamiaceae	Chaméphyte
111	<i>Teucrium pseudo-chamaepeitys</i>	Germandrée faux petit-pin	Lamiaceae	Chaméphyte
112	<i>Thapsia garganica</i>	Bounafae drias	Apiaceae	Hémicryptophyte
113	<i>Thymus algeriensis</i>	Thym cilié	Lamiaceae	Chaméphyte
114	<i>Thymus vulgaris</i>	Thym commun	Lamiaceae	Chaméphyte
115	<i>Trifolium stellatum</i>	Trèfle étoilé	Fabaceae	Thérophyte
116	<i>Trifolium tomentosum</i>	Trèfle tomenteux	Fabaceae	Thérophyte
117	<i>Umbilicus rupestris</i>	Ombilic des rochers	Crassulaceae	Géophyte
118	<i>Urospermum dalechampii</i>	Urosperme de daléchamp	Asteraceae	Hémicryptophyte
119	<i>Vicia glauca</i>	Vesce glauque	Fabaceae	Hémicryptophyte
120	<i>Vicia onobrychioides</i>	Vesce faux sainfoin	Fabaceae	Hémicryptophyte
121	<i>Xanthium strumarium</i>	Lampourde	Asteraceae	Thérophyte

Inventaire des espèces végétales du Col Telmet

N°	Nom Latin	Nom Commun	Famille	Type Biologique
Végétation du Col Telmet				
1	<i>Aegilops ovata</i>	Egilope a inflorescence ovale	Poaceae	Thérophyte
2	<i>Aethionema saxatile</i>	Aethionane des rochers	Brassicaceae	Hémicryptophyte
3	<i>Allium pendulinum</i>	Ail	Liliaceae	Géophyte
4	<i>Ampelodesma mauritanica</i>	Diss	Poaceae	Hémicryptophyte
5	<i>Anacyclus clavatus</i>	Anacycle en massue	Asteraceae	Thérophyte
6	<i>Anagallis arvensis</i>	Mouron des champs	Primulaceae	Thérophyte
7	<i>Anagallis monelli</i>	Mouron de monel	Primulaceae	Hémicryptophyte
8	<i>Anthemis arvensis</i>	Anthémis des champs	Asteraceae	Thérophyte
9	<i>Artemisia campestris</i>	Armoise des champs	Asteraceae	Hémicryptophyte
10	<i>Asparagus acutifolius</i>	Asperge sauvage	Liliaceae	Phanérophyte
11	<i>Asphodeline lutea</i>	Asphodeline jaune	Liliaceae	Hémicryptophyte
12	<i>Asphodelus microcarpus</i>	Asphodel à petits fruits	Liliaceae	Hémicryptophyte
13	<i>Astragalus armatus</i>	Astragale armé	Fabaceae	Chaméphyte
14	<i>Astragalus monspessulanus</i>	Astragale de Montpellier	Fabaceae	Hémicryptophyte
15	<i>Atractylis cancellata</i>	Atractyle en treillis	Asteraceae	Thérophyte
16	<i>Atractylis humilis</i>	Atractyle humble	Asteraceae	Géophyte
17	<i>Bellis sylvestris</i>	Piquerette d'automne	Asteraceae	Hémicryptophyte
18	<i>Bombycilaena erecta</i>	Cotonnière dressé	Asteraceae	Thérophyte
19	<i>Bupleurum spinosum</i>	Buplèvre épineux	Apiaceae	Chaméphyte
20	<i>Calendula arvensis</i>	Souci des champs	Asteraceae	Thérophyte
21	<i>Calycotome spinosa</i>	Calycotide épineux	Fabaceae	Chaméphyte
22	<i>Carduncellus pinnatus</i>	Petit chardon	Asteraceae	Hémicryptophyte
23	<i>Carduus nutans</i>	Chardon penche	Asteraceae	Hémicryptophyte
24	<i>Carlina lanata</i>	Carline laineuse	Asteraceae	Thérophyte
25	<i>Carthamus lanatus</i>	Carthame laineux	Asteraceae	Thérophyte
26	<i>Catananche caerulea</i>	Catananche bleue	Asteraceae	Hémicryptophyte
27	<i>Cedrus atlantica</i>	Cèdre de l'Atlas	Pinaceae	Phanérophyte
28	<i>Centaurea acaulis</i>	Centaurée sans tige	Asteraceae	Chaméphyte
29	<i>Cirsium monspessulanum</i>	Cirse de Montpellier	Asteraceae	Hémicryptophyte

Annexe

30	<i>Cistus salvifolius</i>	Ciste à feuille de sauge	<i>Cistaceae</i>	Phanérophyte
31	<i>Convolvulus arvensis</i>	Liseron des champs	<i>Convolvulaceae</i>	Hémicryptophyte
32	<i>Coronilla juncea</i>	Coronille en jonc	<i>Fabaceae</i>	Chaméphyte
33	<i>Coronilla scorpioides</i>	Coronille scorpioïde	<i>Fabaceae</i>	Thérophyte
34	<i>Dactylis glomerata</i>	dactyle pelotonné	<i>Poaceae</i>	Hémicryptophyte
35	<i>Daphne gnidium</i>	Garou ou Sain-bois	<i>Thymelaeaceae</i>	Phanérophyte
36	<i>Deschampsia media</i>	Canches intermédiaire	<i>Poaceae</i>	Hémicryptophyte
37	<i>Erinacea anthyllis</i>	Genet-hérisson	<i>Fabaceae</i>	Chaméphyte
38	<i>Eryngium campestre</i>	Chardon roulant	<i>Apiaceae</i>	Hémicryptophyte
39	<i>Eryngium maritimum</i>	Panicaut maritime	<i>Apiaceae</i>	Hémicryptophyte
40	<i>Ferula communis</i>	Férule commune	<i>Apiaceae</i>	Hémicryptophyte
41	<i>Galactites elegans</i>	Galactite élégant	<i>Asteraceae</i>	Thérophyte
42	<i>Genista pilosa</i>	Genet pileux	<i>Fabaceae</i>	Chaméphyte
43	<i>Genista cinerea</i>	Genet cendré	<i>Fabaceae</i>	Chaméphyte
44	<i>Geranium pusillum</i>	Géranium à tiges grêles	<i>Geraniaceae</i>	Thérophyte
45	<i>Globularia alypum</i>	Globulaire turbith	<i>Globulariaceae</i>	Chaméphyte
46	<i>Helianthemum apenninum</i>	Hélianthème des Apennins	<i>Cistaceae</i>	Chaméphyte
47	<i>Helianthemum croceum</i>	Hélianthème jaune	<i>Cistaceae</i>	Chaméphyte
48	<i>Jasminum fruticans</i>	Jasmin ligneux	<i>Oleaceae</i>	Chaméphyte
49	<i>Juniperus oxycedrus</i>	Genévrier oxycédre	<i>Cupressaceae</i>	Phanérophyte
50	<i>Juniperus phoenicea</i>	Genévrier de Phénicie	<i>Cupressaceae</i>	Phanérophyte
51	<i>Lotus corniculatus</i>	Lotier cornicule	<i>Fabaceae</i>	Hémicryptophyte
52	<i>Malva sylvestris</i>	Mauve sauvage	<i>Malvaceae</i>	Hémicryptophyte
53	<i>Medicago sativa</i>	Luzerne cultivée	<i>Fabaceae</i>	Hémicryptophyte
54	<i>Melica ciliata</i>	Mélique ciliée	<i>Poaceae</i>	Hémicryptophyte
55	<i>Muscari comosum</i>	Muscari à toupet	<i>Liliaceae</i>	Géophyte
56	<i>Onopordum bracteatum</i>	Chardon des fines	<i>Asteraceae</i>	Hémicryptophyte
57	<i>Orobanche crenata</i>	Orobanche crénélée	<i>Orobanchaceae</i>	Thérophyte
58	<i>Oryzopsis paradoxa</i>	Millet paradoxal	<i>Poaceae</i>	Hémicryptophyte
59	<i>Papaver rhoeas</i>	Coquelicot	<i>Papaveraceae</i>	Thérophyte
60	<i>Paronychia argentea</i>	Paronyque argenté	<i>Illecebraceae</i>	Hémicryptophyte
61	<i>Phillyrea angustifolia</i>	Filaria à feuilles étroites	<i>Oleaceae</i>	Phanérophyte
62	<i>Pistacia terebinthus</i>	Térébinthe	<i>Anacardiaceae</i>	Phanérophyte
63	<i>Quercus ilex</i>	Chêne vert	<i>Fagaceae</i>	Phanérophyte
64	<i>Rhamnus alaternus</i>	Nerprun alaterne	<i>Rhamnaceae</i>	Phanérophyte
65	<i>Rosa canina</i>	Eglantier	<i>Rosaceae</i>	Phanérophyte
66	<i>Rosa sempervirens</i>	Rosier toujours-vé	<i>Rosaceae</i>	Phanérophyte
67	<i>Rosmarinus officinalis</i>	Romarin officinal	<i>Lamiaceae</i>	Phanérophyte
68	<i>Salvia verbenaca</i>	Sauge fausse verveine	<i>Lamiaceae</i>	Hémicryptophyte
69	<i>Sanguisorba minor</i>	Pimprenelle	<i>Rosaceae</i>	Hémicryptophyte
70	<i>Scabiosa crenata</i>	Scabieuse	<i>Dipsacaceae</i>	Hémicryptophyte
71	<i>Sedum sediformae</i>	Sedum de Nice	<i>Crassulaceae</i>	Chaméphyte
72	<i>Silene cucubalus</i>	Silene cucubale	<i>Caryophyllaceae</i>	Hémicryptophyte
73	<i>Stipa tenacissima</i>	Halfa (alfa)	<i>Poaceae</i>	Hémicryptophyte
74	<i>Teucrium polium</i>	Germandrée tomenteuse	<i>Lamiaceae</i>	Chaméphyte
75	<i>Thapsia garganica</i>	Bounafae drias	<i>Apiaceae</i>	Hémicryptophyte
76	<i>Thymus algeriensis</i>	Thym cilié	<i>Lamiaceae</i>	Chaméphyte
77	<i>Thymus vulgaris</i>	Thym commun	<i>Lamiaceae</i>	Chaméphyte
78	<i>Urospermum dalechampii</i>	Urosperme de Daléchamp	<i>Asteraceae</i>	Hémicryptophyte
79	<i>Vicia glauca</i>	Vesce glauque	<i>Fabaceae</i>	Hémicryptophyte

Annexe

Tableau : Températures Moyennes (C°)

ANNEE	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUN	JUL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC
1975	5.0	5.0	6.5	11.0	14.5	20.2	25.4	23.8	21.8	13.0	7.7	5.7
1976	3.9	5.1	5.9	10.4	14.9	19.3	23.3	24.2	18.8	13.1	6.4	6.8
1977	6.3	8.9	11.1	12.5	15.9	20.5	26.8	23.8	19.1	15.9	9.9	7.2
1978	3.9	8.2	11.1	11.4	15.4	22.0	24.8	24.0	19.6	11.7	7.1	8.5
1979	7.7	7.1	8.5	8.8	16.0	21.4	25.6	25.3	17.8	15.7	7.1	6.4
1980	5.0	6.8	8.1	9.7	13.4	21.7	24.4	25.8	20.9	13.2	9.5	3.7
1981	3.2	5.3	11.8	13.4	18.0	22.9	24.4	23.6	20.1	16.5	8.7	7.7
1982	6.4	6.4	8.2	10.6	16.0	23.8	27.9	25.7	21.0	14.7	9.1	4.7
1983	4.7	5.3	8.5	13.8	17.6	22.3	26.8	26.0	21.0	14.8	11.3	6.2
1984	5.8	4.7	7.3	13.0	15.6	22.3	26.2	24.3	20.0	12.9	10.1	5.7
1985	3.4	9.2	6.6	13.0	15.2	24.4	27.3	25.1	19.8	14.3	11.1	6.3
1986	4.7	6.0	7.7	10.8	19.0	21.7	24.6	26.4	20.5	14.8	8.7	5.1
1987	4.4	6.0	8.5	14.2	16.0	23.2	26.1	26.9	22.9	17.8	9.0	8.2
1988	7.6	6.5	8.8	13.7	19.7	22.1	27.9	26.4	20.2	17.5	11.1	4.5
1989	3.5	6.4	10.6	12.0	17.6	20.6	25.5	25.9	21.6	15.6	12.7	10.3
1990	6.0	9.1	10.1	12.2	16.9	24.6	24.6	22.7	23.9	17.6	11.1	4.5
1991	4.2	5.7	10.8	10.1	13.4	21.8	25.7	24.9	22.0	15.8	9.5	4.4
1992	3.7	5.71	8.33	11.10	15.89	20.51	23.03	24.76	21.59	16.96	10.68	6.49
1993	3.31	4.97	7.83	11.72	17.66	23.89	26.10	26.05	21.83	18.01	9.90	6.43
1994	6.57	7.66	10.59	10.81	21.26	23.79	26.58	28.30	22.74	16.23	10.97	6.30
1995	5.0	8.9	8.5	11.3	18.7	22.6	26.4	24.1	20.5	15.7	10.5	9.2
1996	8.6	6.2	9.8	11.9	16.8	20.0	25.4	26.2	19.1	13.7	11.5	9.5
1997	7.5	8.1	8.5	12.3	20.3	25.9	26.6	25.3	20.4	15.8	11.1	7.4
1998	5.7	7.0	8.6	14.2	16.6	24.0	27.1	25.4	22.6	14.1	9.9	4.9
1999	6.2	4.9	9.3	13.9	21.8	25.6	25.9	29.2	23.2	18.7	9.9	6.5
2000	3.1	6.8	11.0	15.3	20.4	22.8	27.2	26.1	21.7	15.3	11.1	7.7
2001	6.9	6.3	14.6	12.8	18.5	24.4	27.8	26.7	21.7	19.9	10.2	5.5
2002	4.7	7.6	11.3	14.6	19.0	24.9	26.4	25.0	21.0	16.8	11.6	7.9
2003	5.9	5.8	9.9	13.9	18.0	24.9	28.9	27.0	21.0	18.6	11.1	5.9
2004	5.6	8.0	10.2	11.7	15.2	21.4	25.7	27.5	20.5	18.7	9.0	6.7
2005	3.4	4.2	10.8	13.4	19.9	23.9	28.1	25.5	21.2	16.8	10.7	6.0
2006	4.5	6.3	10.9	15.7	20.1	24.7	26.5	25.8	20.4	18.6	11.2	6.8
2007	6.6	8.4	8.8	13.5	17.8	25.4	27.1	26.9	21.1	16.6	9.4	5.4
Σ	5.8	7.1	10.5	13.8	19.7	24.0	28.3	26.3	22.7	18.0	11.2	7.2

Annexe

Tableau : Précipitation Mensuelles (mm)

ANNEE	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUN	JUL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC
1975	14.02	51.3	36.1	24.1	52.2	0.0	1.8	8.2	39.5	3.5	49.6	15.8
1976	19.6	51.0	50.5	39.1	52.6	54.6	32.5	19.3	58.4	36.3	53.7	21.6
1977	48.1	2.2	16.4	42.2	72.0	24.6	0.0	29.1	3.1	0.6	57.4	3.3
1978	13.4	30.6	16.4	27.9	13.9	7.2	0.0	30.9	11.5	41.6	0.9	2.8
1979	31.2	27.6	17.1	67.2	11.8	14.8	1.6	3.8	35.5	34.9	13.7	1.2
1980	12.0	39.9	43.7	37.6	55.8	0.7	0.0	10.3	54.9	8.1	70.6	73.7
1981	3.9	33.5	39.5	11.6	5.1	20.2	0.00	12.5	40.9	25.2	1.4	17.5
1982	22.2	29.4	35.4	78.0	32.9	56.7	0.0	15.7	50.0	38.2	94.2	16.0
1983	0.4	19.0	22.4	5.9	6.1	14.8	1.5	8.9	43.2	15.7	8.7	12.6
1984	42.9	95.3	19.3	26.4	1.6	13.7	0.0	17.3	7.6	72.9	9.1	40.9
1985	51.7	18.1	85.8	19.2	79.7	0.5	0.0	0.2	80.0	54.2	49.1	24.9
1986	40.7	18.4	110.4	17.1	8.7	5.2	0.7	4.6	56.7	39.6	22.0	31.3
1987	20.1	35.7	15.4	13.7	25.1	11.5	90.1	0.7	10.1	21.8	23.5	60.7
1988	4.3	5.0	16.1	23.2	14.6	35.9	0.7	7.2	20.6	3.1	23.4	50.0
1989	14.3	14.2	14.6	23.1	16.9	52.8	5.8	28.8	26.8	19.9	3.2	13.6
1990	60.6	0.0	35.0	35.9	102.8	8.0	0.7	85.9	53.3	4.8	25.2	44.5
1991	5.7	22.5	73.5	43.8	30.8	14.4	10.3	2.6	6.1	54.5	14.8	19.0
1992	28.2	22.7	42.7	21.3	81.7	18.3.	37.5	22.1	51.0	6.0	60.3	53.3
1993	10.5	35.5	17.3	2.6	45.5	----	1.2	4.7	5.5	14.2	13.0	38.8
1994	34.6	13.6	37.3	17.6	8.5	----	5.4	12.7	23.6	33.6	13.8	14.8
1995	45.5	15.7	31.2	18.9	9.1	36.6	2.9	24.6	60.6	10.1	4.2	24.2
1996	76.2	84.4	60.7	47.3	41.4	23.2	6.5	14.4	14.8	6.4	3.7	14.7
1997	23.0	12.2	14.5	46.8	6.1	27.9	11.2	8.2	61.9	63.7	57.0	46.5
1998	4.5	26.3	22.3	50.8	46.3	7.1	0.1	14.1	31.6	14.1	34.7	17.5
1999	41.8	8.3	28.9	17.7	5.8	4.3	6.9	7.9	65.6	15.9	34.5	73.5
2000	4.8	4.7	35.9	7.1	116.8	26.4	0.0	11.6	48.4	6.0	9.6	21.5
2001	28.8	5.9	6.0	18.8	59.6	0.3	2.8	4.6	62.1	5.8	29.2	6.2
2002	8.0	9.2	14.7	25.4	8.9	3.7	19.8	70.9	4.7	22.5	66.6	32.6
2003	75.4	31.4	23.0	97.2	27.6	14.8	2.7	6.7	44.1	81.6	14.1	44.4
2004	26.5	10.8	57.0	43.3	98.0	59.4	8.6	13.7	45.8	19.9	96.9	116.9
2005	16.4	43.3	20.0	37.2	3.6	14.1	4.5	29.6	17.7	17.1	20.8	27.6
2006	62.3	42.5	5.8	71.9	92.8	10.9	4.8	3.0	22.1	1.9	18.8	40.6
2007	13.9	24.9	38.7	32.5	17.6	2.1	0.0	12.0	81.6	23.4	10.1	37.0
Σ	33.3	24.6	30.3	37.0	44.6	19.1	7.6	17.3	42.7	22.8	32.4	40.7

RESUME

Notre étude conduite sur le cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica*) a pour objectifs de connaître l'étendu du déteriorissement, et les causes sous-jacentes à ce fléau qui menace la prospérité de nos forêts, et surtout les forêts Aurassienne où si rien n'est fait la disparition du cèdre est à prévoir dans un avenir proche.

Les résultats obtenus indiquent qu'un déteriorissement très significatif qui dépasse les 67% d'arbre déperit dans le versant nord et 100% de déteriorissement pour le versant sud ; un inventaire floristique pour les deux versants montre qu'il y a une diversité floristique assez importante dans le Dj Tuggurt et moindre dans le Col Telmet.

Les causes du déteriorissement du cèdre sont multiples, ces facteurs agissent individuellement ou conjointement les unes par rapport aux autres.

Mots clés : Cèdre de l'Atlas, Batna, Belezma, Déteriorissement, Climat, Régénération.

ملخص

تهدف دراستنا التي أجريت على أرز الأطلس إلى معرفة مدى التدهور، والأسباب الخفية لهذه الآفة التي تهدد رخاء غاباتنا، ولاسيما الغابات الأوراسية التي إذا لم يتم فعل شيء فمن المتوقع احتفاء الأرز منها في المستقبل القريب.

وتشير النتائج إلى نسبة تدهور معتبرة، حيث تتجاوز 67% من الأشجار في المنحدر الشمالي و100% في المنحدر الجنوبي. رصد نباتي للمنحدرين يبين أن هناك تنوع نباتي كبير في جبل تقرت، وأقل في تلمسان.

أسباب تدهور الأرز متعددة، تؤثر هذه العوامل منفردة، أو مرتبطة ببعضها البعض.

كلمات مفتاحية : أرز الأطلس، باتنة، بلزمة، تدهور، مناخ، تجديد.

SUMMARY

The objective of our study conducted on the atlas cedar (*Cedrus atlantica*), aims to know the extent of the deterioration, and the underlying causes of this scourge that threatens the prosperity of our forests, especially Aurssian forests where if nothing is done the disappearing of the cedar is expected in near future.

Acquired study results indicate a very significant decline, more than 67% declining trees in the north side, and 100% in the south side.

A floristic inventory for both sides shows that there are big plant diversity in the DJ Tuggurt, and lower in the Col Telmet.

There are many causes in cedar decline, some factors acts individually or jointly with each others.

Keywords: Atlas cedar, Batna, Belezma, Decline, Climate, Regeneration.