

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



UNIVERSITE ABOU BAKR BELKAID TLEMCCEN

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et Sciences de la

Terre et de l'Univers

Département des Ressources Forestières

Laboratoire de recherches n°31 : Gestion et Conservatoire de l'Eau, du Sol et des Forêts et
Développement Durable des zones montagneuses de la région de Tlemcen

MÉMOIRE DE MASTER

Spécialité : Foresterie

Option : Aménagement et gestion des forêts.

Thème :

**Étude de l'évaluation de la régénération naturelle du cèdre de
l'Atlas (*Cedrus Atlantica Manetti*) a dans la cédraie de Chélia
(Wilaya de Khenchela).**

Présenté par : Zaidi soufiane.

Soutenu le 06 /07/ 2019

Devant le jury composé de :

Président : Mr BENMAHIOUL B Professeur Université de Tlemcen

Encadreur : Mr BERRICHI Mohamed M.C.A Université de Tlemcen

Examineur : Mr BELLIFA Mohamed M.C.A Université de Tlemcen

Dédicace

*À mes chers parents qui m'ont soutenu et m'ont fourni tous
les moyens nécessaires pour réaliser
ce travail.*

mes chers amis : Kaddar Hamza, Tagriste ward.

À tous mes collègues de la promotion.

Mille fois merci à tous ceux que je n'ai pas cité ici

Zaidi Soufiane

Remerciement

Je remercie avant tout mon DIEU tout puissant qui m'a comblé de ses bienfaits et m'a donné assez de force pour achever ce travail et de venir au bout de cette formation.

J'exprime ma profonde gratitude à mon promoteur Mr. BERRICHI M pour ses conseils, ses remarques et le temps qu'il m'a consacré.

Je tiens également à présenter mes sincères remerciements à Mr. BERRICHI Mohamed, qui a bien voulu accepter de faire partie de m'encadrer.

Qu'il trouve ici, le témoignage de ma gratitude et de mon respect, je le remercie aussi très sincèrement pour son aide, son encouragement et son accueil chaleureux.

Ma profonde reconnaissance à Mr BENMAHIOUL B, pour avoir accepté de présider le jury de soutenance.

Je tiens également à remercier Mr BELLIFA M Qui ont voulu examiner ce travail.

Au personnel de la conservation de KHENCHELA surtout KALLOUT YUCEF mon oncle DJBAYLI LAKHDAR et BEHLEULI YUCEF, à toute la famille de la circonscription des forêts de Bouhmama sans exception je leur dis « merci du fond du cœur de m'avoir accueilli parmi vous ».

Enfin, je tiens à exprimer ma reconnaissance à toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Table de matière

| | |
|--|----|
| Dédicace | |
| Remerciement..... | |
| Table de matière | |
| Liste des tableaux | |
| Liste des figures..... | |
| Liste des photos | |
| Abréviations | |
| Introduction | 3 |
| Chapitre I. Présentation du cèdre de l'Atlas | 4 |
| 1.1. Aspects écologiques du cèdre de l'Atlas (<i>Cedrus atlantica Manetti</i>) | 4 |
| 1.2. L'aire de répartition..... | 4 |
| 1.2.1. L'Aire naturelle | 4 |
| 1.2.1.1. Au Maroc..... | 4 |
| 1.2.1.2. En Algérie..... | 4 |
| 1.2.1.3. À l'Aurès | 5 |
| 1.2.2. Aire d'introduction | 6 |
| 1.3. Systématique du cèdre de l'Atlas (<i>Cedrus atlantica Manetti</i>)..... | 7 |
| 1.4. Caractéristiques botaniques et dendrologiques..... | 7 |
| 1.4.1. Inflorescence : | 8 |
| 1.4.2. Graine | 9 |
| 1.4.3. Port | 9 |
| 1.4.4. Ecorce | 9 |
| 1.4.5. Feuilles-Rameaux | 9 |
| 1.4.6. Racine | 10 |
| 1.5. Longévité..... | 10 |
| 1.6. Ecologie du cèdre de l'Atlas..... | 10 |
| 1.6.1. Exigences climatiques | 10 |
| 1.6.2. Exigences édaphiques..... | 10 |
| 1.6.3. Altitude | 10 |
| 1.6.4. Exposition..... | 11 |
| 1.7. Associations végétales..... | 11 |
| 1.8. Importance économique | 12 |
| 1.9. Opérations sylvicoles..... | 12 |
| 1.10. Les ennemis du cèdre de l'Atlas..... | 13 |
| 1.10.1. Les insectes..... | 13 |
| 1.10.2. Les champignons | 13 |

| | |
|--|----|
| 1.10.3. Le bétail | 13 |
| 1.10.4. L'homme | 13 |
| 1.10.5. Les incendie..... | 14 |
| 1.11. La régénération naturelle du cèdre de l'Atlas..... | 14 |
| 1.11.1. Le cycle de reproduction | 14 |
| 1.11.2. Germination de graines du cèdre | 15 |
| 1.11.3. L'installation des plantules..... | 16 |
| Chapitre II. Présentation de la zone d'étude | 18 |
| 2.1. Présentation générale de wilaya de Khenchela..... | 18 |
| 2.2. Situation géographique et administrative de la daïra de Bouhmama..... | 19 |
| 2.2.1. Situation géographique | 19 |
| 2.3. Le Mont Chélia..... | 19 |
| 2.3.1. La situation géographique et administrative..... | 19 |
| 2.3.1.1. La situation géographique | 19 |
| 2.3.1.2. La situation administrative | 20 |
| 2.3.2. Le milieu physique | 20 |
| 2.3.2.1. Géologie | 20 |
| 2.3.2.2. Pédologie | 20 |
| 2.3.2.3. Hydrologie..... | 21 |
| 2.3.2.4. Pentes..... | 21 |
| 2.3.2.6. Altitudes | 23 |
| 2.3.3. La diversité biologique | 24 |
| 2.3.3.1. La diversité végétale..... | 24 |
| 2.3.3.1.1. Association cedro atlanticae Ranuncule tumspicatii..... | 24 |
| 2.3.3.1.2. Association Violmunbyanae – Junipretum communis | 24 |
| 2.3.3.1.3. Groupement a Quercus faginea Sub – espèce microphylla | 25 |
| 2.3.3.1.4. Association Acer monspessulanumet smyrnium olusatrum | 25 |
| 2.3.3.1.5. Groupement Fraxinus xanthoxyloides et Quercus rotundifolia..... | 25 |
| 2.3.3.2. La diversité animale..... | 25 |
| 2.3.4. Etude climatique..... | 26 |
| 2.3.4.1. Pluviométrie | 26 |
| 2.3.4.1.1. Pluviométrie moyenne annuelle | 27 |
| 2.3.4.1.2. Le régime pluviométrique saisonnier | 27 |
| 2.3.4.2 Température..... | 27 |
| 2.3.5. Détermination de l'étage bioclimatique de la zone d'étude | 28 |
| 2.3.5.1 Neige..... | 28 |
| 2.3.5.2 Gelées blanches | 28 |
| 2.3.5.3. Vent | 28 |
| 2.3.5.4. Grêle | 29 |

| | |
|---|----|
| 2.3.5.5 Les orages | 29 |
| 2.3.6. Synthèse climatique..... | 29 |
| 2.3.6.1. Diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gausсен..... | 29 |
| 2-3-6-2 Climagramme pluviométrique d’Emberger : | 30 |
| 2.3.7. Etude Socio – Economique..... | 31 |
| 2.3.7.1 La population..... | 31 |
| 2.3.7.2. L’élevage | 32 |
| Chapitre III. Matériels et Méthodes..... | 34 |
| 3.1. Objectif de l’étude | 34 |
| 3.2. Matériels et méthodes..... | 34 |
| 3.2.1. Matériel utilisé..... | 34 |
| 3.2.2. Echantillonnage | 35 |
| 3.2.3. Les placettes expérimentales | 35 |
| 3.2.3.1. Forme de placette..... | 35 |
| 3.2.3.2. Caractéristiques des placettes | 37 |
| 3.3. Les Descripteurs à analyser | 37 |
| 3.3.1. Mesure des Descripteurs à expliquer..... | 37 |
| 3.3.2. Mesures des Descripteurs explicatives | 38 |
| 3.3.2.1. Descripteurs écologiques..... | 38 |
| 3.4. Quantification de la régénération | 42 |
| Chapitre IV. Résultats et Interprétations | 44 |
| 4.1. Présentations des caractéristiques écologiques..... | 44 |
| 4.2. Caractéristiques dendrométriques des peuplements de cédraie de Chélia..... | 48 |
| 4.3. Éléments de la régénération naturelle du cèdre de l’Atlas dans les Monts de Chélia | 51 |
| 4.4. Analyse de l’effet des facteurs écologiques sur la distribution des semis du cèdre dans le Chèlia | 52 |
| 4.4.1. L’altitude | 52 |
| 4.4.2. La pente | 53 |
| 4.4.3. Recouvrement de sol par la litière | 54 |
| 4.4.4. La profondeur du sol | 55 |
| 4.4.5. Couvert végétal..... | 57 |
| 4.5. Le surpâturage | 57 |
| 4.6. Quantification de la régénération | 58 |
| 4.7. Comparaison des résultats des deux cédraies la cédraie humide de Ain Antar (Tissemsilt) et la cédraie sèche de Chélia (Khenchela). | 59 |
| 4.8. Coefficient de corrélation | 60 |
| Conclusion..... | 62 |
| Bibliographies..... | 64 |
| Résumé | 69 |
| Annexes | 70 |

Liste des tableaux

| | |
|---|----|
| Tableau 1 : Estimation de la superficie des cédraies des Aurès (Chaouki, 2016) | 6 |
| Tableau 2 : Pluviométrie moyenne annuelle dans les deux stations d'observation (Khlifi, 2002 ; ANRH, 2005) | 27 |
| Tableau 3 : Régime pluviométrique saisonnier de deux stations d'observation de la période comprise entre 1991 et 2004. (Khlifi, 2002 ; ANRH, 2005) | 27 |
| Tableau 4 : Températures moyenne enregistrées par les stations de Bouhmama (ENRH, 2005) | 28 |
| Tableau 5 : Nombre de jours de gelée par mois (O.N.M 1990-2006.) | 28 |
| Tableau 6 : Nombre moyen de jours d'orages (O.N.M 1990-2006)..... | 29 |
| Tableau 7 : Répartition de la population riverain e par mechta et commune concernée par l'étude.. | 32 |
| Tableau 8 : Elevage riverain (ovin, caprin et bovin) par mechta et commune | 33 |
| Tableau 9 : Caractéristiques des descripteurs écologiques des placettes..... | 45 |
| Tableau 10 : Caractéristiques dendrométriques des 15 placettes dans la cédraie de Chélia..... | 49 |
| Tableau 11 : Nombre de semis et de semi-installés dans la cédraie de Chélia..... | 52 |
| Tableau 12 : Densité moyenne des classes d'âge de semis aux différentes Altitudes | 52 |
| Tableau 13 : Densité des semis dans les différentes classes de pente..... | 53 |
| Tableau 14 : Classes d'âges des semis et le taux de recouvrement du sol par la litière | 54 |
| Tableau 15 : Densité moyenne des classes d'âge de semis aux différentes profondeurs de sol..... | 55 |
| Tableau 16 : Coefficient de corrélation entre les paramètres affectant la régénération naturelle du cèdre de l'Atlas de la Cédraie de Chélia - Khenchela (Algérie)..... | 60 |

Liste des figures

| | |
|--|----|
| Figure 1 : Répartition actuelle du cèdre de l'Atlas en Algérie (Bentouati, 2008) | 5 |
| Figure 2 : localisation du cèdre de l'Atlas dans les Aurès (B.N.E.F, 1984). | 6 |
| Figure 3: caractéristiques botaniques du cèdre de l'Atlas (original) | 8 |
| Figure 4 : rameau du Cèdre d'Atlas (original) | 9 |
| Figure 5 : Cycle de reproduction du cèdre de l'Atlas (Philippe et al., 2006) | 15 |
| Figure 6 : Les étapes de la régénération naturelle du cèdre de l'Atlas (Toth, 1978) | 17 |
| Figure 7 : Situation géographique de la zone d'étude..... | 18 |
| Figure 8 : Carte de situation du site d'étude. | 19 |
| Figure 9 : Carte de Localisation de la Zone d'étude Dj. CHELIA | 20 |
| Figure 10 : Carte de pente dans les massifs de Chélia, wilaya de Khenchela | 21 |
| Figure 11 : Carte d'érosion dans les massifs de Chélia, wilaya de khenchela..... | 22 |
| Figure 12 : Carte d'altimétrie dans les massifs de Chélia, wilaya de khenchela | 23 |
| Figure 13 : Etagement de la végétation dans les massifs de Chélia D'après Schoenemberger (1970) | 25 |
| Figure 14 Diagramme ombrothermique de Gaussen et Bagnouls relatif Au massif de Chélia | 30 |
| Figure 15 : Climagramme pluviométrique d'emberger « Zone d'étude » | 31 |
| Figure 16 : La forme des placettes sur sol en pente | 36 |
| Figure 17 : Localisation des placettes échantillonnées dans la cédraie de Chélia Wilaya de Khenchela..... | 37 |
| Figure 18 : Variation des descripteurs écologiques de la cédraie des Monts de Chélia | 47 |
| Figure 19 : Distribution par classe de diamètre des effectifs des placettes de la cédraie de Chélia .. | 50 |
| Figure 20 : Distribution de la surface terrière moyenne selon les 15 placettes de la cédraie de Chélia | 50 |
| Figure 21 : Distribution de nombre de tige (densité) selon les 15 placettes de la cédraie de Chélia | 50 |
| Figure 22 : Le rapport entre la hauteur moyenne (m) et le diamètre moyen (m) des arbres- échantillons de cèdre de l'Atlas dans la cédraie de Chélia | 51 |
| Figure 23 : Influence de l'altitude sur les classes de semis du cèdre..... | 53 |
| Figure 24 : Influence de pente sur la répartition des classes d'âge des semis naturels de cèdre | 54 |
| Figure 25 : Influence de recouvrement de sol par la litière sur la répartition des classes des semis .. | 55 |
| Figure 26 : Influence de la profondeur de sol sur la répartition des classes des semis naturels du cèdre | 56 |
| Figure 27 : Tendance de l'influence du couvert végétal sur le nombre de semis | 57 |
| Figure 28 : Taux de présence et absence de surpâturage dans la cédraie de Chélia | 57 |
| Figure 29 : Nombre des semis à l'hectare dans les 15 placettes de la cédraie de Chélia..... | 58 |

Liste des photos

| | |
|---|----|
| Photo 1 : Matériels dendrométriques utilisés(original)..... | 34 |
| Photo 2 : Les semis de la forêt de Bouhmama Série (Chélia (original). Les semis inférieurs à une année | 42 |
| Photo 3 : Les semis de la forêt de Bouhmama Série (Chélia). Semis supérieurs à une année (original) ; a : semis inférieurs à 50 cm | 43 |
| Photo 4 : Les semis de la forêt de Bouhmama Série (Chélia). Semis supérieurs à une année (original) ; b : semis installés de 50 à 150 cm..... | 43 |
| Photo 5 : Des jeunes arbres sont dépéris dans la cédraie de Chélia..... | 48 |
| Photo 6 : Troupeau des caprins dans un peuplement de cèdre dans la cédraie de Chélia..... | 48 |
| Photo 7 : un creusement montre la profondeur des sols dans la cédraie de Chélia (original) | 56 |

Abréviations

Pt : La pente du terrain ;

GPS : Le Global Positionne Système ;

Cm : Centimètre ;

Hm : Hauteur moyenne ;

Dm : Diamètre moyen ;

H têt : Hauteur total ;

H : Hauteur de l'arbre sur Piet ;

DBH: Diameter at Breast Height;

G : Surface Terrier ;

Ha : Hectare ;

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

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

N j : Nombre jour ;

P = pluviométrie ;

Q mm : Quantité par millimètre ;

Q = Quotions thermique ;

Ann : Annuelle ;

S : Semis ;

Si : Semis installés ;

C. F. K : Conservation des forêts Khenchela ;

B. N. E. D. E. R (Bureau National d'Etudes pour le Développement Rural) ;

B.N.E.F (Bureau National d'Etudes des forêts) ;

CG : coordonnées géographiques ;

P du sol : profondeur du sol ;

+ : présence de pâturage ;

- : absence de pâturage.

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).

La quantification de la régénération naturelle de différentes essences forestières a fait l'objet de très nombreuses études où l'influence des facteurs écologiques : l'altitude, la pente, recouvrement de sol par la litière, profondeur de sol et le recouvrement végétal, climatiques et édaphiques, conjuguée aux facteurs intrinsèques liés au peuplement (houppier, diamètre, hauteur, densité, âge, état sanitaire...) ont été étudiés.

Les Monts de Chélia se caractérisent par une richesse et une diversité forestière exceptionnelle et diversifiée, parmi lesquelles se trouve le cèdre de l'Atlas « essence forestière endémique des montagnes de l'Afrique du nord ». Certaines perturbations d'ordre extrinsèques ou intrinsèques affectent cette cédraie et plus particulièrement sa régénération naturelle. Bentouati (2008), signale un faible taux de régénération du cèdre de l'Atlas dans la majorité de son milieu naturel qui est lié au développement des activités humaines, au surpâturage, aux coupes illicites et à d'autres facteurs climatiques.

En vue d'étudier l'installation des cédraies et d'accroître par conséquent leurs superficies, il est un nécessaire de connaître le processus de la régénération naturelle du cèdre de l'Atlas.

Dans le présent travail sur l'étude de l'évaluation de la régénération du cèdre de l'Atlas au niveau de la cédraie de Chélia de la Wilaya de kenchela, nous avons analysé séparément l'effet des paramètres écologiques (l'altitude, la pente, recouvrement de sol par la litière, profondeur de sol et le recouvrement végétal) conjugué à l'effet des paramètres dendrométriques sur 15 placettes choisies dans deux tranches altitudinales croissantes.

Le travail présenté dans le cadre de ce mémoire, est structuré en quatre chapitres : le premier chapitre est consacré à une synthèse bibliographique sur le cèdre de l'Atlas. Le deuxième présente la zone d'étude. Le troisième chapitre expose le matériel et méthode que nous avons adoptée pour étudier le mécanisme de la régénération naturelle du cèdre de l'Atlas. Le dernier chapitre est réservé à la présentation et la discussion des résultats.

Chapitre I. Présentation du cèdre de l'Atlas

1.1. Aspects écologiques du cèdre de l'Atlas (*Cèdrus atlantica Manetti*)

Le genre *Cedrus*, cantonné dans les hautes montagnes est connu depuis le tertiaire (Gaussen, 1964). D'après Boudy (1952) ; M'hirit (1982) ; Toth (1982a), quatre espèces du genre *Cedrus* forment trois blocs géographiquement différents en Afrique du nord, en Asie mineure et en Himalaya. Les espèces sont :

- ❖ *Cedrus libanotica* Barr : (1838) : il est endémique au Liban où il occupe de petites zones à partir de 1800 m. En Turquie, son aire est très vaste entre 1500 et 2000 m d'altitude ;
- ❖ *Cedrus brevifolia* Henry : dans l'île de Chypre sur une surface restreinte ;
- ❖ *Cedrus deodora* London : (1838) : représente les grands massifs de l'Inde et de l'Afghanistan ;
- ❖ *Cedrus atlantica* Manetti : 1844 : est une espèce endémique en Afrique du Nord.

Les trois blocs géographiques du genre *Cedrus* sont : (1) le premier bloc représenté par le *Cedrus atlantica Manetti*, il concerne l'Atlas marocain avec 130.000 ha sur deux zones d'altitude différentes de 1300 à 2400 m et l'Atlas algérien avec 30 400 ha avec des altitudes comprises entre 1200 à 2100m. (2) le deuxième bloc se divise en deux parties occupées respectivement par *Cedrus libanotica* et *Cedrus brevifolia*. (3) le troisième bloc désigne le *Cedrus deodora*.

1.2. L'aire de répartition

1.2.1. L'Aire naturelle

Le cèdre de l'Atlas est une espèce endémique d'Afrique du Nord et caractéristique des forêts des étages montagnards au Maroc (16 000 ha dans le Rif, 116 000 ha dans les moyens et haut Atlas) et en Algérie (quelque 30 000 ha dans les Atlas tellien et saharien) (Abdessemed, 1981).

1.2.1.1. Au Maroc

Le cèdre de l'Atlas est localisé sur deux blocs d'inégale importance,

- ✓ Le premier dans le moyen Atlas et le grand Atlas oriental (116 000 ha) ;
- ✓ Le second dans le Rif occidental et central avec une superficie d'environ 16000 ha (M'hirit, 1982).

1.2.1.2. En Algérie

La cédraie algérienne occupe une superficie de 30 400 ha et elle est divisée en cédraie humide (Atlas tellien) et en cédraie sèche (Atlas saharien) (Boudy, 1950a).

Selon Abdessemed (1981), les populations du cèdre de l'Atlas tellien (conditions mésophiles) et les populations de l'Atlas saharien (conditions relativement xérophiles). Les cédraies de l'Atlas tellien se rencontrent dans le massif de l'Ouarsenis (2000 ha à Théniet El Had, Boucaïd, etc.), l'Atlas blidéen (1 000 ha à Chréa), le Djurdjura (2 000 ha à Tala Guilef et Tikjda principalement) ainsi que dans les Babors et Tababor (1 300 ha). Dans l'Atlas saharien, on les retrouve principalement dans les massifs du Bélézma et de l'Aurès (17 000 ha) ainsi que dans les monts du Hodna (8 000 ha à Boutaleb) (Fig.01).

Aucune entrée de table d'illustration n'a été trouvée.

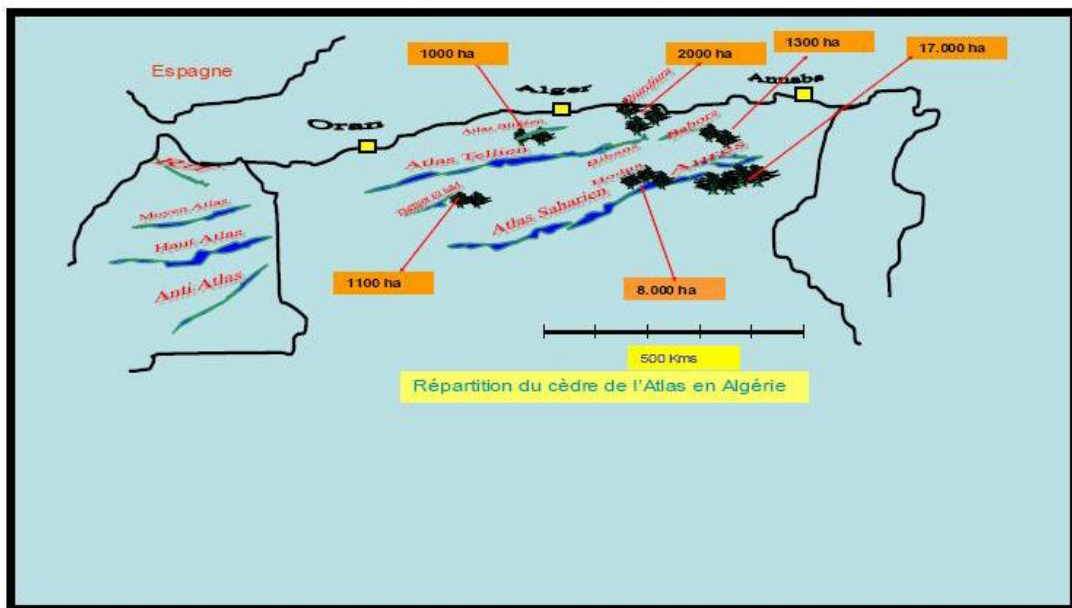


Figure 1 : Répartition actuelle du cèdre de l'Atlas en Algérie (Bentouati, 2008)

1.2.1.3. À l'Aurès

Au Aurès, le cèdre occupe moins de 10% de la superficie forestière, c'est une essence caractéristique de l'étage montagnard. Les principales cédraies sont le Chélia (8000 ha), le massif de Ouled Yakoub (3327 ha) et dans une moindre mesure le S'gag (500 ha) (B.N.E.F, 1984). Dans le Belezma, le cèdre couvre 5 000 ha, il existe aussi un peuplement relique de cèdres âgés qui prolonge au Sud-Ouest le massif du Belezma et qui compose la cédraie de Refaa. Notons aussi la présence d'une cédraie assise complètement sur marne, située dans la partie la plus méridionale des Aurès (200 ha), celle de djebel Lazreg. Citons enfin l'existence de deux petites cédraies isolées un peu marginalisées : la cédraie d'Ichmoul (150 ha) au Sud de Chélia et la cédraie de djebel Guetiane qui prolonge les monts du Hodna à la limite Ouest des Aurès (300 ha). Ce morcellement s'explique probablement par la présence de conditions écologiques favorables, notamment une humidité importante et des précipitations annuelles assez élevées qui caractérisent les stations où le cèdre est présent (Bentouati et Oudjehih, 1999) (Fig.02).

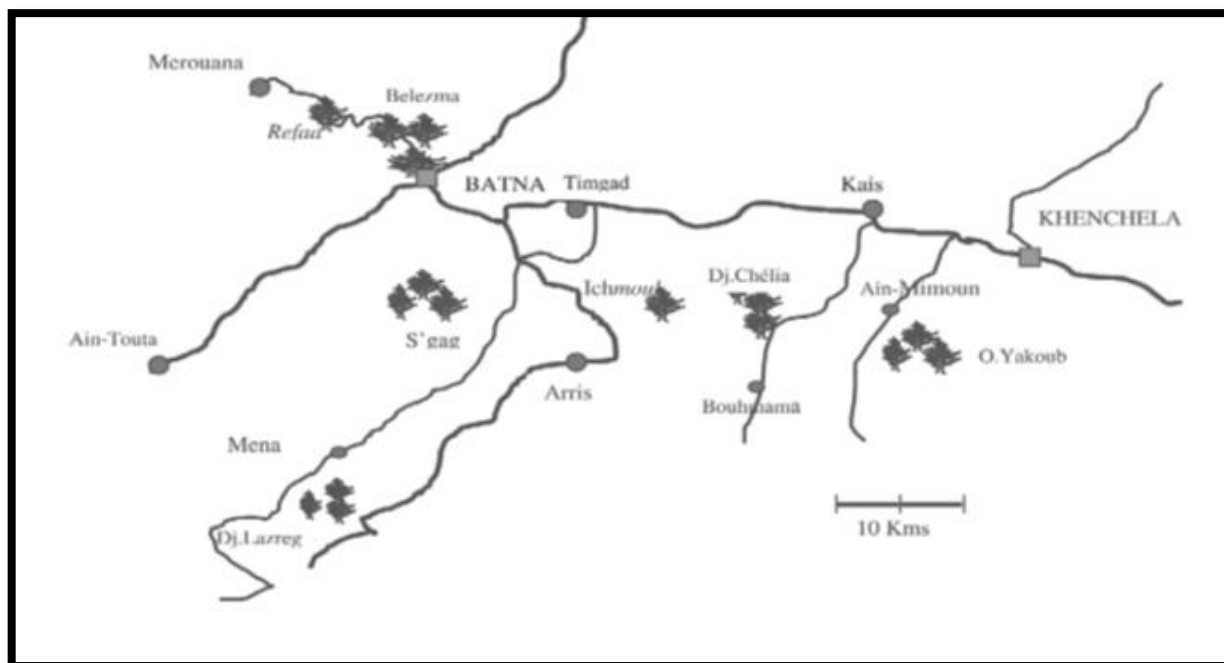


Figure 2 : localisation du cèdre de l'Atlas dans les Aurès (B.N.E.F, 1984).

Le tableau 01 montre la répartition de la superficie des cédraies des Aurès.

Tableau 1 : Estimation de la superficie des cédraies des Aurès (Chaouki, 2016)

| | Level & Lefebvre cité Par Faurel et Lafitte (1949) | Boudy (1952) | Projet Algérie 15 (1970) | Bentouati (2008) |
|---------------------|---|---------------------|---------------------------------|-------------------------|
| Ouled Yagoub | 4.000 | 3.000 | 3.300 | 3.227 |
| Chelia | 7.000 | 3.000 | 2.475 | 8.000 |
| Ichmoul | --- | 150 | --- | 150 |
| S'Gag | 500 | 600 | 2.093 | 500 |
| Belezma | 8.000 | 8.100 | 4.254 | 5000 |

L'hétérogénéité des superficies des cédraies des Aurès (Tab. 01), peut s'expliquer par les années du dénombrement et la nature de l'appréciation des différents auteurs (purs, dégradées, mélangées). Les chiffres ne reflètent pas la réalité, car plusieurs cédraies ; telles que celles d'Ichmoul ont pratiquement disparues ou se trouvent dans un état avancé de dégradation comme le cas de la cédraie de Hodna (Abdessemed, 1981), néanmoins, la cédraie des Aurès et celle de Belezma ont énormément régressé (coupes, pâturage, incendies, sécheresse...) passant respectivement de 20.000 à 12.000 ha et, de 8.000 à 4.250 ha (Khanfouci, 2005).

1.2.2. Aire d'introduction

D'abord comme arbre ornemental des parcs et jardins, puis comme espèce de reboisement, au cours des derniers siècles le cèdre, notamment de l'Atlas a été introduit par l'homme dans divers pays méditerranéens et autres. Les raisons de son introduction sont multiples : espèce de reboisement rustique vis-à-vis du climat et du sol, plastique, résistante aux incendies, capacité de

régénération naturelle suffisante, de bonne canopée d'accueil de l'avifaune, non acidifiante (Du Merle et al, 1978, in Bariteau et al, 2007). Le cèdre est donc capable de reconstruire les forêts fortement endommagées par le feu, les grands froids ou chaleurs intenses, de repeupler les milieux difficiles comme les sols dénudés suite aux déboisements abusifs (Toth, 2005), mais aussi de produire en quantité appréciable du bois de qualité recherchée pour divers usages. La productivité du cèdre de l'Atlas dans le Mont-Ventoux en France rivalise même avec celle du sapin, essence autochtone (Toth, 1994).

1.3. Systématique du cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica Manetti*)

La position taxonomique de cèdre est identifiée comme suite (Quezel & Santa, 1962 ; Beghami, 2010)

Règne : Végétale ;
Embranchement : Spermaphytes ;
Sous Embranchement : Gymnospermes ;
Classe : Vectrices ;
Ordre : Coniferales ;
Sous Ordre : Abietales ;
Famille : Pinacées ;
Sous Famille : Stritées ;
Genre et Espèce : *Cedrus Atlantica Manetti* ;
Nom Arabe : Arz « الارز ». Meddad « المداد » ;
Nom Berbère : Idhguel et Bignoun.

1.4. Caractéristiques botaniques et dendrologiques

Le cèdre de l'Atlas est une espèce de grande taille, pouvant atteindre 50m de hauteur majestueuse et d'une très grande longévité (jusqu'à 1000 ans) (Boudy, 1950b).

Le cèdre est un arbre monoïque, avec un port pyramidal au jeune âge et tabulaire en vieillissant (Toth, 1970). En peuplement, le fût est rectiligne et les branches fines. Le système racinaire est développé, pivotant et fixe bien l'arbre au sol (Boudy, 1950b ; Toth, 1975). Les racines oblique sont très fortes et prospectent les sols profonds et humides. Les plants d'une année ont une profondeur racinaire comprise entre 14 et 20 cm en sol profond. (Toth, 1978). Quand le sol est peu profond et en présence d'obstacle, l'enracinement devient latéral, causant des chablis.

Les inflorescences femelles, au début sont semblables aux fleurs mâles. Elles apparaissent plus tardivement que les fleurs mâles (Toth, 1978). En conditions naturelles, la graine de cèdre ne peut germer que si les températures journalières avoisinent les 10 C pendant 9 à 10 jours (Lepoutre, 1964) (Fig. 03).

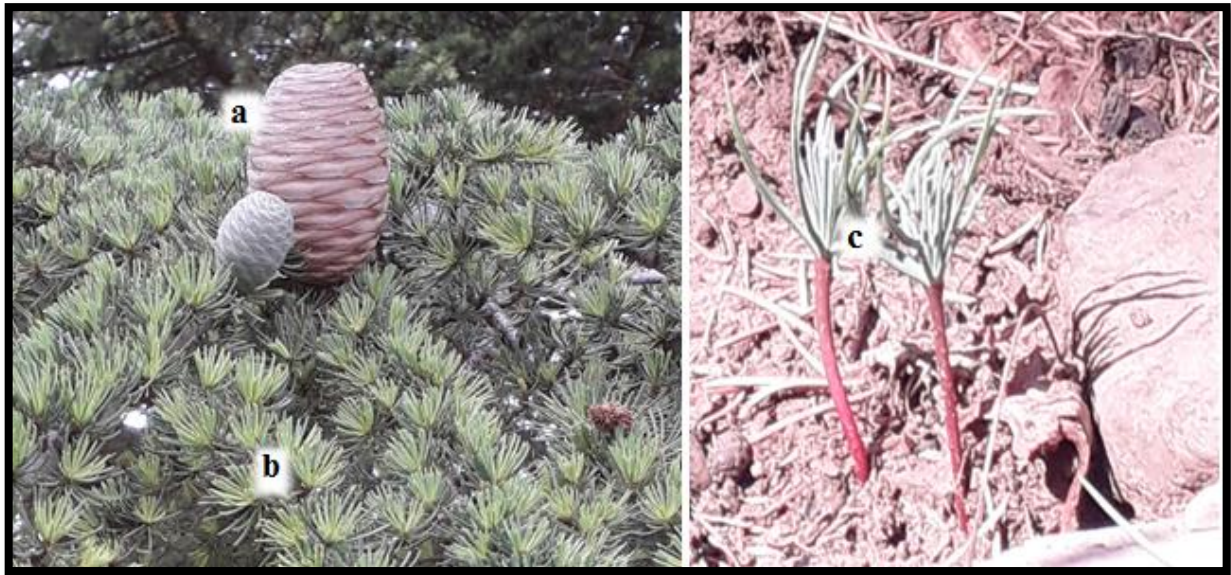


Figure 3: caractéristiques botaniques du cèdre de l'Atlas (original)

a : Cône; b : Des aiguilles en bouquets; c : jeune plantule de *Cedrus atlantica* M

Les cônes mûrs sont ovoïdes cylindriques, dressés, déprimés au sommet, de couleur brunâtre, longs de 5-8 cm (Riou-Nivert, 2007) et composés d'écaillés ligneuses et étroitement imbriquées (fig. 03). Toth (1970) a distingué dans les reboisements de France, 3 types de cônes :

- Type long (7 x 3 cm) contenant 128 graines ;
- Type gros (8 x 5 cm) avec 133 graines ;
- Type petit (4 x 3,7 cm) portant 125 graines.

1.4.1. Inflorescence :

Le cèdre de l'Atlas est une essence monoïque (les pieds portent à la fois des fleurs mâles et femelles) et ces fleurs sont groupées en inflorescences de type chatons :

- ✓ Le chaton mâle (fleur mâle) : de forme ovoïde qui apparaît généralement à mi- Juin et achève sa maturité vers la mi- Septembre ;
- ✓ Le chaton femelle (inflorescence femelle ou cône) : de forme ovoïde également ; il apparaît trois mois Après le chaton mâle ; de couleur verte – bleuâtre, il est plus petit que le chaton mâle (Toth, 1982b ; Nadjahi, 1988).

Après pollinisation (Septembre – Octobre), les fleurs fécondées se développent rapidement et se transforment en petits cônes, vert pâle, virant au rose puis au vert marron qui se désarticulent sous L'action des conditions de gel-dégel-humidité libérant ainsi leurs graines.

La fructification commence à partir de 35 à 40 ans et elle est abondante à 60 ans (Toth, 1984)

1.4.2. Graine

Les graines produites par les cônes sont fertiles et stériles. Elles se divisent en graines attaquées, aplaties et en forme de becs.

1. 4.3. Port

C'est un arbre de haute taille, dépassant souvent 50m, et en moyenne 40 m dans les peuplements soit anciens en sol profond, soit danses (Boudy, 1952 ; Toth, 1990). Le port de l'arbre est pyramidal avec un fût droit, cime régulière et pointue à flèche courbée quand il est jeune ou d'âge moyen, il prend une forme tabulaire en vieillissant (Boudy, 1952).

1.4.4. Ecorce

Premier bouclier contre les agresseurs extérieurs, l'écorce est de couleur grise, formée de petites écailles lisses qui deviennent crevassées avec l'âge (Toth, 1981).

1.4.5. Feuilles-Rameaux

Les feuilles de cèdre sont groupées au sommet de très courts rameaux, en petits bouquets de 30 à 40 aiguilles (mésoblastes) ou isolées et soudées à l'écorce sur des rameaux longs (auxiblastes). Un bourgeon occupe le centre de ces couronnes. Les aiguilles, de 1 à 2 cm de longueur, sont raides, glauques ou vertes et vivent généralement trois ans (Toth, 1990 ; M'Hirit et Benzyane, 2006) (Fig. 04).



Figure 4 : rameau du Cèdre d'Atlas (original)

1.4.6. Racine

Le système racinaire du cèdre de l'Atlas est développé, mais rarement pivotant (Boudy, 1952). Il est extrêmement puissant, semblable à une gigantesque griffe qui étreint le sol pour en extraire les éléments minéraux, l'eau et donner à l'arbre la solidité et le port majestueux qui le caractérisent (M'Hirit et Benzyane, 2006).

1.5. Longévité

Selon Boudy (1950b), le cèdre peut atteindre 1000 ans, alors que Toth (1980b) a noté qu'il n'est pas rare de rencontrer au Maroc des cèdres âgés dépassant 300 ans avec une hauteur de 50 m et une circonférence de 5 à 6 m. En Algérie, Beghami (2010), rapporte qu'un spécimen de 1.60 m de diamètre et ait âgé de 310 ans à Théniet El-Had.

1.6. Ecologie du cèdre de l'Atlas

1.6.1. Exigences climatiques

Les exigences climatiques font du cèdre une essence caractéristique de l'étage montagnard (Quézel, 1998). Il est généralement bien venant sous climat méditerranéen humide et froid à continentalité un peu accentuée (Boudy, 1950a). Il s'accommode à des climats très différents :

- ✓ Très humide (Rif Maroc) et l'Atlas Mitidjien ;
- ✓ Humide (Moyens Atlas) ;
- ✓ Relativement xérophile (Aurès).

Le cèdre de l'Atlas capable de supporter des variations climatiques importantes et peut donc se développer dans des conditions écologiques très différentes de son aire d'origine.

1.6.2. Exigences édaphiques

En Algérie, une grande part des cédraies se concentre sur des roches mères siliceuses et bien en moindre proportion sur roches calcaires (Talbi, 2010). Ainsi, le cèdre n'est pas totalement indifférent à la nature du substrat comme il est classiquement admis.

A la lumière des résultats de Nedjahi (1994), les substrats marneux et calcaires sont défavorables à la bonne production ligneuse, par le fait que, les premiers sont lourds, très humides et se dessèchent rapidement par contre les seconds sont peu favorables à la rétention de l'eau. Ce même auteur rapporte que, la préférence du cèdre est pour le substrat dolomitique, basaltique, gréseux et schisteux.

1.6.3. Altitude

Situé essentiellement à l'étage montagnard méditerranéen, le cèdre de l'Atlas occupe les niveaux altitudinaux compris entre 1.800m et 2.300m dans le Rif (Maroc). En Algérie, il occupe les massifs

telliens Compris entre 2.000 et 2.500m dans le Moyen Atlas et les Aurès (Quezel, 1980 ; Achhal et al., 1980 ; M'Hirit, 1982 ; Benabid, 1994).

Du point de vue altitude, les limites inférieures diffèrent d'une cédraie à une autre et en relation directe avec l'humidité, Pujos (1964) distingue trois types de cédraies selon l'altitude :

- ✓ Les cédraies basses : inférieures à 1900 m ;
- ✓ Les cédraies moyennes : comprises entre 1900 et 2100m ;
- ✓ Les cédraies hautes : supérieures à 2100m.

Dans l'Atlas tellien, les cédraies se rencontrent à partir de 1300 à 1400m sur les expositions Nord. Quelques pieds peuvent descendre jusqu'à 800m dans les ravins frais et protégés. Sur les expositions Sud, le cèdre apparaît à 1100m et peut atteindre 2000m (Nedjahi, 1988). Alors que dans les Aurès, Il se trouve sur les altitudes plus importantes : les limites inférieures sont situées entre 1400 et 1500 m sur les expositions Nord et 1600m sur les expositions Sud (Abdessemed, 1981). Les limites supérieures peuvent atteindre 2200 m au niveau du mont Chélia. Au Maroc la cédraie apparaît entre 1300 et 1800m avec un optimum situé entre 1.800 et 2.000 m. Nous pouvons le trouver sous forme d'individus à partir de 2600 m. (Boudy, 1952).

1.6.4. Exposition

L'exposition joue un rôle très important dans la répartition des précipitations et la variation des températures et par conséquent sur la répartition du cèdre de l'Atlas. En effet, les plus belles cédraies en Algérie et au Maroc se rencontrent sur les expositions Nord et Nord-Ouest. Celles-ci bénéficient des vents chargés de pluies et sont épargnées des vents secs (sirocco) (Abdessamed, 1981). Ceci expliquerait la localisation des cédraies naturelles de l'Afrique du Nord sur les expositions septentrionales et leur variabilité altitudinale entre les différents versants.

1.7. Associations végétales

Les espèces végétales associées au cèdre sont différentes selon les conditions écologiques, c'est-à-dire la pluviométrie, l'altitude et les conditions édaphiques. En zone semi-aride de l'Atlas moyen marocain et sur substrat basaltique et à 1900-2100m d'altitude, sur sol profond et en exposition ouest, Ezzahiri et al. (1994) ont relevé le groupement végétal suivant : *Cedrus atlantica*, *Buplerum montanum*, *Acer monspessulanum*, et *Rosa canina*. Alors qu'à une altitude de 1800-1900 m, sur sol calcaire compact et superficiel, le groupement végétal devient : *Cedrus atlantica*, *Quercus rotundifolia* et *Paeonia corallina*. En Algérie, dans les Aurès le faciès est caractérisé par les espèces suivantes (Halitim, 2006) : *Cedrus atlantica*, *Quercus ilex*, *Pinus halepensis*, *Juniperus thurifera*, *Ampelodesma mauritanica* et *Fraxinus xanthoxyoides*, *Taxus baccata*. Dans les Monts de Chréa sur

l'Atlas blidéen et dans les Babors le faciès plus humide est caractérisé par les espèces suivantes (Halitim, 2006): *Cedrus atlantica*, *Quercus ilex*, *Quercus mirbeckii*, *Taxus baccata*.

1.8. Importance économique

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, 1980a) :

- ✚ Maintien d'un équilibre biologique en protégeant et en améliorant le sol (Toth, 1980a) ;
- ✚ Production d'un bois de qualité et en quantité importante (Toth, 1980a) ;
- ✚ Protection contre l'incendie feuillage peut inflammable (Alexandrian, 1992) ;
- ✚ Arbre de grande valeur esthétique (Toth, 1980a) ;
- ✚ 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).

1.9. Opérations sylvicoles

Elles correspondent à chacun des types de peuplements suivants (Boudy, 1952):

- Futaies régulières et âgées

Ce type de futaie est sur sol calcaire et a une composition absolument anormale et doit être traitée en vue de créer les jeunes peuplements qui font défaut. Généralement, il est appliqué au cèdre, la méthode classique des coupes de régénération successives : ensemencement, secondaires, définitives. Le but des coupes d'ensemencement est d'avoir rapidement un recru abondant, grâce à une bonne fructification obtenue espaçant suffisamment les portes-graine. Après 10 ans, il aura lieu la coupe secondaire pour enlever la partie restante du matériel. Enfin, la coupe définitive fera disparaître les derniers gros sujets.

- Futaie de cèdre pur

C'est une formation un peu exceptionnelle n'occupant pas des surfaces importantes en Afrique du Nord. Le traitement à appliquer est de laisser les peuplements en repos, en ne faisant que des éclaircies sur les sujets ayant la dimension de bois de mine (0,12 m de diamètre à 0,20 m au petit bout). Quand les cèdres commencent à fructifier (vers 40 à 50 ans), il est procédé à l'exploitation de tous les vieux portes-graine. Enfin, quand ils auront 0,60 m de diamètre, il est réalisé des coupes de régénération de tous les arbres de ces dimensions, dont le nombre sera ramené à deux. La durée de la période peut être abaissée à 15 ans.

- Futaie mélangée

Les opérations culturales de ce type de futaie tendent à faciliter le développement du cèdre. Pour la cédraie, il est procédé à un traitement de futaie régulière, dont la période de régénération peut être réduite à 15 ans. Pour le chêne-vert, il est réalisé des coupes de régénération à blanc avec dégagements des jeunes semis de cèdre préexistants, puis des éclaircies du taillis tous les 20 à 30 ans.

1.10. Les ennemis du cèdre de l'Atlas

1.10.1. 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 défeuillé et donne l'aspect d'un arbre incendié (Roque, 1983) ;
- ✚ *Megastigmus pinsapinis* : attaque les graines, il est le responsable de la perte d'au moins 13% des graines (Bariteau et al. 1994) ;
- ✚ *Epinotai 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).

1.10.2. 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).

1.10.3. Le bétail

Les bovins et les caprins en pâture libre dans la forêt cause de terribles dégâts en piétinant et compactant le sol et en broutant les parties terminales des jeunes pousses (Belkhiri, 1993).

1.10.4. L'homme

Par son intervention directe ou 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. En plus des ennemis cités. On doit mentionner aussi l'action du sanglier qui peut causer des dommages à la régénération naturelle du cèdre par son mode de nourriture et notamment par le piétinement aussi l'accroissement des coupes illicites pratiqués par les riverains (ventes aux petites unités de transformation et la consolidation des demeures....

1.10.5. Les incendies

De toutes les espèces qui composent la forêt méditerranéenne, le cèdre est le moins inflammable et le moins combustible. En peuplement dense, le cèdre élimine toute végétation herbacée, de ce fait il est peu propice au feu (Boudy, 1950a ; Toth, 1970). Les peuplements clairs sont sensibles aux incendies.

1.11. La régénération naturelle du cèdre de l'Atlas

Le problème des cédraies naturelles est le manque de régénération, qui serait liée au surpâturage (Pujos, 1964). Le manque de réglementation forestière (pâturage en forêt) a affecté sensiblement cette régénération.

La régénération naturelle du cèdre s'installe lorsque les conditions d'éclairement et la structure du sol le permettent ; les talus de pistes, bien éclairés et ameublés, sont souvent envahis par des fourrés très vigoureux (Harfouche & Nedjahi, 2003).

Les semis ne supportent pas la sécheresse durant leurs trois premiers mois. Ils ne s'installent durablement que si leur première année se déroule sans stress hydrique sérieux. (Lanier, 1986).

En Algérie, la régénération est confrontée à d'énormes difficultés que les forestiers l'attribuent à de nombreux facteurs : le surpâturage et, surtout, l'absence de sylviculture dans les peuplements adultes (éclaircies). Selon Boudy (1952), la régénération naturelle est exposée à une série de facteurs tels que : les pâturages, le développement de la couche herbacée, le manque d'humidité et les futaies vieillissantes.

Toth (1980) affirme que la plupart des cédraies sont localisées dans des conditions climatiques défavorables (Aurès), dont la régénération est confrontée à d'énormes difficultés (succession d'année de sécheresse).

1.11.1. Le cycle de reproduction

Le cycle reproducteur du cèdre de l'Atlas, à l'instar de celui des cèdres méditerranéens, est caractérisé par une floraison automnale (Philippe et al., 2006). L'arbre se couvre d'inflorescences situées aux extrémités des rameaux ; ce sont de gros chatons ovoïdes de 2 à 3 cm de longueur et larges de 1 à 1,5 cm émergeant d'une collerette de feuilles. La moindre brise emporte le nuage impalpable de pollen vers les fleurs femelles qui sont groupées en minuscules pommes de pins à écailles écartelées (M'Hirit et Benzyane, 2006). (Fig. 5)

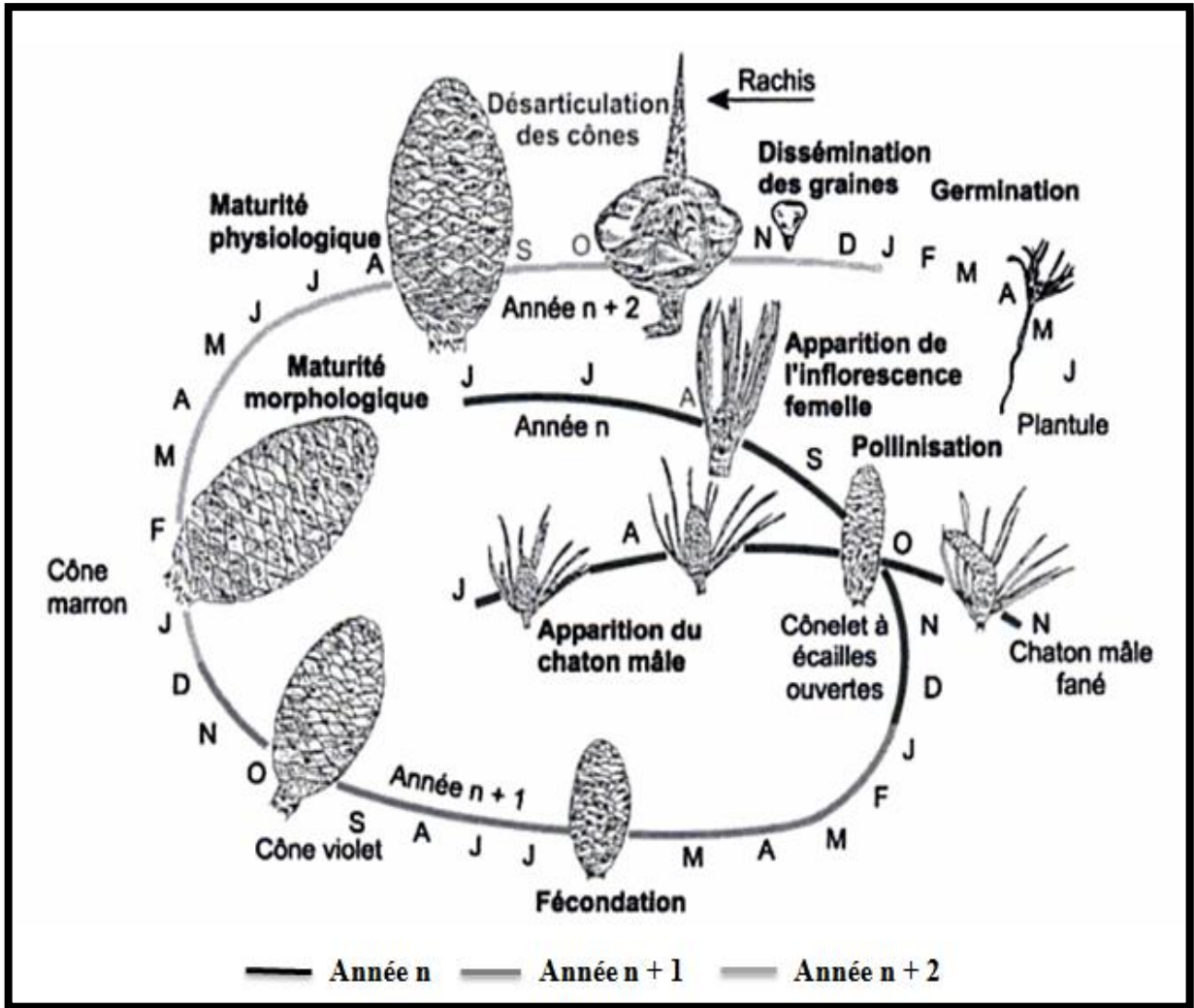


Figure 5 : Cycle de reproduction du cèdre de l'Atlas (Philippe et al., 2006)

Dans le cycle de reproduction du cèdre de l'Atlas, les chatons mâles apparaissent à la fin de l'année, avec deux mois d'avance sur les inflorescences femelles. L'apparition différée des fleurs femelles suggère que les bourgeons reproducteurs des deux sexes s'initient à des périodes différentes. La pollinisation, anémophile, se produit au mois de septembre de l'année n mais les grains de pollen ne germent qu'au printemps suivant, fin mai - début juin. La fécondation a lieu en juin n+1 et les graines sont formées à l'automne. Elles ne seront toutefois libérées qu'un an plus tard, à l'automne n+2 ou durant l'hiver suivant (Philippe et al., 2006). Le moment de la dissémination venu, le cône s'effeuille au vent, les graines ailées volent loin et seul l'axe du cône persiste assez longtemps. Contrairement à ce que l'on constate chez les pins, c'est l'humidité et non la sécheresse qui détermine la déhiscence des cônes (M'Hirit et Benzyane, 2006).

1.11.2. Germination de graines du cèdre

Pour germer, la graine de cèdre a besoin de lumière, d'une humidité modérée, d'oxygène et de certaines conditions thermiques. Grâce à son tégument membraneux et perméable la graine

s'hydrate facilement en quelques heures. Elle peut absorber de 10 à 20 % de son poids en eau, la durée de la germination est liée à la maturité et à l'état de dormance des graines. Les graines de cèdre présentent des degrés de dormance variables en fonction des conditions climatiques. Les graines germent lentement à 04°C. En dessous de 02°C, il n'y a plus de germination celle-ci semble alors être inhibée par le froid (Ezzahiri, 2000). La germination est encore plus importante si la graine est placée à une température de 4°C et maintenue humide.

1.11.3. L'installation des plantules

L'installation des graines dépend essentiellement de la texture du sol. Sur les sols meubles, les graines s'installent plus facilement que sur les sols compacts, les racines pouvant pénétrer plus facilement en profondeur dans le sol et y puiser l'humidité nécessaire à leur maintien et à leur survie durant les grandes chaleurs estivales. La survie des semis dépend aussi de la couverture végétale au niveau du sol ainsi que du degré d'humidité de l'air (Malki, 1992).

La croissance des racines est le facteur fondamental de la survie des semis ; cette croissance peut atteindre 40 cm en 04 mois (Lepoutre, 1963). Les mycorhizes jouent un rôle important dans la résistance des semis à la sécheresse et dans la stimulation de leur croissance racinaire (Lepoutre, 1964).

La figure 06 illustre les étapes de la régénération naturelle du cèdre de l'Atlas (Toth, 1978).

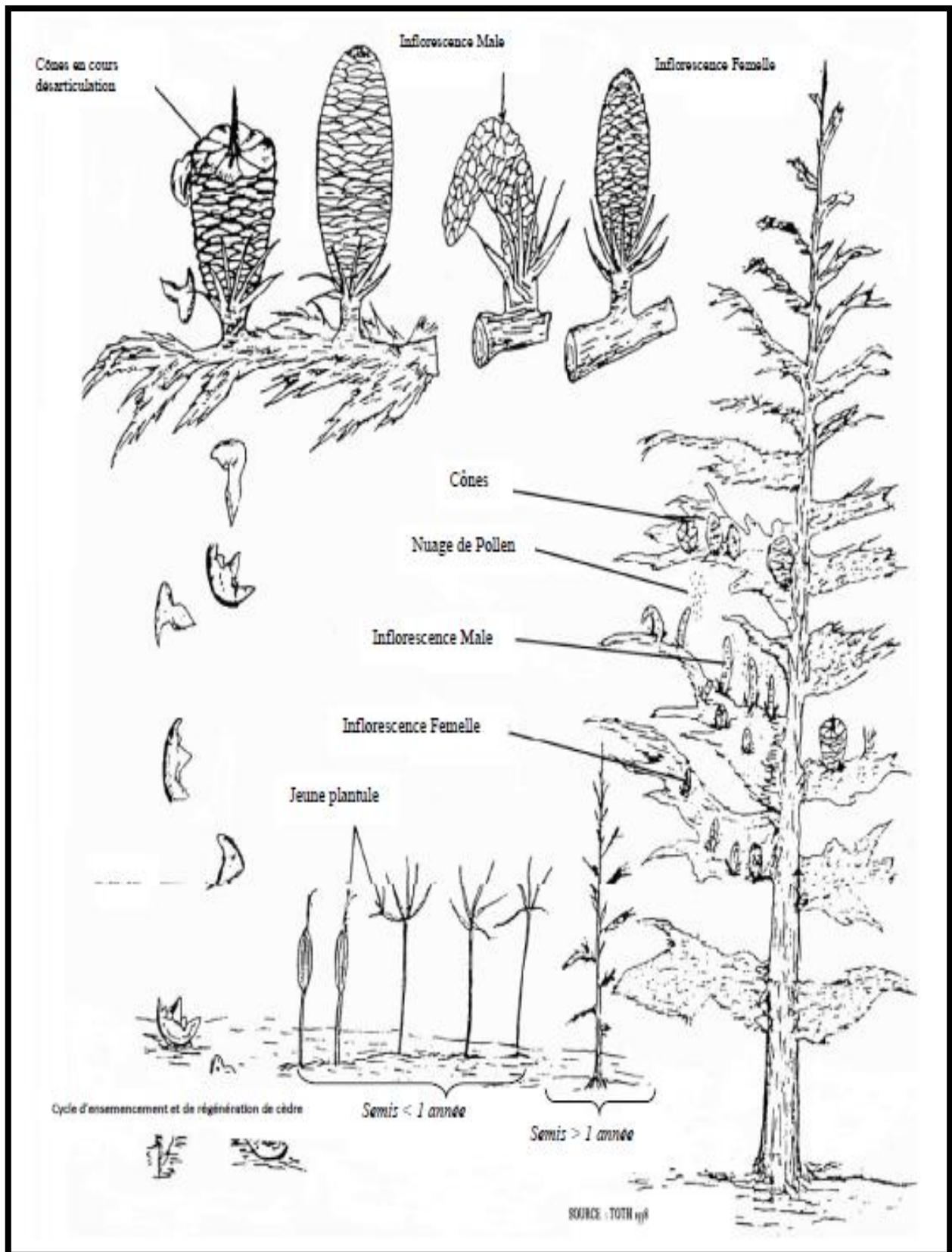


Figure 6 : Les étapes de la régénération naturelle du cèdre de l'Atlas (Toth, 1978)

Chapitre II. Présentation de la zone d'étude

2.1. Présentation générale de wilaya de Khenchela

La wilaya de Khenchela, s'étend sur une superficie de 9.715,6 Km². Elle est composée de 21 communes et 08 daïra ; et confine avec la wilaya de (Fig. 07) :

- ✓ Oum El Bouaghi au Nord ;
- ✓ El Oued au Sud ;
- ✓ Tébessa à l'Est ;
- ✓ Batna à l'Ouest ;
- ✓ Biskra au Sud-Ouest.

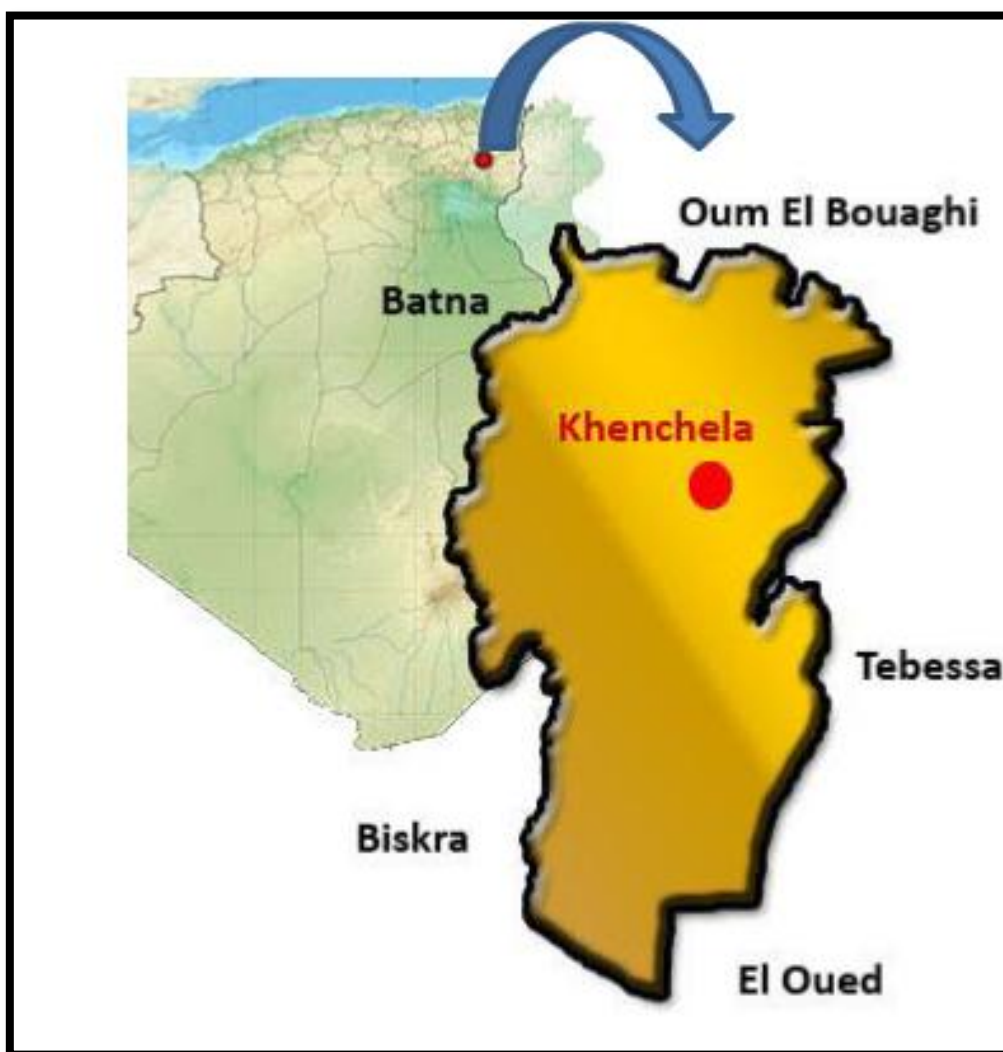


Figure 7 : Situation géographique de la zone d'étude

2.2. Situation géographique et administrative de la daïra de Bouhmama

2.2.1. Situation géographique

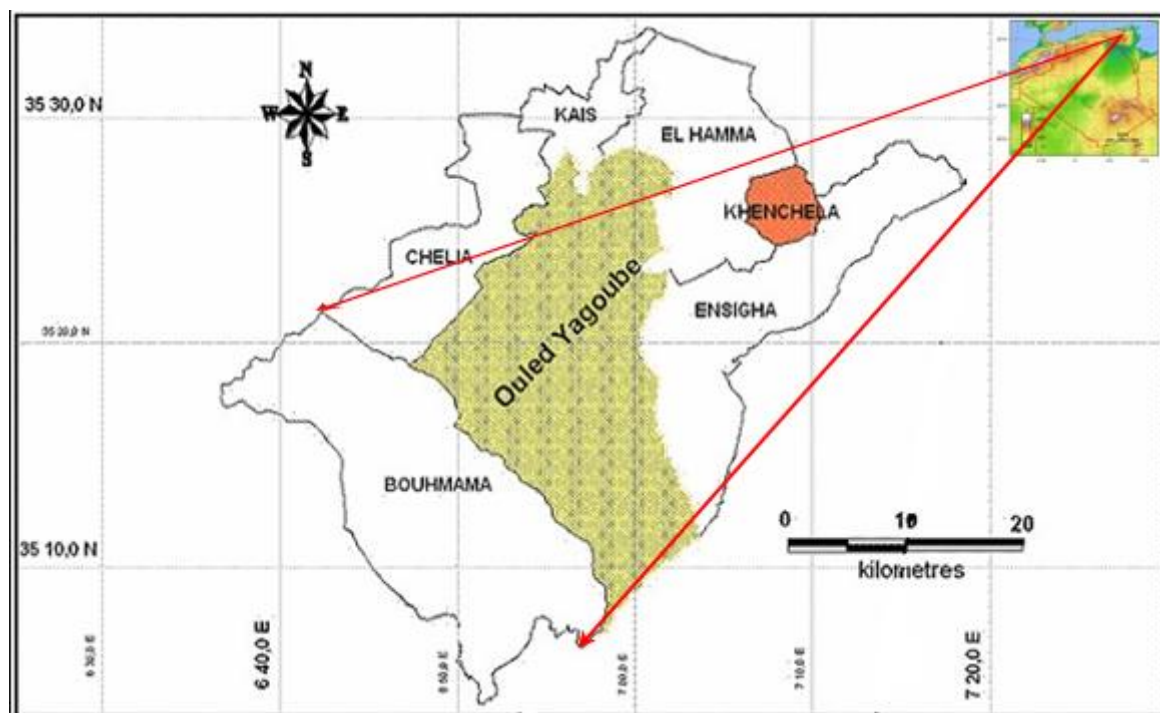


Figure 8 : Carte de situation du site d'étude.

(C. F.W.KHENCHELA, 2019) original

2.2.2. Situation administrative

La cédrie de Chélia appartient administrativement à la Daira de Bouhmama, cette dernière est limitée :

- ❖ Au Nord : les communes de Yabous et Fais ;
- ❖ Au Sud : la commune de Kheirane ;
- ❖ A l'Est : les communes de Tamza et Chélia ;
- ❖ A l'Ouest : la commune de Mssaara

2.3. Le Mont Chélia

2.3.1. La situation géographique et administrative

2.3.1.1. La situation géographique

La zone étudiée est située dans le massif forestier des Aurès, et plus précisément dans le mont du Chélia. Située à quelques kilomètres de Bouhmama vers la limite Est des Aurès, la série Chélia est localisée dans la portion centrale de l'Atlas aurasién (Fig.9). Elle est limitée au Nord par la forêt de Beni OUDJANA, au Sud par l'Oued El- ABIOD et la forêt domaniale des BENI- IMLOUL, à l'Ouest par Djebel ICHMOUL et à l'Est par la forêt des OULED YACOUB. Cette cédraie dépend de la conservation des forêts de Batna et de la circonscription d'Arris, elle est située à environ 60 Km au Sud- Est de la ville de Batna. Elle s'étend sur environ 7000 Ha. Elle s'inscrit entre les latitudes Nord 35° 18' et 35° 23', et les longitudes Est 06° 32' et 6° 45' (Fig. 9)

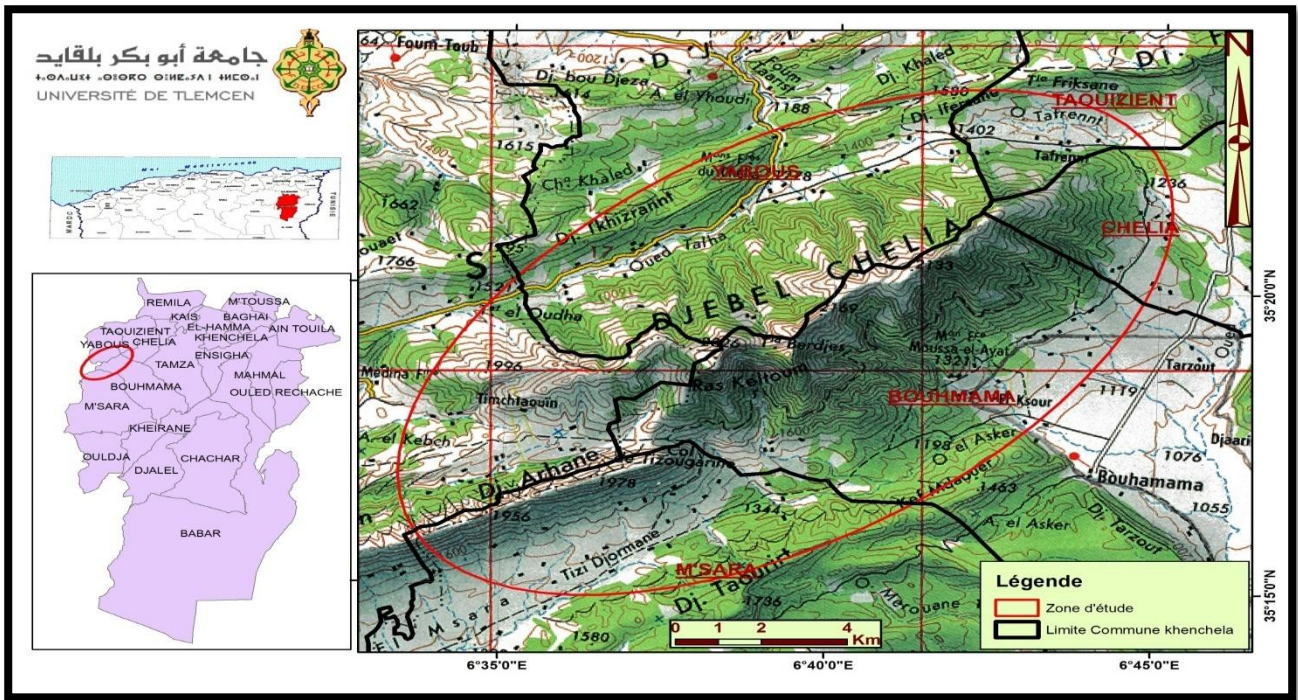


Figure 9 : Carte de Localisation de la Zone d'étude Dj. CHELIA (C. F.W.KHENCHELA, 2019) original

2.3.1.2. La situation administrative

Les limites administratives de la forêt de Chélia est la suivante :

- ❖ Au Nord, par les communes de Yabous et Taouzianat ;
- ❖ Au Sud, par la commune de M'sara ;
- ❖ A l'Ouest, par les communes d'Ichmoul et Inoughissen (W. Batna) ;
- ❖ A l'Est, par les communes de Chelia et Bouhmama.

2.3.2. Le milieu physique

2.3.2.1. Géologie

Selon Schonenberger (1970) et Laffite (1939), les monts de Chélia sont formés géologiquement par des grés et dolomies entremêlés de calcaire dans des proportions différentes qui datent du Crétacé inférieur (Barrémien 300 à 400 m d'épaisseur), L'aptien (400 à 450 m d'épaisseur) et l'Albien. Au versant Sud, c'est le schiste qui domine surtout au-dessous de 1500m d'altitude. Ailleurs, on le rencontre seulement sur les pentes peu inclinées et boisées par le pin d'Alep et de chêne vert (GTZ, 1982).

2.3.2.2. Pédologie

Sur le plan pédologique, les études qui ont été faites sur le sol de la série Chélia et Ouled Yagoub sont caractérisés par de l'humus type mull calcique avec un horizon A0 très mince dépassant rarement 04 cm. Ce sont des dols à faible profondeur, à faible degré d'évolution et non lessivés. L'absence d'un véritable horizon B peut s'expliquer par la localisation des sols sur les fortes pentes sur une forte activité érosive s'exerçant surtout après la dégradation du tapis végétale. La charge

caillouteuse est élevée dans l’horizon C et la texture est limono-argilo- sableuse à pH acido-neutre variant entre 6 et 7,8 (GTZ, 1982).

Globalement 4 types de sols peuvent être distingués :

- ✚ Sols bruns calcaires sur marnes ou des calcaires. Sols bruns peu calcaires sur des grés ;
- ✚ Les rendzines sur calcaire plus au moins fissurés ;
- ✚ Les rendzines sur dolomie (plus fréquents) (Abdessemed, 1981).

2.3.2.3. Hydrologie

Les massifs de Chélia et d’Ouled Yagoub sont entrecoupés d’Oueds de ruisseaux qui coulent de façon non permanente. Il existe aussi des sources qui coulent parfois jusqu’à la fin de l’été. Les quantités d’eau dépendent des précipitations pendant l’hiver et surtout de la neige qui fond lentement. Nous citons les principaux points d’eaux, Ain Taga, et Ain Guiguel pour la série Ouled Yagoub ; Oued Tidar Ain Asli pour le mont Chelia (GTZ, 1982).

2.3.2.4. Pentes

Les pentes comme facteur d’analyse du milieu physique sont considérées l’un des paramètres, qui sont en partie responsables de la dynamique du relief. De ce fait, l’importance accordée aux pentes demeure nécessaire, surtout que l’aire d’étude fait partie du relief le plus élevé, dont la pente aura beaucoup d’influence sur la stabilité du milieu. La carte des valeurs des pentes établie dans ce contexte reflète nettement le relief dans sa propre nature. De prime abord, cette carte nous fait prouver qu’on est en face de deux zones fortement inclinées et escarpées, inscrites totalement dans la classe 4. Elle contourne le relief depuis les sommets jusqu’aux bas versants d’un taux d’intégration de 100% (Fig.10).

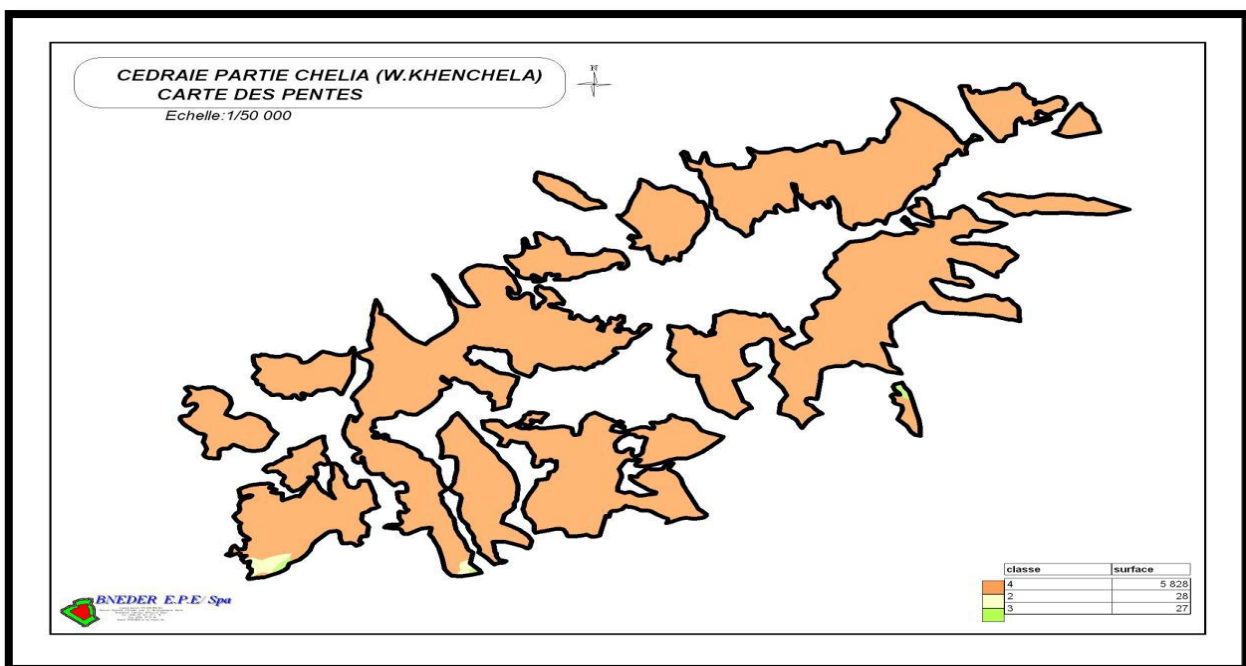
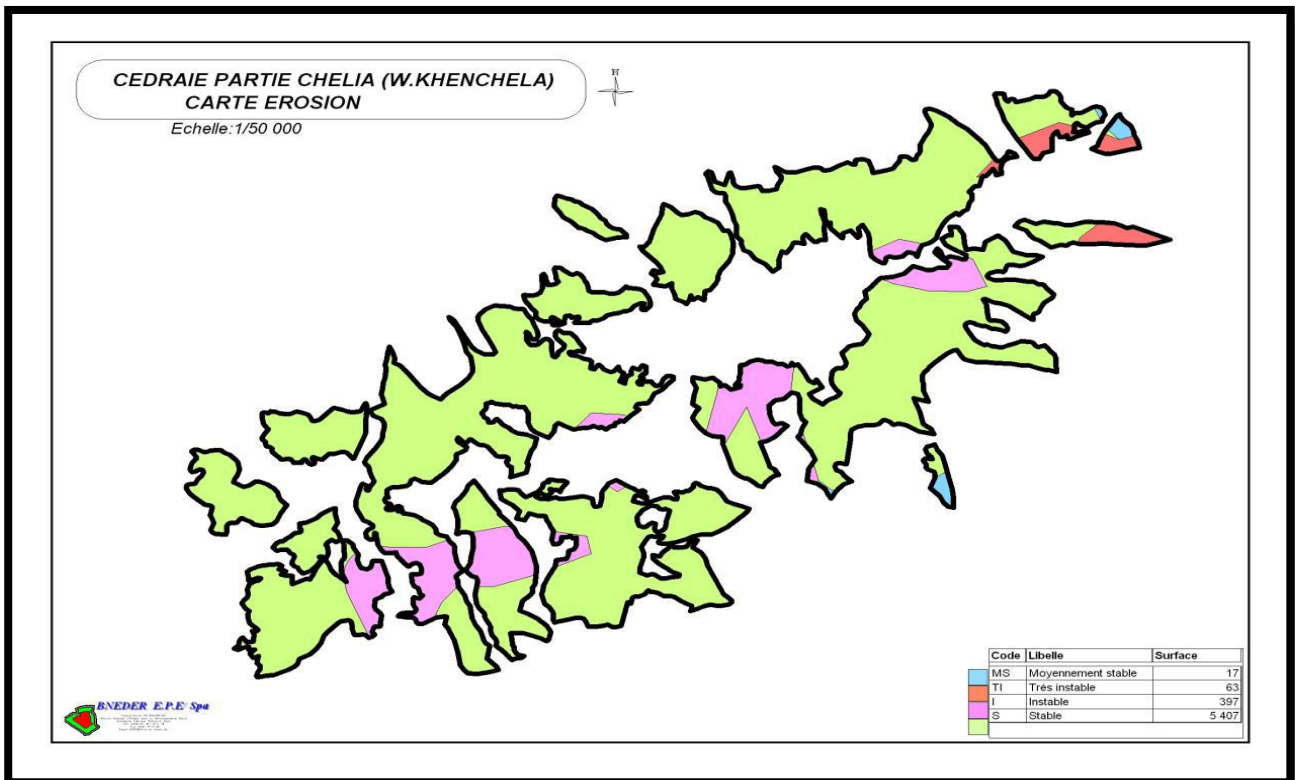


Figure 10 : Carte de pente dans les massifs de Chélia, wilaya de Khenchela (Source : BNEF actualisée par le BNEFER, 2000)

Cette classe est la catégorie des pentes les plus abruptes, très fortes à fortes qui dépassent 25% et remontent au-delà de 60%. Dans des endroits notamment les mieux boisés, ces pentes ne présentent que des influences minimales. En revanche, elles peuvent provoquer en fonction de l'état des autres paramètres tels que la végétation claire et pluies torrentielles qui s'imposent dans d'autres endroits des dégâts néfastes. A la suite d'observation du relief, les remarques ressortant sont les pentes qui caractérisent la zone amont. Elles sont extrêmement élevées et dépassent 40%. Ces pentes ceinturent les terrains, en général, qui se caractérisent par une végétation complètement épuisée sous l'effet du piétinement excessif du troupeau. D'ailleurs sur ces sites caractérisés par les fortes pentes que l'érosion et les écoulements destructeurs ont beaucoup d'influence. Comparativement à ce qui s'observe sur les versants de morphologie variable, où la plus grande partie des terres qui incluse entre 25% et 40% est peu sensible à l'érosion par l'eau. La protection de ces versants s'accomplisse tout naturellement par la densité des arbres peuplant ces zones et qui fixe non seulement le sol, mais aussi elle réduit la vitesse et la puissance des chutes des eaux de ruissellement. La classification de tous ces terrains par cet ordre de déclivité des pentes, nous a permis d'apprécier, que le cèdre dans son aire naturelle se développe au niveau des classes de pentes les plus élevées. C'est pourquoi, la protection de ces forêts sera indispensable, afin de sauvegarder le milieu des effets néfastes causés par la gravité de ces fortes pentes.

2.3.2.5. La sensibilité à l'érosion

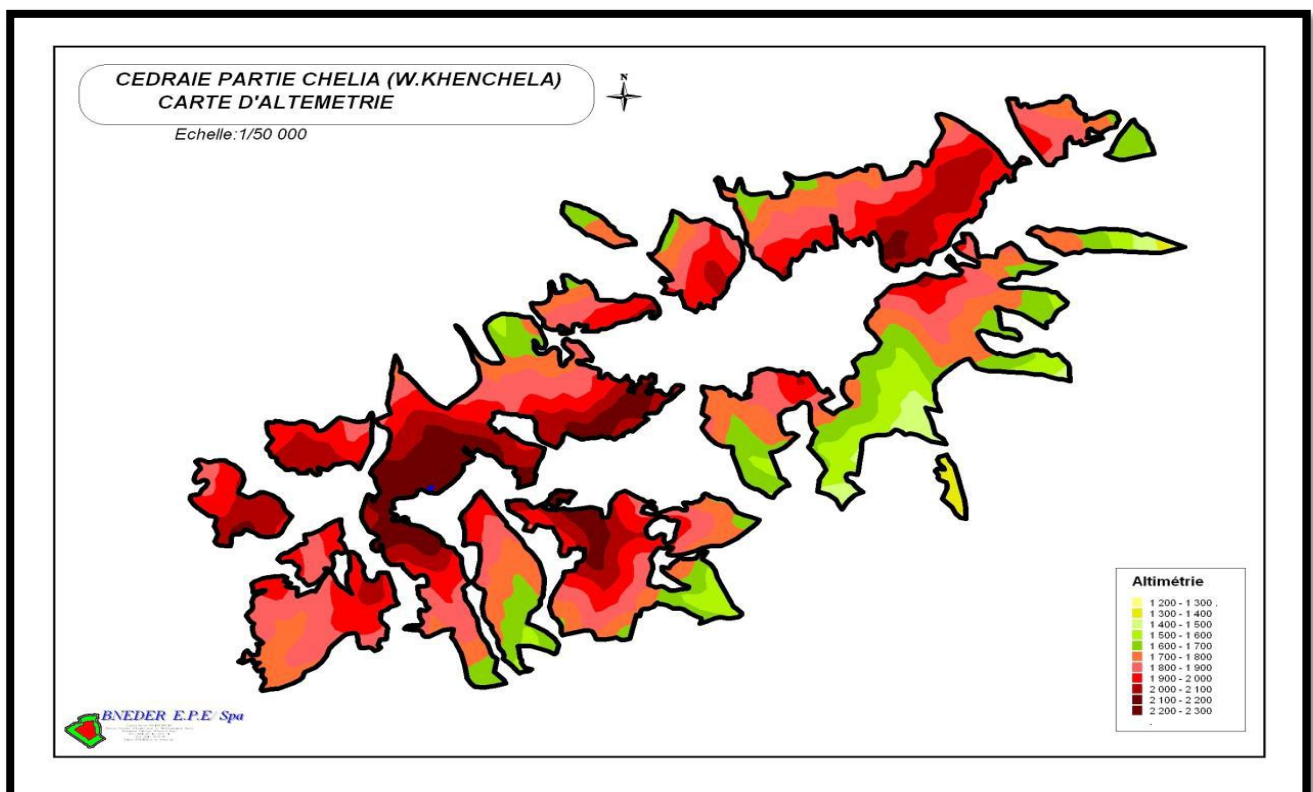


**Figure 11 : Carte d'érosion dans les massifs de Chélia, wilaya de khenchela
(Source : Etude B.N.E.F. actualisée par le BNEDER en l'an 2000)**

La stabilité de ce milieu ne dépend pas simplement de l'érosion apparente, mais l'érosion latente qui détermine l'état avancé de l'érosion et l'évolution future de la dégradation des terres reste notamment un indice à mesurer. Pour cette raison, la définition des zones sensibles permet de définir les lieux qui feront l'objet de priorisation, afin d'orienter les propositions de conservation des sols. Les indicateurs de la sensibilité à l'érosion sont la résultante de trois paramètres à savoir : l'occupation du sol, la nature lithologique du terrain et la pente. La carte établie sur l'état de la dégradation des sols (carte d'érosion), montre que les cédraies sont les plus stables (Fig.11).

2.3.2.6. Altitudes

Comme les pentes interviennent dans la répartition du cèdre, les altitudes ont également leurs répercussions. Elles déterminent avec de nombreux facteurs tel le climat, l'étagement et le milieu d'adaptation du cèdre. Le cèdre comme étant essence montagnarde, la configuration générale de chacune de ses parcelles délimitées par ses propres altitudes a permis de distinguer une nette adaptation de ce peuplement sur les fortes altitudes. D'après la carte d'altimétrie qui a été établie aussi à la même échelle (1/50.000eme) synthétisant les tranches altitudinales nous fait démontrer, que l'organisation naturelle du cèdre s'accroît au Nord dans une tranche altitudinale importante parallèlement à l'accroissement des précipitations (Fig.12).



**Figure 12 : Carte d'altimétrie dans les massifs de Chélia, wilaya de khenchela
(Source : Etude BNEF actualisée par le BNEDEP en l'an 2000).**

Dans l'ensemble, la répartition du cèdre apparaît presque identique dans les deux cédraies. Il se range entre une altitude minimale de 1200 m et maximale de 2170m à 2300m, dont les tranches

altitudinales supérieures à 1700m sont les plus dominantes. La cédraie du massif Chélia est la plus caractéristique, elle englobe la grande part de ces tranches. Celles inférieures à 1700m n'apparaissent qu'à l'extrême Sud Est sur des petits espaces. Contrairement au massif d'Ouled Yagoub, la cédraie atteint son extension minimale jusqu'à 1200m d'altitude aussi bien sur les versants Nord-Ouest que sur les versant Sud Est, seulement les plus élevées (supérieures à 1700m) sont également dominantes. De ce fait, outre la répartition du cèdre dans son aire naturelle, sa part adéquate sur ces hauteurs constitue un écosystème forestier vigoureux. Il est assez schématique à partir de 1500 m à 2300m d'altitude. Excepté les altitudes inférieures à 1500 m, à la faveur des effets d'un microclimat local, il se développe en garnissant les bords des Oueds mieux drainés. Ce qui nous a conduits de classer cette espèce par ordre altitudinal dans trois grandes zones, malgré qu'elles ne fassent pas de fort témoignage en raison d'absence des plani-métrages qui auraient facilité les comparaisons entre les différentes tranches altitudinales, mais elles restent un indice complémentaire qui permet de préciser le milieu d'adaptation du cèdre, comme déjà dit précédemment. Il s'agit donc de :

- ❖ La cédraie de moyennes montagnes ;
- ❖ La cédraie de hautes montagnes ;
- ❖ La cédraie de très hautes montagnes.

2.3.3. La diversité biologique

2.3.3.1. La diversité végétale

Selon le BNEF (1984), au niveau des massifs de Chélia, les forêts occupent les superficies suivantes : (1) Cédraie 2632 ha ; (2) la pinède 767 ha ; (3) la chênaie 983 ha.

Abdessemed, (1981) ; Quezel, 1957 et Beghami, (2002), au niveau de la cédraie de Chelia décrivent les associations végétales suivantes :

2.3.3.1.1. Association *cedro atlanticae Ranuncule tumpicatii*

Principalement sur substrat gréseux, présentant les plus belles futaies équiennes de cèdre, avec des pieds bien élancés et élagués dépassant 25m (35m au Dj. Feraoun). Avec une sous association *typicum* se localise essentiellement sur le versant Sud au mont Chelia et à Dj. Feraoun à Ain Guigen entre 1 950m et 2 220m. (Abdessemed, 1981).

2.3.3.1.2. Association *Violmunbyanae – Junipretum communis*

Le plus sylvatique et le plus riche parmi toutes les cédraies se développe sur substrat gréseux. La sous-association *typicum* se développe sur les faces nord de Dj. Feraoun et mont Chelia entre 1 900m et 2 150m ; La sous-association *taxo-aceretosum monspeli* au versant Nord entre 1 700m et 2. 100m d'altitude quant au faciès à *Acer opalus* et *Sorbus aria* elle ne se rencontre qu'au Chélia entre 2 000m et 2 100m (Abdessemed, 1981).

2.3.3.1.3. Groupement a Quercus faginea Sub – espèce microphylla

Il se rencontre sur le versant nord de Chélia entre 1 200m et 1 500m d'altitude et évolue sur substrat marneux et sur calcaire du turonien (Abdessemed, 1981).

2.3.3.1.4. Association Acer monspessulanumet smyrnium olusatrum

Le faciès typique se localise au niveau du versant Nord de Dj. Feraoun essentiellement à l'Ouest de la maison forestière de Tizi Ala dans les ravins frais, quelques vestiges se rencontrent sur le flanc Nord de Chelia dans la vallée de Ghabat-El-Akhra entre 1. 400m et 1. 800m sur des grès et des dolomies et accessoirement sur des calcaires ou des grès calcaires.

2.3.3.1.5. Groupement Fraxinus xanthoxyloides et Quercus rotundifolia

Ce groupement se développe sur des grés du crétacé inférieur, il est localisé sur les bas versants de Dj. Feraoun de Ain Mimoun jusqu'au-delà de Tizi Ala jusqu'à Ain Guigen entre 1200m et 1 500m d'altitude ; Ce groupement est caractérisé par l'absence du thurifère et la présence d'espèces des Pistacio-Rhamnetalia (Abdessemed, 1981).

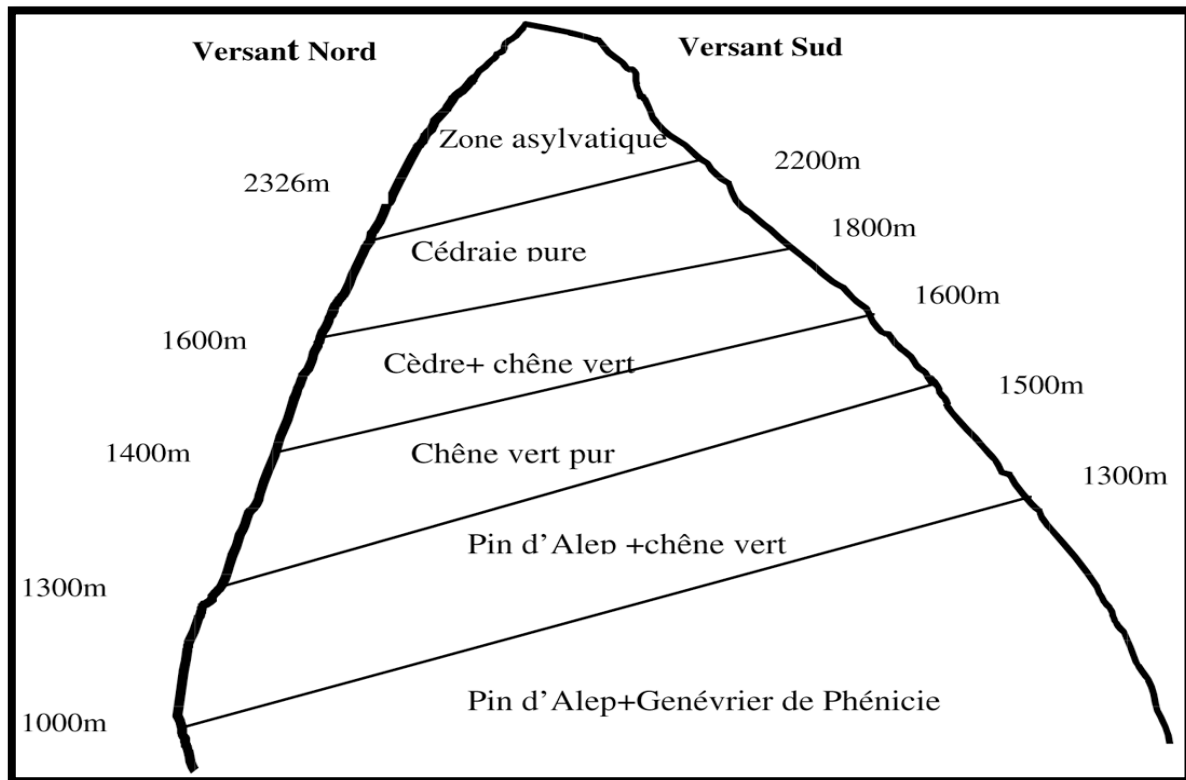


Figure 13 : Etagement de la végétation dans les massifs de Chélia D'après Schoenemberger (1970)

2.3.3.2. La diversité animale

La zone d'étude est un espace particulièrement remarquable sur le plan écologique et faunistique, grâce à la diversité de ses écosystèmes et paysages naturels, elle abrite une faune riche et diversifiée relativement bien conservée. Ainsi, on trouve des espèces de faune caractéristiques des habitats forestiers, montagnards qui sont représentées par 193 espèces animales :

✚ 115 espèces constituant des oiseaux, dont 42 espèces sont protégés à l'échelle nationale par les deux textes réglementaires (décret n°83-509 du 20 Août 1983 relatifs aux espèces animales non domestiques protégées et arrêté du 15 janvier 1995 complétant la liste des espèces animales non domestiques protégées ;

✚ 41 espèces de reptiles dont 04 seulement sont protégées par la loi ;

✚ 33 espèces de mammifères, dont 10 sont protégés par le décret n°83-509 du 20 Août et à l'arrêté du 17 Janvier 1995 relatif à la liste des espèces animales non domestiques protégées en Algérie ;

✚ 04 espèces d'amphibiens faiblement représentés au niveau du périmètre. Les espèces faunistiques inventoriées au niveau de la zone d'étude représentent 32,65% du total des espèces à l'échelle nationale (patrimoine national compte 591 espèces). Quant au nombre d'espèces protégées elles totalisent 56 espèces soit 34,35% du total d'espèces protégées par la loi en Algérie. Comme espèces d'oiseaux, on rencontre plusieurs espèces de rapaces diurnes et nocturnes, un nombre d'espèces de passereaux (Fauvettes, Hirondelles, Rouges-queues, Mésanges, fringillidés, moineaux etc.). Comme espèces de mammifères, on rencontre notamment : l'Hyène rayée, le Chat sauvage, la Genette, la mangouste ichneumon, le Porc-épic, le Hérisson d'Algérie, le Sanglier commun et quelques espèces de rongeurs.

2.3.4. Etude climatique

2.3.4.1. Pluviométrie

L'analyse de données fait ressortir une irrégularité des précipitations et des variations d'une station à l'autre. En effet, les moyennes pluviométriques annuelles varient de 380 mm/an (Bouhmama) à 535 mm/an (Kantina), cette différence s'explique par le facteur altimétrique. On note aussi l'importance des précipitations pendant la période estivale et ce pour toutes les stations qui tombent sous forme de pluies orageuses. Il ressort également de l'analyse des données chronologiques sur une période de 50 ans, une régression significative du niveau des précipitations qui est passé de 600 à 1200mm/an, selon la carte Chaumont et Paquin à 350 à 500mm/an selon la carte l'ANRH; la régression des pluies entre ces périodes s'explique par le changement climatique (réchauffement) qui a participé à la dégradation des formations forestières en particulier les groupements à cèdre. Au niveau de la zone d'étude, les précipitations ne tombent pas en grande quantité (380 mm en moyenne) mais elles se caractérisent par leur irrégularité dans le temps. A titre d'illustration, on relève la pluviométrie varie de 642 mm (1970/1971) à 108 mm en 2000/2001(Station Bouhmama).

2.3.4.1.1. Pluviométrie moyenne annuelle

Les deux stations pour la série ont été choisies afin d'étudier ce paramètre (Tabl.02).

Tableau 2 : Pluviométrie moyenne annuelle dans les deux stations d'observation (Khlifi, 2002 ; ANRH, 2005)

| Série | Versant | Station Météorologique | Altitude | Pluviométrie Moyenne (mm) | Années D'observation |
|--------|---------|------------------------|----------|---------------------------|----------------------|
| Chélia | Nord | Kantina | 1.240m | 533.48 | |
| | Sud | Bouhmama | 1.150m | 388.13 | 1969 - 2001 |

(Source : ANRH, 2005)

Ces données doivent être prises avec prudence car elles ne reflètent pas la réalité sur les hautes altitudes. Halimi, (1980) indique que l'accroissement des précipitations n'est pas dû seulement à l'altitude, d'autres facteurs comme la topographie et l'exposition agissent sur la variation des précipitations.

2.3.4.1.2. Le régime pluviométrique saisonnier

Toth, (1987) a mis en évidence l'importance de la pluviométrie durant la phase de croissance (Mai-Juin), Sur l'installation de la régénération naturelle et le développement des semis du cèdre de l'Atlas.

Le tableau 03 étale les résultats de la pluviométrie pour les deux postes météo.

Tableau 3 : Régime pluviométrique saisonnier de deux stations d'observation de la période comprise entre 1991 et 2004. (Khlifi, 2002 ; ANRH, 2005)

| | Automne | Automne | Automne | Eté |
|----------|---------|---------|---------|--------|
| Bouhmama | 111.4 | 106.57 | 107.55 | 62.61 |
| Kantina | 141.61 | 133.73 | 148.73 | 109.41 |

(Source : ANRH, 2005).

Il ressort que la station de Bouhmama est soumise à un régime saisonnier type APHE (Automne, Printemps, Hiver, Automne, Eté), tandis que la station de Kantina est caractérisée par un régime pluviométrique saisonnier type PAHE (Printemps, Automne, Hiver, Eté).

2.3.4.2 Température

La température joue un rôle primordial dans la régénération, le développement, la croissance et la répartition des espèces végétales en contrôlant l'ensemble des activités métaboliques. En effet le développement des végétaux est ralenti lorsque la température est très élevée (échaudage) ou Trop

basse (gel). L'étude des températures (minima et maxima) a un rôle très important sur la germination et l'installation des plantules de cèdre (Tabl.04).

Tableau 4 : Températures moyenne enregistrées par les stations de Bouhmama (ENRH, 2005)

| | | J | F | M | A | M | J | Ji | A | S | O | N | D |
|-----------------|---|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Bouhmama | m | -0.99 | 0.39 | 1.42 | 5.02 | 9.53 | 12.88 | 15.28 | 17.17 | 13.00 | 8.35 | 3.7 | 1.16 |
| | M | 9.14 | 8.48 | 13.74 | 17.49 | 24.11 | 28.56 | 32.13 | 32.86 | 28.24 | 20.24 | 14.02 | 10.20 |

Période : (1992– 2000)

L'examen des valeurs du Tableau 04 révèle que le mois le plus froid est Janvier tandis que le mois le plus chaud est Août pour Bouhmama .

2.3.5. Détermination de l'étage bioclimatique de la zone d'étude

2.3.5.1 Neige

La neige constitue la principale source des réserves en eau des sols et assure la protection des jeunes pousses contre les gelées. Ainsi, elle joue le rôle d'écran thermique vis- à- vis des semis de Cèdre (Toth, 1971). La neige est également très efficace pour l'alimentation des nappes superficielles. La période de chute de neige débute au mois de Janvier et s'étale jusqu'au mois de Mars. La durée d'enneigement varie de 10 à 15 jours par an (Belloula, 2011).

2.3.5.2 Gelées blanches

La gelée est un phénomène qui se manifeste avec plus d'intensité durant la saison froide et elle est fortement influencée par la continentalité et l'altitude selon le tableau (05).

Tableau 5 : Nombre de jours de gelée par mois (O.N.M 1990-2006.)

| Mois | J | F | M | A | M | J | Jt | A | S | O | N | D | Total |
|--------------|-----|-----|---|-----|---|---|----|---|---|---|-----|-----|-------|
| Nbre de jour | 9.8 | 6.4 | 4 | 0.8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.7 | 6.5 | 29.1 |

Les gelées sont fréquentes et constituent une contrainte pour la végétation, on dénombre une moyenne de 29,1 jours de gelées par an s'étalant sur 6 mois, de l'hiver au printemps avec une fréquence importante de 22,6 jours en hiver. Les gelées printanières sont moins fréquentes avec 4,80 jours.

2.3.5.3. Vent

Bien que son action mécanique soit limitée, le vent peut constituer dans certains biotopes un facteur écologique limitant. Il modifie les valeurs des autres agents climatiques comme la température, l'humidité relative et l'humidité du sol, l'évaporation et la transpiration. Dans la région

de Chélia, les vents dominants sont de deux directions, les premiers; Sud- Ouest (secs et chauds: SIROCCO) surviennent au mois de Juillet, favorisent l'évapotranspiration et causant le dessèchement des jeunes pousses, les seconds; Nord - Ouest, fréquents en Automne, sont caractérisés par la pluviosité et la vitesse qui peut atteindre 7.5 m/s.

2.3.5.4. Grêle

Elle occasionne des dégâts importants dans la région surtout sur le premier, abricotier, et poirier, mais elle Participe à la distribution mécanique des jeunes cônes du cèdre de l'Atlas de par sa coïncidence avec la Reprise végétative au printemps (Khlifi, 2002) (Tab. 06).

2.3.5.5 Les orages

Tableau 6 : Nombre moyen de jours d'orages (O.N.M 1990-2006).

| Mois / Orage | J | F | M | A | M | J | Jt | A | S | O | N | D | Année |
|---------------|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| Nbre de jours | 0 | 0.3 | 1.5 | 2.0 | 3.5 | 4.5 | 4.2 | 6.1 | 5.1 | 2.0 | 0.5 | 0.2 | 29.9 |

L'orage est l'indice des tempêtes qui peuvent être très violentes. Ces données montrent que les orages sont enregistrés pendant tous les mois de l'année mais avec une fréquence plus élevée durant le semestre chaud, s'étalant de Mai à Octobre, car le rapport entre le nombre de jours d'orage du semestre chaud à ceux du semestre froid (Novembre à Avril) est de 5,6. En effet durant cette période chaude il est enregistré 25,4 jours sur un total de 29,9 jours, autrement dit 85 % des pluies orageuses enregistrées. Ces pluies orageuses qui coïncident essentiellement avec la période des chaleurs élevées (Automne, Eté), constituent une action funeste sur les sols par leur agressivité où le sol est nu et sec et par conséquent induit un ruissellement rapide avec décapage du sol, favorisant ainsi l'érosion. Fort heureusement, que la nature lithologique des terrains de la zone (calcaires, dolomies dure et grès) assez résistante conjuguée à une occupation forestière, n'a pas accentué ces phénomènes de décapage.

2.3.6. Synthèse climatique

2.3.6.1. Diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gaussen

Ce diagramme ombrothermique fait intervenir les pluies et les températures moyennes mensuelles. Cette représentation fait ressortir les mois secs dans l'année. Pour Guassen un mois est sec si $P < 2T$ (Fig. 14)

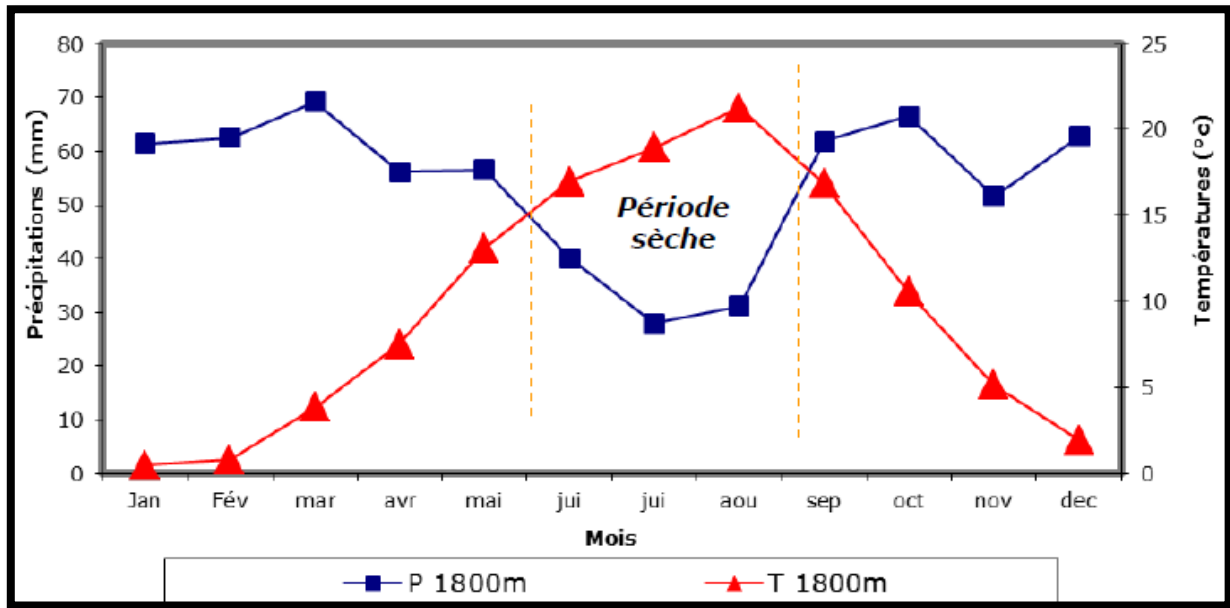


Figure 14 Diagramme ombrothermique de Gaussen et Bagnouls relatif Au massif de Chélia (Belloula, 2011)

D'après le diagramme ombrothermique de Gaussen et Bagnouls, la période sèche dans notre zone s'étale sur une durée de 03 mois (mois de Juin jusqu' au mois d'Août).

2-3-6-2 Climagramme pluviométrique d'Emberger :

Ce quotient pluviothermique est une représentation graphique issue d'une formule où la valeur des précipitations en mm est divisée par une expression de la température en degré Kelvin. Cette expression est choisie en fonction de la vie végétale. Elle s'écrit comme suit :

$$Q2 = 1000P / ((M+m)/2 \times (M-m)) \text{ soit } 2000P / (M^2 - m^2)$$

Cette formule peut s'écrire selon STEWART (1969) avec une erreur négligeable de la manière suivante :

$$Q2 = 3.43.P / (M - m)$$

Où:

- ✓ P : précipitations annuelles (mm) ;
- ✓ M : moyenne des maxima du mois le plus chaud. (°C) ;
- ✓ m : moyenne des minima du mois le plus froid. (°C) ;
- ✓ M et m sont exprimés dans l'expression de STEWART en °Celsius.

Le climat est d'autant plus sec que Q2 est plus faible. Du point de vue du bioclimat, les cédraines de la série Chélia se trouvent dans les étages Sub- humides très froids (Fig.15).

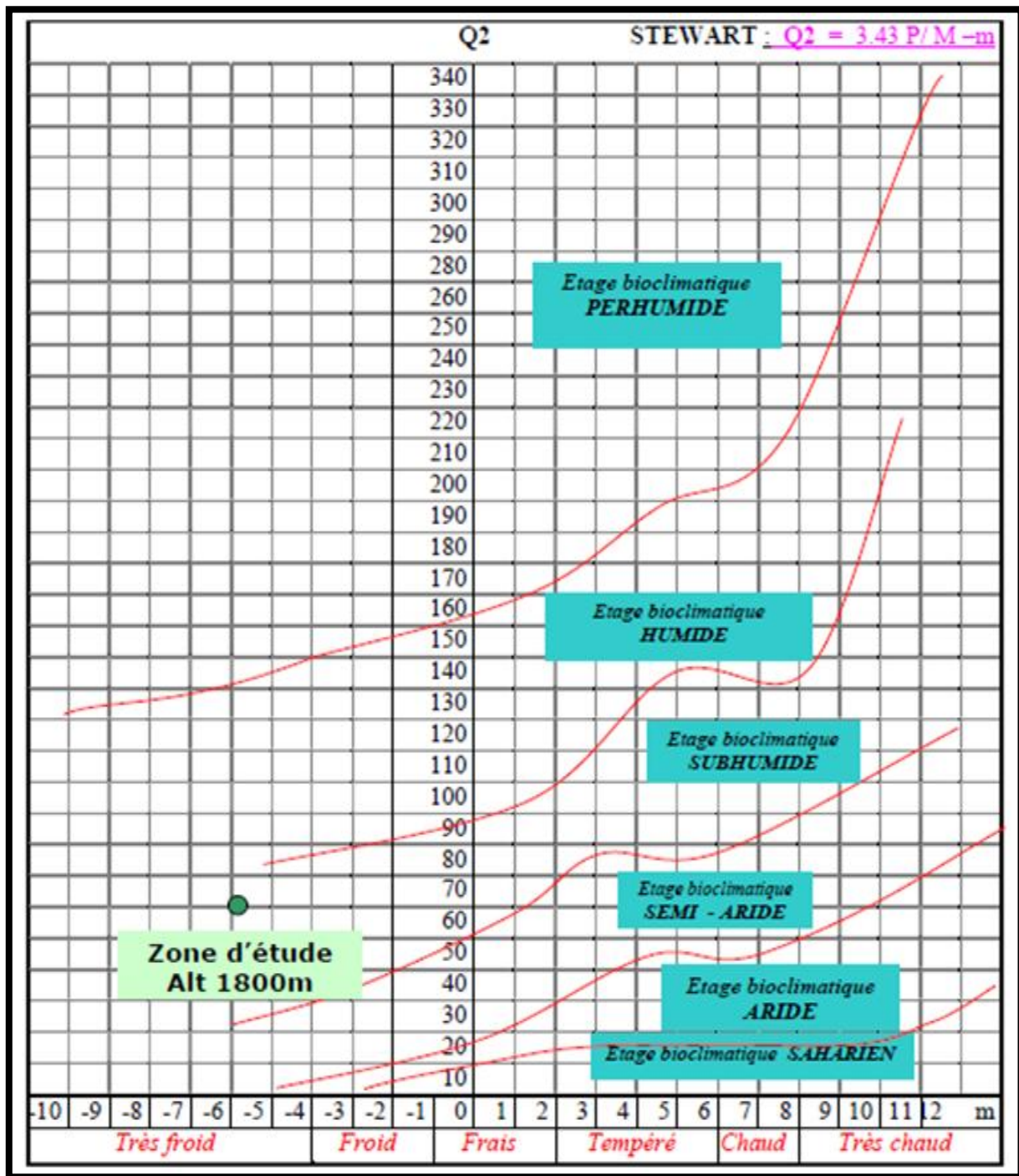


Figure 15 : Climagramme pluviométrique d'emberger « Zone d'étude » (Belloula, 2011)

2.3.7. Etude Socio – Economique

2.3.7.1 La population

Le rôle de la population riveraine est important dans de l'évolution ou de la régression des ressources naturelles du massif forestier de Chélia et Beni Oudjana et Ouled Yagoub. Chevauchant sur cinq (03) communes, la zone d'étude voit sa population riveraine dispersée en seize (10) communautés rurales (Tab. 07).

Tableau 7 : Répartition de la population riverain e par mechta et commune concernée par l'étude

| Commune | Nom de mechta | Nombre De logement | Nombre De ménage | Population riveraine (habitants) |
|----------|----------------------------|--------------------|------------------|----------------------------------|
| Bouhmama | Ouled Si Moussa | 237 | 118 | 590 |
| | Llmathane(O.A.B.flous) | 182 | 110 | 550 |
| | Taouaghent (O.A.B.flous) | 18 | 28 | 140 |
| | Tizougarine (O.A.B.flous) | 9 | 11 | 60 |
| S/Total | | 446 | 267 | 1340 |
| Chélia | Ouled Oucif | 208 | 177 | 1121 |
| S/Total | | 208 | 177 | 1121 |
| Yabous | Achika | 80 | 90 | 530 |
| | Tarakat (Ouadha) | 54 | 64 | 360 |
| | Chaabet Khaled et T'khabit | 30 | 45 | 290 |
| | Touchent | 70 | 80 | 490 |
| | Kantina | 100 | 120 | 780 |
| S/Total | | 334 | 399 | 2450 |

Source : APC concernées par l'étude (Enquête, RGPH, 2008)

2.3.7.2. L'élevage

Cependant, le bétail pose un grand problème, car la zone subit une grande pression au plan du pâturage. Dans le massif du Chélia, le Cèdre se trouve en état de dégradation à cause des facteurs climatiques, et surtout anthropiques tels que, le surpâturage, l'exploitation non contrôlée des perchis, et les coupes illicites. L'analyse portant sur l'estimation des effectifs ovins, bovins et caprins a été effectuée à partir des données statistiques obtenues auprès des délégations agricoles communales (Bouhmama, Yabous, Chélia) (Enquête, 2008) et complétée par des entretiens par le biais d'un questionnaire sur le terrain lors de l'inventaire et cartographie (Tab. 08).

Tableau 8 : Elevage riverain (ovin, caprin et bovin) par mechta et commune

| Commune | Nom de mechta | Nombre de tête par espèce | | |
|-----------------|-------------------------------|---------------------------|---------|--------|
| | | Ovine | Caprine | Bovine |
| Bouhmama | Ouled Si Moussa | 600 | 850 | 300 |
| | Lmathane | 550 | 250 | 295 |
| | Taouaghent | 120 | 250 | 80 |
| | Tizougarine | 200 | 150 | 120 |
| S/Total | 04 mechtas | 1470 | 1500 | 795 |
| Chélia | Ouled Oucif | 500 | 350 | 15 |
| S/Total | 01 mechta | 500 | 350 | 15 |
| Yabous | Achika | 665 | 118 | 34 |
| | Tarakat | 772 | 126 | 40 |
| | Chaabet Khaled et T'khabit | 283 | 155 | 30 |
| | Touchent | 237 | 135 | 20 |
| | Kantina | 1493 | 474 | 50 |
| S/Total | 05 mechtas | 3450 | 1008 | 174 |

Source : Enquête auprès de la délégation de l'agriculture (2008)

Chapitre III. Matériels et Méthodes

3.1. Objectif de l'étude

L'objectif de cette étude consiste à étudier la dynamique de la régénération naturelle du cèdre de l'Atlas (*Cedrus Atlantica Manetti*) en Algérie et l'identification de certains facteurs pouvant l'affecter dans la région de Bouhmama, Cédraie de Chélia dans la Wilaya de Khenchela.

Les paramètres qui interviennent dans la régénération du cèdre sont de deux ordres (Bared & Berrichi, 2018) :

- ☒ Les paramètres d'ordre écologiques : l'altitude, l'exposition, la pente, taux de recouvrement ; couverture du sol par la litière, profondeur du sol ;
- ☒ Les paramètres d'ordre dendrométriques : la hauteur de l'arbre, le diamètre, la circonférence, la surface terrière.

3.2. Matériels et méthodes

3.2.1. Matériel utilisé

L'expérimentation a nécessité l'emploi du matériel suivant (photo. 01) :

- Le Blum-Leiss (le dendromètre) ;
- Le GPS (détermination de l'altitude et l'exposition) ;
- Le Compas forestier (détermination du diamètre) ;
- La carte de situation de la zone d'étude ;
- Un ruban-mètre (délimitation des placettes) ;
- Des piquets métalliques pour le bornage de délimitation.

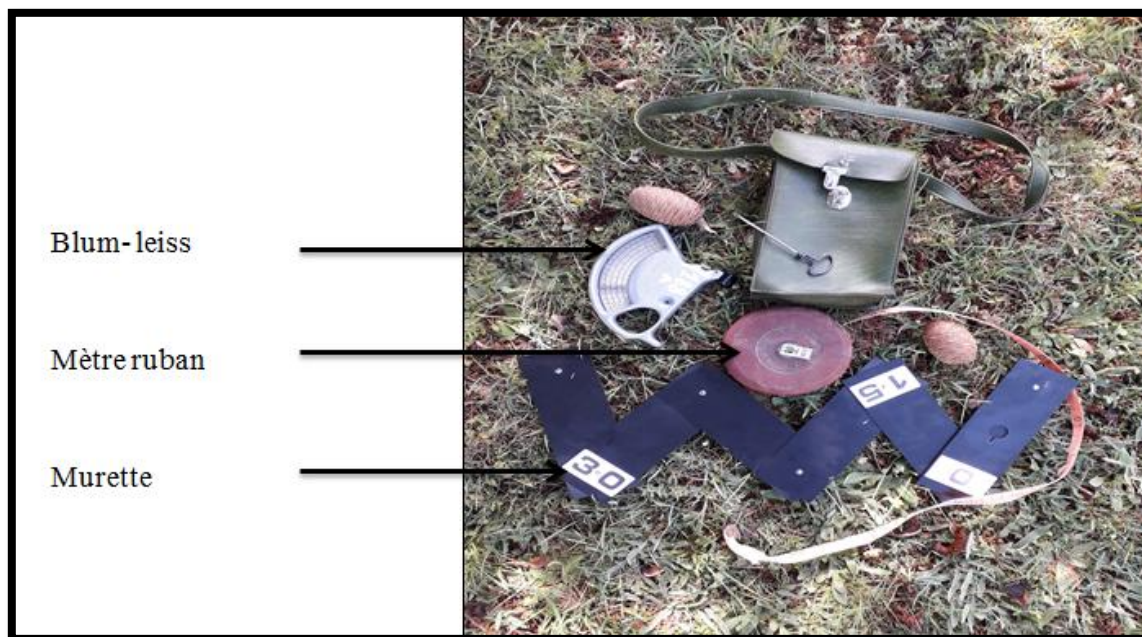


Photo 1 : Matériels dendrométriques utilisés(original)

3.2.2. Echantillonnage

Afin d'estimer les effets des facteurs écologiques sur la régénération et l'installation des semis de cèdre, nous avons procédé à l'installation des placettes d'observations sur la base d'un échantillonnage à partir des tranches altitudinales. Dans les milieux montagnards et en particulier dans le cas des superficies forestières, l'échantillonnage le plus efficace c'est l'échantillonnage stratifié avec analyse d'un nombre de placettes proportionnel à la surface occupée par chaque strate (M'herit, 1982 ; Ziat, 1986). Par la suite, nous avons divisé chaque placette en quatre secteurs d'étendue égale. Pour la quantification de la régénération, nous avons compté tous les semis sur la placette où leur densité nous a semblé faible. Dans les placettes à fortes densité, nous avons compté uniquement les semis d'un seul secteur et par la suite, le nombre est porté à la placette et puis à l'hectare.

3.2.3. Les placettes expérimentales

Nous avons installé dans le versant Nord de la cédraie de Chélia 15 placettes. Les placettes sont de forme circulaire et ont 5 ares de superficie (12,64 m de rayon) et sont orientées selon une disposition dans le sens de l'accessibilité de la pente. Les placettes sont délimitées à l'aide d'une mètre ruban tendu horizontalement. En haute altitude, on a procédé à l'installation de 9 placettes réparties en deux blocs et en très haute altitude 6 autres placettes. Entre deux placettes, un minimum de 50 m a été respecté.

3.2.3.1. Forme de placette

Différentes formes de placettes peuvent être choisies, mais les plus fréquemment utilisées pour des raisons pratiques sont de forme circulaire (Duplat & Perrot, 1981). Selon Pardé et Bouchon (1988), aucune étude n'a montré la priorité d'une forme de placette sur une autre et cette forme est très facile à matérialiser sur le terrain. Dans cette étude, nous avons choisi de travailler avec des placettes circulaires, qui serviront pour les descripteurs dendro-écologiques. La quantification des semis de moins de 1,5 m s'est réalisée dans des secteurs d'une superficie égale au 1/ 4 de la placette. (Fig.16).

$$R = \sqrt{s/\Pi}$$

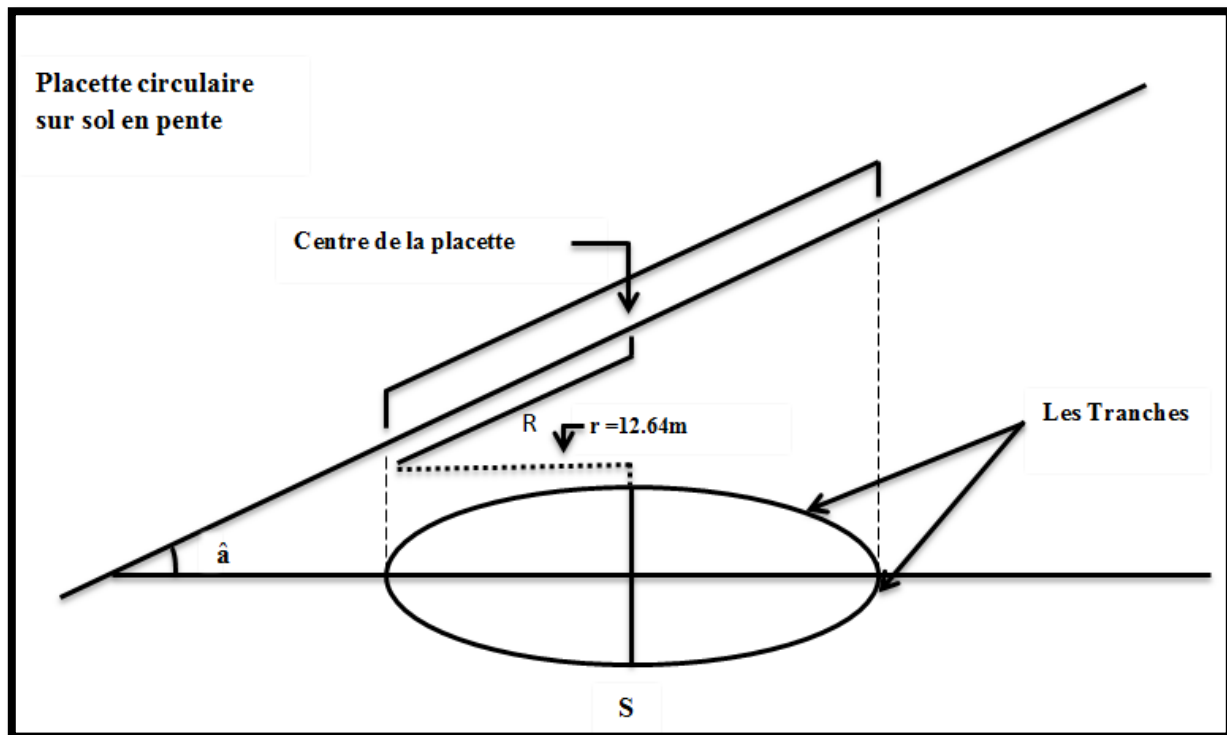


Figure 16 : La forme des placettes sur sol en pente

R : rayon de la placette sur la pente ; **r** : rayon de la placette. **S** : surface de la placette.

Le choix de la forme circulaire présente de multiples avantages (Pardé, 1961) parmi lesquels :

- ✓ La forme circulaire ne présente pas de direction privilégiée, elle est donc bien objective ;
- ✓ Diminution des arbres limites ;
- ✓ L'assiette des placettes circulaires est facile et rapide.

La première difficulté qui se pose sur le terrain pour ce type d'échantillonnage et sans doute l'emplacement de la première placette pour parvenir à la contourner nous avons procédé de la manière suivante :

- ✓ Sur le plan d'inventaire ; on localise le centre de la placette par rapport à un point facilement repérable sur le terrain (pistes, maison forestière ...) ;
- ✓ Le centre de la placette d'échantillonnage est déterminé à l'aide d'un GPS. Par la suite, nous avons matérialisé et à partir du centre l'étendue de la placette circulaire.

Dans l'orientation Sud, on a installé les autres placettes selon les tranches altitudinales, la configuration du terrain, nous a permis d'installer quinze placettes (Fig.17).



Figure 17 : Localisation des placettes échantillonnées dans la cédraie de Chélia Wilaya de Khenchela (original)

3.2.3.2. Caractéristiques des placettes

Afin de quantifier et d'évaluer la régénération du cèdre de l'Atlas dans les massifs de Chélia de la Wilaya de Khenchela, nous avons élaboré deux types de fiches de placettes. La première fiche regroupe les descripteurs écologiques (pente, altitude, exposition, orientation, profondeur du sol, couverture du sol par la litière et taux de recouvrement), la seconde représente la fiche des descripteurs dendrométriques (hauteur, circonférence, diamètre et la surface terrière de l'arbre). Les données de chaque placette sont par la suite enregistrées sur des fiches préétablies.

3.3. Les descripteurs à analyser

La régénération naturelle du cèdre de l'Atlas dépend étroitement des facteurs environnants (facteurs climatiques, écologiques et dendrométriques) et l'importance de chacun d'eux est variable. Dans notre cas, nous avons limité l'étude aux descripteurs écologiques et dendrométriques.

3.3.1. Mesure des descripteurs à expliquer

Les variables identifiables pour évaluer la régénération naturelle et pour décrire les stades de développement de la régénération se basent sur les classes d'âge et de hauteur (Bertrand, 2011). Les classes suivantes ont été définies :

Les semis de moins d'une année :

☒ **Classe 1** : semis inférieur à 1 an de moins de 10 cm de hauteur ;

Les semis de plus d'une année sont subdivisées en deux classes :

☒ **Classe 2** : semis < 50 cm ; nombre des semis de hauteur inférieur à 50 cm et > à 10 cm ;

☒ **Classe 3** : semis installés de 50 à 150 cm ; nombre des semis de hauteur entre 50 et 150 cm.

3.3.2. Mesures des descripteurs explicatives

3.3.2.1. Descripteurs écologiques

Altitude

Plus l'altitude est importante plus le froid est intense et les précipitations moyennes sont élevées. De même l'aridité est modulée par l'altitude, de ce fait le processus de germination est retardé (Ezzahiri & Belghazi 2000). En revanche, dans le cas où l'altitude est basse, la situation est inversée. Afin d'estimer l'effet de la variabilité de l'altitude sur la régénération naturelle du cèdre de l'Atlas, nous avons choisis des placettes à différentes tranches altitudinales. Selon Lepoutre (1963), les tranches altitudinales ont été groupées en trois classes :

- ✓ Basse altitude : 1600-1800m ;
- ✓ Moyenne altitude : 1800-2000m ;
- ✓ Haute altitude : > 2000m.

En ce qui nous concerne ; l'observation de la régénération du cèdre de l'Atlas dans le versant Nord des Monts de Chélia n'a été possible que sur deux tranches altitudinales :

- ✓ Moyenne altitude : 1800-2000m ;
- ✓ Haute altitude : > 2000m.

La litière

La litière après sa décomposition enrichit le sol en éléments minéraux et organiques assimilables par la plante. Nedjahi (1988), affirme que ces éléments sont nécessaires au développement des jeunes cèdres. (Lepoutre et Pujos, 1966), estiment que la forte présence de litière peut fournir une explication raisonnable à l'absence de germination ou de semis du cèdre.

Nezar Kebaili (2009) ; (Bared et Berrichi, 2018) proposent les classes de litière suivantes :

- ✓ Faible taux de litière : < 20 ;
- ✓ Taux moyen de litière : 20 – 40 ;
- ✓ Fort taux de litière : > 40

Couvert végétal

La régénération naturelle du cèdre de l'Atlas est liée à la nature du couvert végétal (Ezzahiri & Belghazi, 2000 ; Bared et Berrichi, 2018). En cédraie d'altitude, la régénération est favorisée par un couvert clair (Lepoutre et Pujos, 1966). Pour étudier le comportement de la régénération naturelle vis-à-vis du couvert, nous avons distingué et selon Madjour (2014), les recouvrements suivants :

- ✓ Recouvrement clair : < 25 % ;
- ✓ Recouvrement dense : > 25 %.

Exposition

L'exposition joue un rôle très important dans la répartition des végétaux et dans la vie de ces derniers. C'est ainsi que pour une même chaîne montagne le cortège floristique ainsi que la

croissance, la fructification et la régénération sont différentes selon les versants. En effet le cèdre se renouvelle surtout dans des stations à apport important de précipitations qui améliore le bilan hydrique et atténue la continentalité. Les plus belles cédraies se rencontrent sur les versants nord. Leur limite inférieure est plus basse que celle de l'exposition sud. Cette situation est due à la variation d'humidité (Emberger, 1938). Selon (Ezzahiri et al., 2000), les cédraies exposées à l'ouest du Moyen Atlas du Maroc sont les mieux développées avec une régénération la mieux réussie par rapport à celles exposées au nord-ouest, alors que celles exposées à l'est et au sud-ouest ont une faible fructification et faible régénération).

L'exposition agit sur la température, les versants Nord et Nord-ouest sont plus frais et l'évapotranspiration est plus faible qui se traduit par un effet de la sécheresse plus réduit.

La pente

Les pentes sont considérées comme l'un des paramètres, qui sont en partie responsables de la dynamique du relief. Les pentes fortes s'opposent à une bonne constitution des réserves hydriques dans les sites de croissance du cèdre. Elle est déterminée pour chaque placette à l'aide d'un clésimètre qui donne les valeurs des pentes en degrés. Par la suite l'emploi d'un logiciel « convertisseur des pentes des degrés en pourcentage », on a eu les valeurs des pentes en pourcentage. D'après Raveneau (1963), les classes de pentes sont :

- ☒ Pente douce : 9 à 15% ;
- ☒ Pente modérée : 16 à 30% ;
- ☒ Pente fort : 31 à 40% ;
- ☒ Pente très forte : > 40 %.

La profondeur du sol

Le cèdre préfère les sols profonds, meubles et caillouteux, Toth (1981) et Boudy (1950a) notent que sur le plan physique, le cèdre se développe mieux sur des sols profonds, meubles, caillouteux et roches fissurées où la jeune plantule peut se développer rapidement. Il redoute les sols mal drainés, asphyxiants et hydromorphes. La texture argileuse est lui défavorable également. Le Cèdre colonise des substrats très variés, schistes néocomiens, grès blancs, grès et quartzites, calcaires massifs, calcaires dolomitiques et dolomie, marno-calcaires et marnes ; sa croissance reste, toutefois, moindre sur les terrains calcaires que sur les roches mères siliceuses, d'autant plus que les sols y sont souvent plus superficiels (Harfouche & Nadjahi, 2003).

En distingue trois classes

- ✓ Profonde (1m et plus) ;
- ✓ Moyennement profonde (>30cm et < 1m) ;
- ✓ Sol Superficiel (≤ 30).

Pâturage

La cédraie est depuis longtemps victime des ravages d'un pastoralisme intempestif. Les jeunes plants du cèdre écimés par les cheptels de caprins et d'ovins finissent par mourir sur pied à cause du déséquilibre physiologique qui survient suite à la diminution de la biomasse aérienne par rapport à celle du système racinaire. D'après Briki (2004), le surpâturage constitue une menace redoutable pour la régénération naturelle du cèdre, le cheptel broute les parties terminales des jeunes pousses. Le piétinement trop important est également un facteur défavorable. Pour estimer l'effet du pâturage, deux classes ont été distinguées

- ✓ (-) Absence du pâturage ;
- ✓ (+) Présence du pâturage.

Relevé floristique

Les relevés floristiques avec quelle que remarques effectués dans les placettes ont données le cortège suivant voir l'annexes.

3.3.2.2 Descripteurs dendrométriques

Dans chaque placette on a déterminé les mesures dendrométriques suivantes :

- ✓ La hauteur de l'arbre ;
- ✓ Le diamètre ;
- ✓ La circonférence ;
- ✓ La surface terrière.

Mesure des hauteurs**Hauteur totale des arbres**

Après la grosseur d'un arbre, la hauteur est la caractéristique le plus importante à mesurer ou à estimer en vue de terminer le volume, elle joue un rôle essentiel dans la caractérisation de la productivité des milieux forestiers (Rondeux, 1999). La hauteur totale d'un arbre est la longueur du segment de droite qui joint le pied de l'arbre à son bourgeon terminal (Parde et Bouchon, 1988). La hauteur totale est mesurée à l'aide du Blumeliess.

Hauteur moyenne des arbres

La hauteur moyenne d'un peuplement est une caractéristique dendrométrique importante. Elle intervient dans le calcul du volume et elle est en fonction de l'essence, de l'âge et de la station, Son usage prend de plus d'ampleur dans la pratique du métier du forestier (Parde et Bouchon, 1988). La hauteur moyenne c'est la moyenne arithmétique de la hauteur de tous les arbres sondés composants chaque placette.

$$\bar{H}(m) = \frac{h_1 + h_2 + \dots + h_n}{N}$$

- h_1, h_2, \dots, h_n : hauteur individuelle des arbres;
- N : Nombre de tiges total de toute la placette.

Diamètre moyen des arbres

La mesure du diamètre à hauteur de poitrine « Diamètre at. Breast height » ou DBH a porté sur tous les arbres de chaque placette. Il a été mesuré par un compas forestier, appareil qui se compose d'une règle graduée en cm et en mm et de deux bras parallèles, l'un fixe et l'autre coulissant. Le diamètre moyen c'est la moyenne arithmétique du diamètre de tous les arbres composants chaque placette.

$$D = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^{\infty} Di$$

- D : diamètre moyen ;
- N : le nombre total d'individus ;
- Di : DBH de l'individu i .

Circonférence à 1,30 m du sol

Les mesures effectuées directement sur le terrain nous permettent de calculer d'autres données à l'aide de simples relations telles que la circonférence,

Elle est calculée par la formule suivant :

$$D = C / \pi \quad \text{donc} \quad C = D \times \pi$$

- C : Circonférence à 1.30 m ;
- D : diamètre à 1.30 m du sol.

Surface terrière

La surface terrière d'un arbre est la surface de la section transversale de cet arbre à hauteur d'homme, c'est-à-dire 1,30 m (Parde et Bouchon, 1988).

$$g(m)^2 = \frac{\pi d^2}{4}$$

- g : surface terrière d'un arbre ;
- d : diamètre à 1.30 du sol (m).

La surface terrière d'un peuplement est désignée par (G_p) et représente la somme des (g) de tous les arbres qui composent la placette (Pardré et Bouchon, 1988).

$$G_p = \frac{\pi}{4} \sum_{i=1}^n d_i^2 \text{ (m)}^2$$

Pour calculer la surface terrière à l'hectare :

$$G = \frac{G_p}{0.05} \left(\frac{\text{m}^2}{\text{has}} \right)$$

(Cas d'une placette de 5 ares)

Elle est exprimée en mètre carré par hectare (m^2/ha).

3.4. Quantification de la régénération

- ✚ La quantification de la régénération naturelle du cèdre d'Atlas qui a été réalisée sur tous Les placettes montre la présence des semis moins d'une année (photo. 03) et les semis de plus d'une année (photo. 04). Dans le cas des semis plus d'une année. On distingue deux classes :
- ✚ Les semis de hauteur inférieure à (50 cm) (photo. 04) et les semis installés de hauteur comprise entre (50 et 150 cm) (photo. 05). Les semis et les jeunes plants morts ne sont pas comptabilisés.



Photo 2 : Les semis de la forêt de Bouhmama Série (Chélia (original)). Les semis inférieurs à une année



Photo 3 : Les semis de la forêt de Bouhmama Série (Chélie). Semis supérieurs à une année (original) ; a : semis inférieurs à 50 cm



Photo 4 : Les semis de la forêt de Bouhmama Série (Chélie). Semis supérieurs à une année (original) ; b : semis installés de 50 à 150 cm

Chapitre IV. Résultats et Interprétations

Le chapitre présente les résultats de l'étude réalisée sur l'évaluation de la régénération naturelle du cèdre de l'Atlas dans la cédraie des Aurès des Monts de Chélia (Wilaya de Khenchela) ainsi que leurs interprétations.

4.1. Présentations des caractéristiques écologiques

Les particularités des descripteurs écologiques (l'exposition, l'altitude, recouvrement de sol par la litière, la pente, recouvrement végétal la profondeur de sol, l'état sanitaire des arbres et le pâturage des 15 placettes de suivi de la régénération naturelle du cèdre de l'Atlas dans la cédraie des Monts de Chélia sont présentées dans le tableau 09.

Tableau 09. Synthèse des caractéristiques écologiques des 15 placettes.

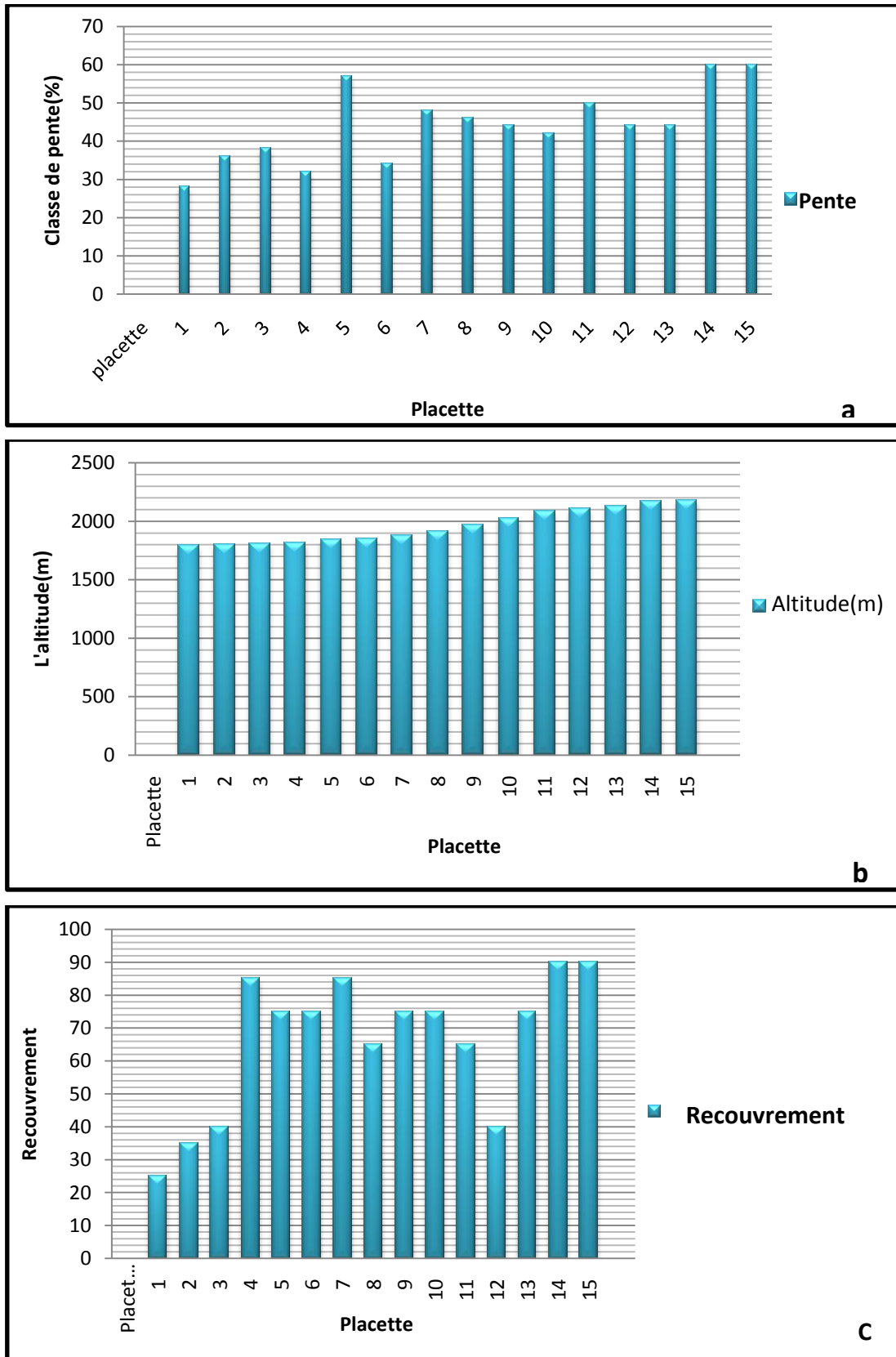
Tableau 9 : Caractéristiques des descripteurs écologiques des placettes.

| Placettes Caractères | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
|-----------------------|---|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| CG | X | 35° 19' 46.33" | 35° 19' 45.56" | 35° 19' 44.75" | 35° 19' 44.09" | 35° 19' 42.04" | 35° 19' 41.63" | 35° 19' 39.78" | 35° 19' 42.78" | 35° 19' 37.01" | 35° 53' 33.04" | 35° 19' 26.19" | 35° 19' 18.19" | 35° 19' 17.36" | 35° 19' 16.01" | 35° 19' 14.69" |
| | Y | 06° 36' 48.55" | 06° 36' 48.95" | 06° 36' 48.88" | 06° 36' 48.77" | 06° 36' 50.97" | 06° 36' 51.98" | 06° 36' 52.25" | 06° 37' 05.05" | 06° 37' 07.65" | 06° 37' 11.02" | 06° 37' 24.88" | 06° 37' 45.73" | 06° 37' 47.75" | 06° 37' 50.61" | 06° 37' 50.93" |
| Altitude (m) | | 1796 | 1803 | 1809 | 1815 | 1844 | 1857 | 1878 | 1916 | 1968 | 2028 | 2087 | 2106 | 2130 | 2167 | 2180 |
| Exposition | | Nord | Nord | Nord | Nord | Nord | Nord | Nord | Nord | Nord | Nord | Nord | Nord | Nord | Nord | Nord |
| Pente (%) | | 29% | 36% | 38% | 32% | 58% | 34% | 48% | 46% | 44% | 42% | 50% | 44% | 44% | 60% | 60% |
| Litière | | < 20 % | < 20 % | < 20 % | 20à40 % | 20 à 40 % | > 40% | > 40% | > 40% | > 40% | > 40% | > 40% | 20 à 40% | 20 à 40% | 20 à 40% | 20 à 40% |
| Recouvrement végétale | | 25% | 35% | 40% | 85% | 75% | 75% | 85% | 60% | 75% | 75% | 75% | 40% | 75% | 90% | 90% |
| P du sol | | Peu Profond | Peu Profond | Peu Profond | Peu Profond | Peu Profond | Profond | Profond | Profond | Peu Profond | Profond | Peu Profond | Peu Profond | Peu Profond | Peu Profond | Peu Profond |
| Etat sanitaire | | Sain | Sain | Sain | Sain | Sain | Sain | Sain | Sain | Sain | Sain | Sain | Sain | Sain | Sain | Sain |
| Pâturage | | + | + | + | + | + | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

CG : coordonnées géographiques ; P du sol : profondeur du sol.

+ : présence de pâturage, - : absence de pâturage.

La variation de quelques descripteurs écologiques (l'altitude, la pente, profondeur de sol, recouvrement végétale et recouvrement de sol par la litière) du tableau 09 sont illustrées également dans la figure 18.



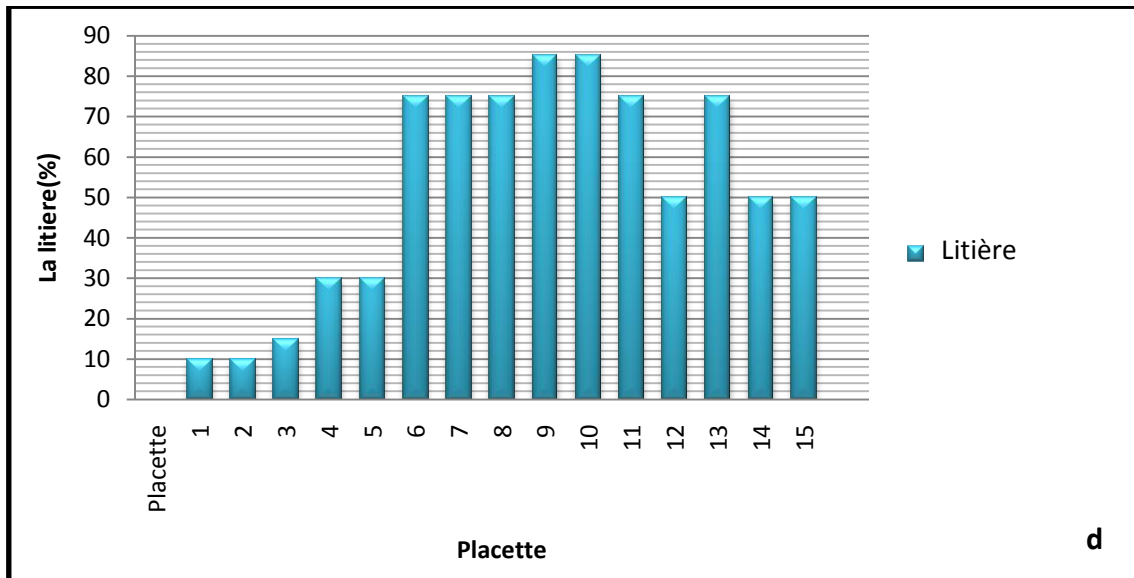


Figure 18 : Variation des descripteurs écologiques de la cédraie des Monts de Chélia

a : variation de la pente ; **b** : variation de l'Altitude ; **c** : variation du recouvrement végétal ;
d : variation de la litière.

Le tableau 09 et la figure 18 indiquent que les placettes de la cédraie des Monts de Chélia et d'après Lepoutre et Pujos, (1963), appartiennent à deux tranches altitudinales : les placettes 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7,8 et 9 sont situées dans la tranche de haute altitude comprise entre 1800 m et 2000 m. les placettes 10,11,12,13,14 et 15 appartiennent à la tranche de très haute altitude (supérieure à 2000 m). Les placettes sont dans leurs totalités exposées au Nord, les pentes sont comprises entre 29 % et 61 %. Le taux de recouvrement varie de 25% à 90%, Ce taux est moins de 40% dans les trois (03) premières placettes et la 12ème placette. Dans les autres placettes, le taux de recouvrement est plus important dans les autres placettes et plus particulièrement celle de très haute altitude. Le taux élevé de recouvrement des placettes 4 et 7 résulte de la forte densité de jeunes arbres et aussi la présence du chêne vert, alors que les arbres des placettes 14 et 15 sont âgés à cime tabulaire. La cédraie des Monts de Chélia en haute altitude présente des jeunes arbres dépéris (photo. 05) dont la cause peut être d'origine fongique ou une mortalité causée par un manque d'éclaircissement. On signale la présence du pâturage dans les placettes de haute altitudes (photo. 06) et sa rareté dans les placettes de très hautes altitudes.

Il semble que la pente des placettes varie en fonction de l'altitude. Les placettes sises à une haute altitude sont caractérisées par une pente importante par rapport à celles de basse altitude. La litière est faiblement présente en très haute altitude où les pentes sont importantes.



Photo 5 : Des jeunes arbres sont dépéris dans la cédraie de Chélia



Photo 6 : Troupeau des caprins dans un peuplement de cèdre dans la cédraie de Chélia

4.2. Caractéristiques dendrométriques des peuplements de cédraie de Chélia

Le Tableau 10 et la figure 19 ;20 ;21 et22 donnent la densité des arbres ainsi que la distribution des arbres échantillonnés en classe de diamètre de 5 cm, la hauteur moyenne (m) et la surface terrière moyenne (m^2/ha) des 15 placettes dans la cédraie de Chélia de la Wilaya de Khenchela.

Tableau 10 : Caractéristiques dendrométriques des 15 placettes dans la cédraie de Chélia

| Caractère Placette | | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 | 07 | 08 | 09 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | Total | |
|----------------------------|----------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|--------------|--------------|--------------|------------|----|
| Classe de diamètre (cm) | Nombre de tiges / ha | 5 | 1 | 0 | 4 | 11 | 12 | 4 | 4 | 1 | 0 | 4 | 1 | 0 | 1 | 14 | 5 | 83 |
| | | 10 | 0 | 0 | 0 | 13 | 1 | 2 | 5 | 4 | 1 | 2 | 1 | 1 | 5 | 19 | 7 | 81 |
| | | 15 | 1 | 2 | 0 | 9 | 4 | 1 | 6 | 6 | 7 | 6 | 2 | 2 | 2 | 4 | 6 | 77 |
| | | 20 | 0 | 0 | 2 | 7 | 7 | 6 | 2 | 5 | 5 | 2 | 1 | 1 | 5 | 0 | 7 | 67 |
| | | 25 | 1 | 0 | 0 | 3 | 0 | 4 | 3 | 1 | 3 | 2 | 1 | 3 | 4 | 0 | 1 | 35 |
| | | 30 | 1 | 0 | 2 | 0 | 4 | 2 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 2 | 4 | 0 | 1 | 25 |
| | | 35 | 3 | 0 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 1 | 4 | 3 | 1 | 0 | 25 |
| | | 40 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 2 | 0 | 0 | 1 | 4 | 1 | 0 | 0 | 15 |
| | | 45 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 2 | 4 | 1 | 0 | 0 | 12 |
| | | 50 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 2 | 0 | 0 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 |
| | | 55 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 4 |
| | | 60 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| | | 65 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 4 |
| | | 70 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 |
| | | 75 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| | | 80 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| | | 85 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| | | 90 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| | | 95 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 |
| | | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 105 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | | |
| 110 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | | |
| 115 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| 120> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 3 | | |
| d moyennes (cm) | | 37.22 | 13 | 22.90 | 13.89 | 13.55 | 25.88 | 17.59 | 25.72 | 32.56 | 20.47 | 32.19 | 35.88 | 30.28 | 19.26 | 20.31 | 458 | |
| H moyennes (cm) | | 12.38 | 7 | 10.45 | 8.91 | 7.26 | 10.64 | 7.05 | 9.12 | 10.18 | 7.30 | 8.34 | 11.87 | 11.23 | 6.15 | 7.31 | | |
| Nbre de tige/ha (h) | | 11 | 3 | 15 | 61 | 37 | 33 | 29 | 32 | 31 | 24 | 18 | 32 | 36 | 56 | 40 | | |
| g (m²) | | 0.108 | 0.132 | 0.411 | 0.151 | 0.144 | 0.525 | 0.242 | 0.519 | 0.832 | 0.328 | 0.813 | 0.1010 | 0.719 | 0.291 | 0.323 | | |

Les Figures 19; 20; 21 et 22 représentent la variation de quelques descripteurs dendrométriques.

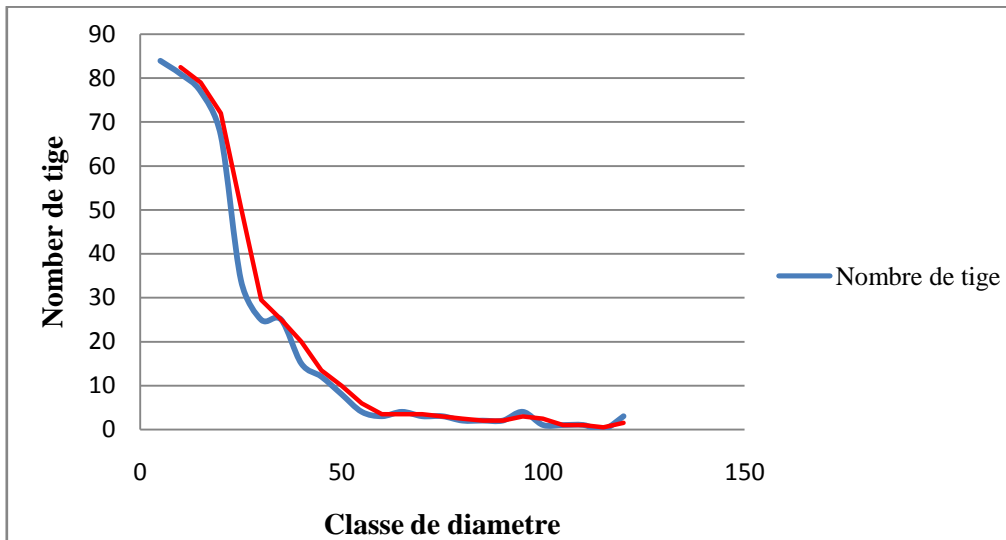


Figure 19 : Distribution par classe de diamètre des effectifs des placettes de la cédraie de Chélia

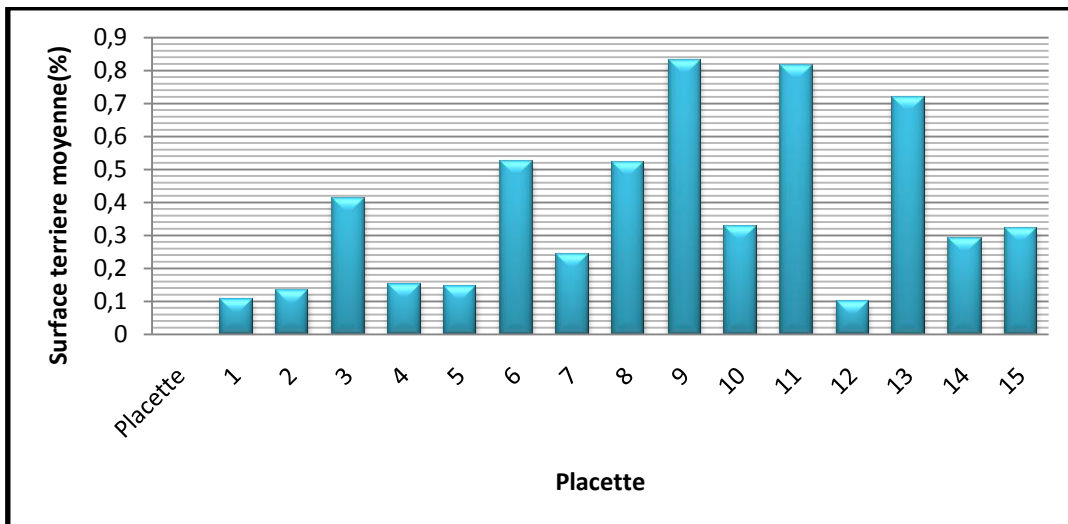


Figure 20 : Distribution de la surface terrière moyenne selon les 15 placettes de la cédraie de Chélia

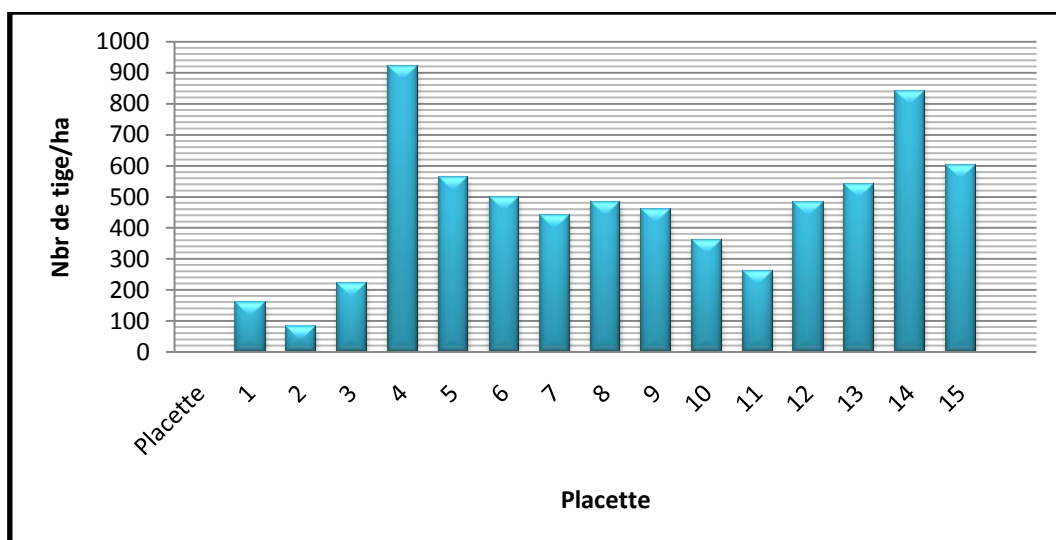


Figure 21: Distribution de nombre de tige (densité) selon les 15 placettes de la cédraie de Chélia

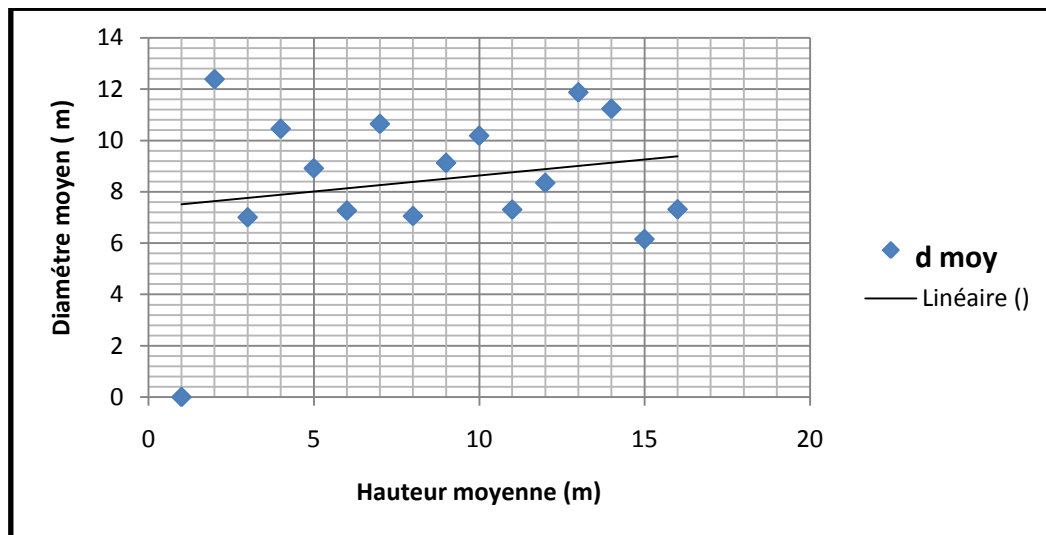


Figure 22 : Le rapport entre la hauteur moyenne (m) et le diamètre moyen (m) des arbres-échantillons de cèdre de l'Atlas dans la cédraie de Chélia

Les principales caractéristiques dendrométriques qui s'émanent de la lecture des illustrations du tableau 10, de la figure 19 ; 20 ; 21 et 22 sont :

- ✚ Les classes de diamètres les plus présentées sont (5) ; (10) ; (15) et (20) avec respectivement des effectifs de 1240, 1220, 1160 et 1000 tiges /ha. Les classes les moins présentes sont les classes au-dessus de de la classe (60 ; 65 et 70) ;
- ✚ Les hauteurs les plus présentées sont celles qui sont comprises entre 08,5 m et 12 m ;
- ✚ La densité moyenne des arbres par hectare est de 460. Les plus présente sont comprise entre 420 et 600 tiges, elle constitue 60 % de l'effectif total des arbres ;
- ✚ La surface terrière moyenne est de 7.44 m²/ha. Un peuplement jeune ou clair présente une surface terrière entre 5 et 10 m²/ha (Marchal & Rondeux, 1995)

La structure du peuplement est représentée par la répartition du nombre de tiges en fonction des classes de diamètre. Dans un peuplement régulier les tiges se répartissent suivant la loi de gauss (loi normal), alors que dans un peuplement irrégulier la distribution des tiges est représentée par une courbe exponentielle (Pardé et Bouchon, 1988). La structure des peuplements dans le cas de la cédraie de Chélia est en exponentielle décroissante, l'allure jardinée.

Cette allure met en évidence l'abondance des classes des jeunes arbres, celles des arbres âgés sont rares (ce qui nous laisse dire ou supposer que les peuplements de cèdre de l'Atlas de Chélia ont été souvent brûlés durant la période coloniale). La forte présence des classes des jeunes arbres est une bonne indication de l'avenir de ces peuplements à condition qu'ils soient accompagnés par les études d'aménagement et mise en défens.

4.3. Éléments de la régénération naturelle du cèdre de l'Atlas dans les Monts de Chélia

Le diagnostic préliminaire de la régénération naturelle du cèdre de l'Atlas est présenté dans le tableau 11.

Tableau 11 : Nombre de semis et de semi-installés dans la cédraie de Chélia

| Placettes | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | |
|---------------------|--------------|-----------------|-----|-----|----|-----|------|------|-----|------|------|-----|----|------|----|----|---|
| Semis | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Densité (pts / ha) | Semis < 1 an | 34 | 109 | 93 | 13 | 228 | 1885 | 1790 | 285 | 1890 | 2120 | 520 | 70 | 1380 | 40 | 80 | |
| | Semis > 1 an | S < 0,5 m | 19 | 68 | 9 | 2 | 47 | 15 | 18 | 13 | 23 | 55 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| | | 0,5 < S-i < 1.5 | 1 | 16 | 3 | 5 | 45 | 10 | 9 | 11 | 11 | 31 | 4 | 1 | 7 | 0 | 4 |
| Total plants/ha | | 54 | 193 | 105 | 20 | 320 | 1910 | 1817 | 309 | 1924 | 2206 | 520 | 71 | 1388 | 40 | 84 | |

. S: semis; S-i: semis installés.

La lecture des résultats de la quantification des semis du cèdre de l'Atlas dans les monts de Chélia (Tab.11) inventoriés dans chaque placette échantillon montre que la régénération diffère d'une placette à une autre. La régénération semblerait être relativement meilleure dans les placettes médianes. Les semis de moins d'une année sont plus abondants dans les placettes 6 ; 7 ; 9 ; 10 et 13. Par contre ce type de semis est moins présents dans les cinq premières placettes ainsi que les placettes 11 ; 12 ; 14 et 15.

Les semis de moins d'une année appartiennent aux parcelles médianes. Dans les placettes de très haute altitude et dans les premières placettes les semis sont faiblement présents et plus particulièrement dans les placettes 1 ; 4 et 12.

La présence des semis installés de plus d'une année est plus marquée dans les placettes 5 ; 6 ; 7 ; 8 ; 9 ; 10 ; 1 et 2. En très haute altitude, ils sont rares.

4.4. Analyse de l'effet des facteurs écologiques sur la distribution des semis du cèdre dans le Chélia

4.4.1. L'altitude

L'altitude est un paramètre qui influence les précipitations et la température, lesquelles se répercutent sur le comportement des semis (Lepoutre et Pujos, 1964).

La densité des classes de semis dans les deux tranches d'altitudes sont notées dans le tableau 12 et la figure 23.

Tableau 12 : Densité moyenne des classes d'âge de semis aux différentes Altitudes

| Altitude | Classe d'âge de semis | | | Total |
|---------------------|-----------------------|-----------|-------------------|-------|
| | < 1 année | > 1 année | | |
| | | < 0.50 m | 0.5m < S-i < 1.5m | |
| Haute altitude | 703 | 24 | 12 | 736 |
| Très haute altitude | 702 | 9 | 8 | 736 |

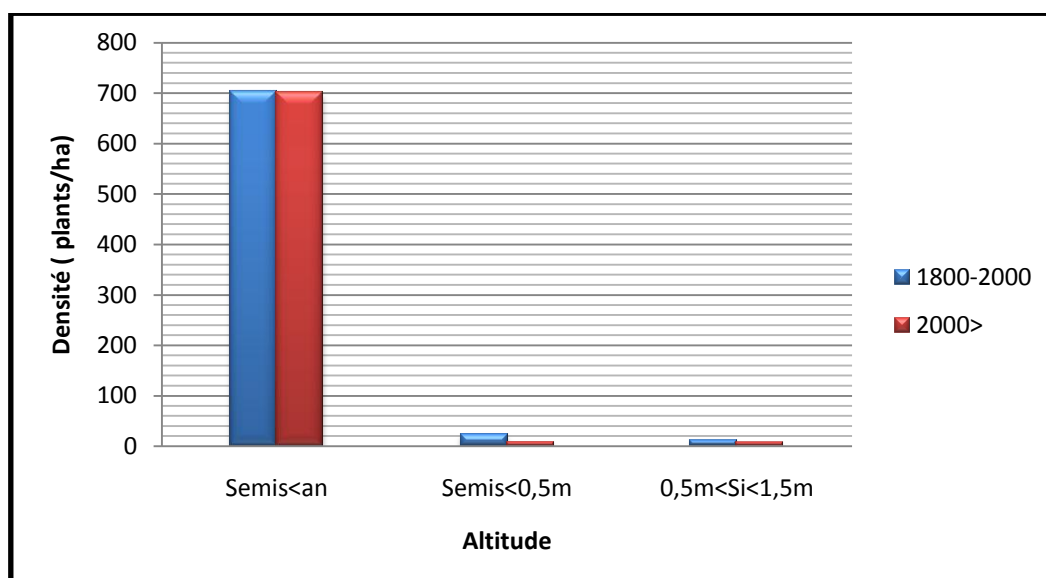


Figure 23 : Influence de l'altitude sur les classes de semis du cèdre

Les résultats du tableau 12 et de figure 23 montrent l'effet de l'altitude sur la répartition des classes des semis. Les semis de moins d'une année sont représentés en plus grand nombre dans les deux classes d'altitudes (703 et 702 sujets / ha). En très haute altitude, la régénération semble mal installée ou elle est presque absente. Le temps froid de haute altitude a retardé le mécanisme de régénération jusqu'à 2-3 mois. Ce décalage a entraîné la mort des semis pendant les mois d'été, les semis ne peuvent pas développer de racines profondes pour échapper au stress hydrique dans les profils peu profonds (Lepoutre, 1963 ; Pujos, 1966 ; Krouchi et al., 2004 ; Bared & Berrichi , 2018).

4.4.2. La pente

La pente influence la répartition de la régénération du cèdre. Elle agit sur l'installation et le développement des semis (Nsibi, 2006).

Le tableau 13 et la figure 24 présentent la répartition des classes de semis dans la cédraie de Chélia selon les trois classes de pentes.

Tableau 13 : Densité des semis dans les différentes classes de pente

| La pente (%) | Classe d'âge de semis | | | Total |
|--------------|-----------------------|-----------|------------------|-------|
| | < 1 année | > 1 année | | |
| | | < 0.50 m | 0.5m < Si < 1.5m | |
| 16 à 30% | 34 | 19 | 1 | 54 |
| 31 à 40% | 525 | 24 | 9 | 558 |
| > 40 %. | 840 | 16 | 12 | 868 |

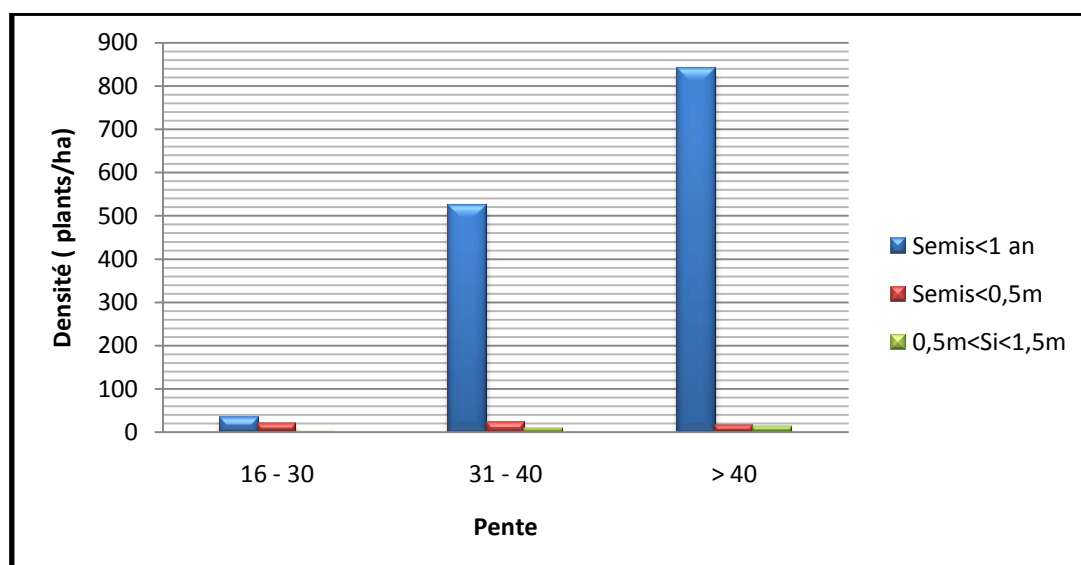


Figure 24 : Influence de pente sur la répartition des classes d'âge des semis naturels de cèdre

Le tableau 13 et la figure 24 montrent que sur les pentes supérieures à 40 %, on constate la dominance des semis < 1 an (840 plants/ha). Sur une pente forte (de 31 à 40 %), le nombre de semis inférieur à une année domine également (525 plants/ha). Sur une pente modérée comprise entre 16 et 30 %, on constate que toutes les classes de semis sont faiblement présentes.

Cette situation signifie que le relief accidenté est favorable à la régénération naturelle des classes des semis de moins d'une année. Dans le cas des terrains de pâturage, les pentes fortes et très fortes offrent un abri permettant aux rares graines de s'installer lors de la première année. En deuxième année, la faible profondeur du sol et de la litière conjuguées à la sécheresse empêchent le développement des semis en semi-installés ou leurs survies.

Selon Khanfouci (2005), dans ces conditions, les plantules ne peuvent pas développer un système racinaire suffisant et s'exposent au dessèchement. Par contre, sur des pentes moins accentuées la régénération est plus abondante, car les graines (cônes) sont plus nombreuses et les plantules trouvent plus d'eau pluviale et d'éléments nutritifs accumulés par les ruissellements de l'amont et développent donc un système racinaire puissant leur permettant d'échapper à la dessiccation durant la période sèche (Nsibi, 2006).

4.4.3. Recouvrement de sol par la litière

Le tableau 14 et la figure 25 présentent la distribution des classes d'âge de semis en fonction du taux de présence de la litière.

Tableau 14 : Classes d'âges des semis et le taux de recouvrement du sol par la litière

| Litière (%) | Classe d'âge de semis | | | Total |
|-------------|-----------------------|-----------|------------------|-------|
| | < 1 année | > 1 année | | |
| | | < 0.50 m | 0.5m < Si < 1.5m | |
| < 20 | 79 | 32 | 7 | 118 |
| 20 - 40 | 121 | 25 | 25 | 171 |
| > 40 | 1006 | 13 | 9 | 1028 |

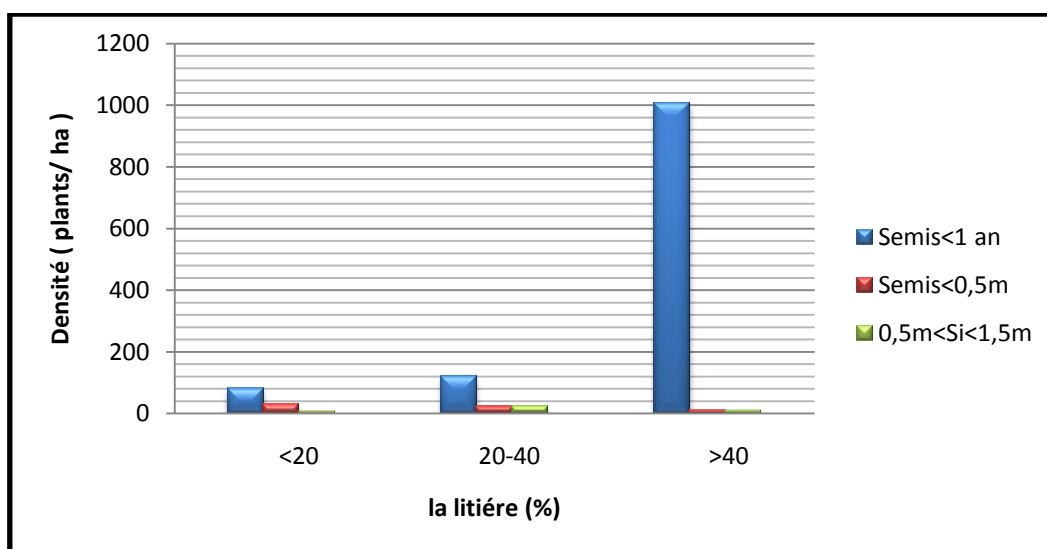


Figure 25 : Influence de recouvrement de sol par la litière sur la répartition des classes des semis

Le tableau 14 et la figure 25 établissent le lien entre le taux de recouvrement du sol par la litière et la densité des semis. Les principales remarques qui se dégagent de cette relation sont :

- ✚ La présence des semis de moins d’une année est forte quand la litière est très présente ;

La proportion des semi-installés est graduellement la moins présente dans les différentes classes de recouvrement du sol par la litière.

La présence de la litière favorise l’installation des jeunes semis, nous pensons que la couverture du sol par la litière contribue à protéger le système racinaire en particulier des jeunes plantules qui ont réussi à s’installer, en constituant un écran (Mulch) qui préserve l’humidité du sol nécessaire à leur survie.

Plusieurs auteurs (Ezzahiri et Belghazi, 2000; Boeken et Orenstein, 2001; Loydi et al., 2013 ; Bared et Berrichi, 2018) ont montré qu’une couche épaisse de litière empêche le contact des racines avec le sol, limitant ainsi leurs chances de survie.

4.4.4. La profondeur du sol

Le Tableau 15 et la Figure 26 présentent la répartition des classes d’âge de semis en fonction de la profondeur du sol.

Tableau 15 : Densité moyenne des classes d’âge de semis aux différentes profondeurs de sol

| Profondeur du sol | Classe d’âge de semis | | | Total |
|--------------------|-----------------------|-----------|-------------------|-------------|
| | < 1 année | > 1 année | | |
| | | < 0.50 m | 0.5m < S-i < 1.5m | |
| Profond | 1520 | 25 | 15 | 1560 |
| Peu profond | 405 | 16 | 9 | 430 |

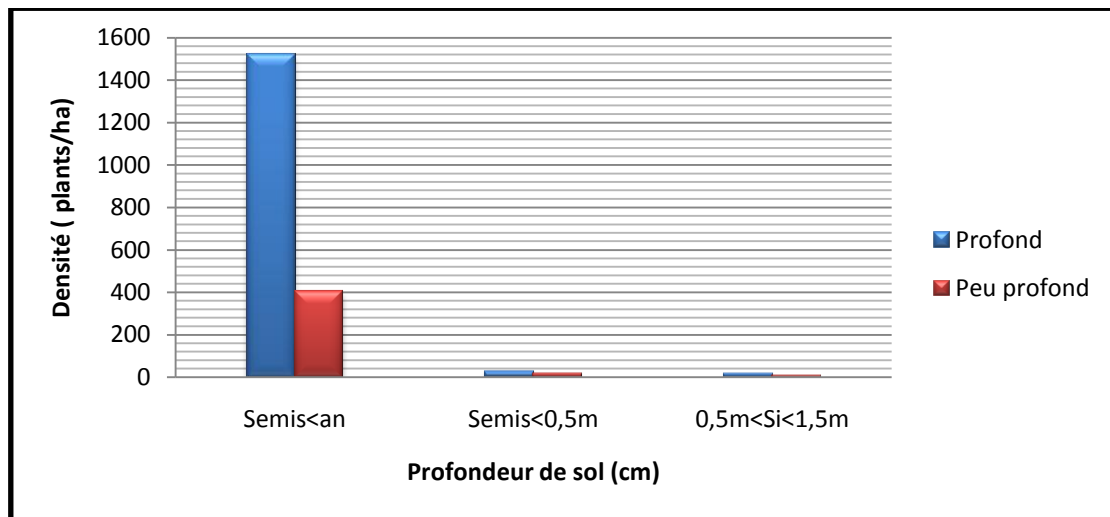


Figure 26 : Influence de la profondeur de sol sur la répartition des classes des semis naturels du cèdre

La répartition des semis de cèdre de l’Atlas dénombrés à différents niveaux de profondeur du sol (Tab 15 & Fig 26) montre une présence très forte des semis de moins d’une année dans les sols profonds. Les sols peu profonds sont peu propices à l’installation des semis.

Selon (Ezzahiri et al, 1994 ; Khanfouci, 2005 ; Bared & Berrichi, 2018), la profondeur du sol influe sur l’installation de la régénération par le biais du volume de terre disponible et la quantité d’eau emmagasinée. Lorsque les niveaux de ces deux composantes sont satisfaisants, ils favorisent la germination des graines et surtout le développement du système racinaire des semis. La photo 07 une fosse montre la profondeur et la structure du sol dans la cédraie de Chélia.



Photo 7 : un creusement montre la profondeur des sols dans la cédraie de Chélia (original)

4.4.5. Couvert végétal

En haute altitude, le rôle du couvert végétal peut être nuisible, l’ombrage retarde la germination des graines. D'une manière générale, les recouvrements jusqu'à concurrence de 50 % sont presque toujours favorables à la régénération par opposition aux recouvrements extrêmes (Ezzahiri et Belghazi, 2000). Du point de vue forestier, Lepoutre (1964), estime que l'absence de régénération peut être générale dans les cédraies denses à cimes très proches, souvent très pauvres en graines (Fig.27).

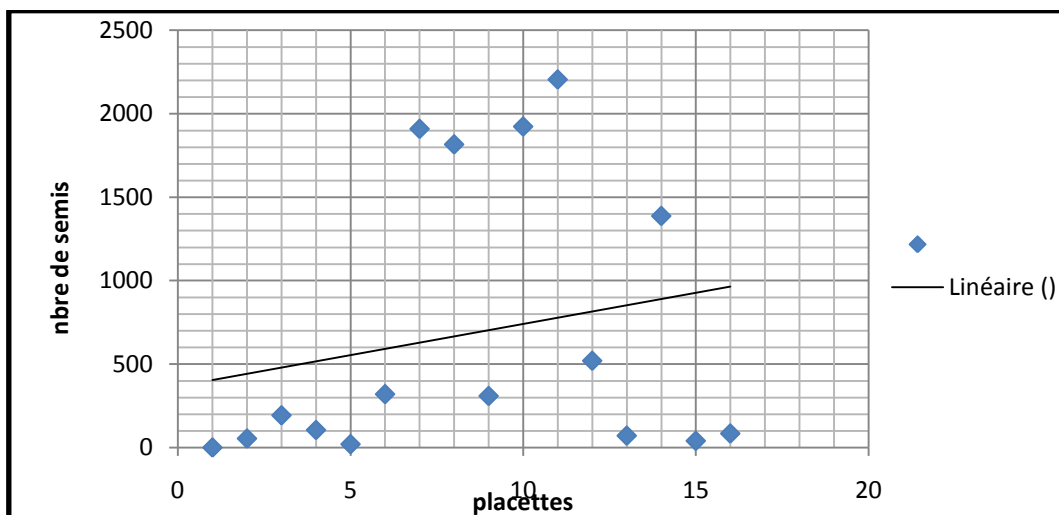


Figure 27 : Tendence de l’influence du couvert végétal sur le nombre de semis

La figure 27 montre une tendance croissante de l’influence du couvert végétal sur le nombre de semis dans la cédraie de Chélia. Les couverts clairs et par opposition au couvert dense sont les moins riches en nombre de semis.

4.5. Le surpâturage

Grace à son indice d’appétibilité élevé des jeunes pousses, le cheptel ovin et bovin entrave la survie des semis et c’est la régénération du cèdre qui en souffre. Le parcours conduit aussi au tassement du sol et diminue la réceptivité des graines devant assurer la régénération et la pérennité des peuplements. La figure 28 présente l’importance du pâturage ((Lamhamedi & Chbouki, 1994).

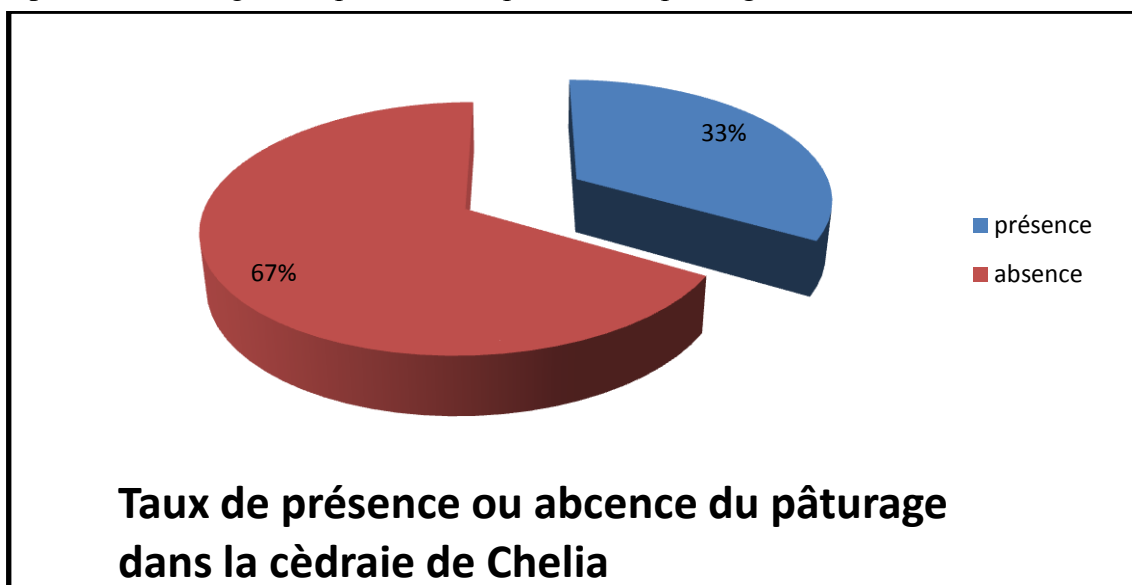


Figure 28 : Taux de présence et absence de surpâturage dans la cédraie de Chélia

La figure 28 et le tableau 22 montrent que la proportion des placettes où le pâturage absent domine dans 67% des cas. Le pâturage est présent dans les placettes situées dans la tranche de haute altitude (1800 m-2000 m) et il est absent dans la tranche de très haute altitude de 2000 m.

4.6. Quantification de la régénération

La figure 29 montre la distribution de différentes classes des semis du cèdre de l'Atlas dans les 15 placettes dans la cédraie de Chélia.

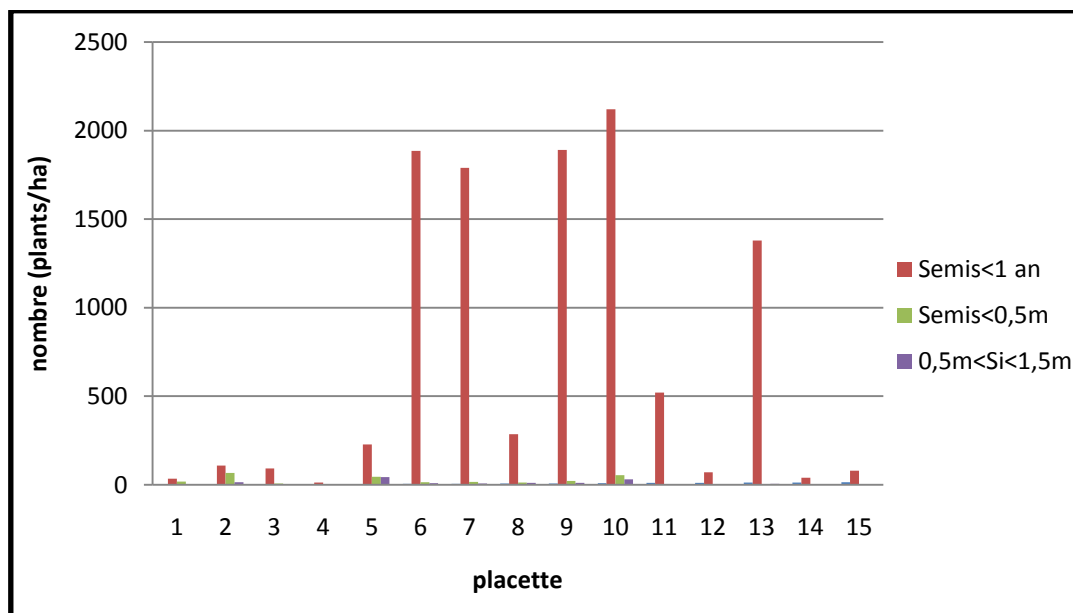


Figure 29 : Nombre des semis à l'hectare dans les 15 placettes de la cédraie de Chélia

Les principales observations qui s'émanent de la figure 29 peuvent être ainsi :

- ☒ Les semis de moins d'une année sont les plus présents dans les placettes 6 ; 7 ; 9 ; 10 et 13.

La particularité de ces cinq placettes résulte dans les paramètres suivants :

- Un faible taux de recouvrement de la litière (> 40%) ;
- Une forte pente (> 40 %) ;
- Un sol profond à peu profond du sol.

En ce qui concerne les caractéristiques dendrométriques, les données du tableau 10 font apparaître pour les placettes citées : (1) une présence des classes de diamètres comprise entre 35 et 50 cm, (2) un nombre de tige par hectare relativement faible par rapport au reste des placettes. Pour expliquer cette situation, essayons de voir les données dans les cas contraire. C'est-à-dire les caractéristiques des placettes qui présentent le nombre le moins élevé des semis de moins d'une année (placettes 1 ; 4 et 12). On constate, que la différence réside dans le faible taux de litière, les classes de pentes (moyenne en majorité) et la profondeur du sol (peu profond).

Dans les placettes 5 ; 6 ; 7 ; 8 ; 9 et 10, les semis de plus d'une année (50 à 150 cm de hauteur) sont le plus nombreux. Les hypothèses qui peuvent expliquer cette situation sont : (1) un couvert

végétal plus au moins clair ; (2) une profondeur du sol favorable à la prolifération des racines ; (3) une litière appropriée ; (4) une humidité favorable à la survie des semis.

Du point de vue de tranche altitudinale, les résultats peuvent être scindés en deux classes :

La classe de haute altitude constituée par les placettes 1 ; 2 ; 3 ; 4 ; 5 ; 6 ; 7 ; 8 et 9 : ces placettes sont caractérisées : (1) une abondance des semis, particulièrement les semis de moins d'une année ; (2) une dominance des pentes moyennes comprise entre 30 et 40% ; (3) un sol profond ; (4) un taux de recouvrement $\leq 75\%$; (5) un taux moyen de la litière ($> 40\%$).

La classe de très haute altitude constituée par les placettes 10 ; 11 ; 12 ; 13 ; 14 et 15 : sont caractérisées par : (1) une faible des semis ; (2) des pentes fortes comprise entre 40 et 60% ; (3) un sol peut profond ; (4) un taux de recouvrement dense a très dense $\geq 75\%$; (5) une forte présence de la litière ($> 40\%$).

4.7. Comparaison des résultats des deux cédraies la cédraie humide de Ain Antar (Tissemsilt) et la cédraie sèche de Chélia (Khenchela).

La comparaison des résultats obtenus de l'effet des facteurs écologiques sur la régénération naturelle de cèdre d'Atlas dans la cédraie de Chélia (wilaya de Khenchela) avec les résultats de l'étude réalisée dans la cédraie de Ain Antar Wilaya de Tissemsilt, les principales remarques sont :

La cédraie des monts de Chélia (Khenchela) est située dans deux tranches altitudinales : (1) la tranche de haute altitude comprise entre 1800 m et 2000 m ; (2) la tranche de très haute altitude (supérieure à 2000 m).

Les principales caractéristiques dendrométriques de la cédraie de Chélia : (1) les classes de diamètres les plus présentées sont (5) ; (10) ; (15) et (20) avec respectivement des effectifs de 1240, 1220, 1160 et 1000 tiges /ha ; (2) les classes les moins présentes sont les classes (60 ; 65 et 70) ; (3) Les hauteurs les plus présentées sont celles qui sont comprises entre 08,5 m et 12 m ; (4) la densité moyenne des arbres par hectare est de 460. Les densités les plus présentes sont comprise entre 420 et 600 tiges par hectares, elles constituent 60 % de l'effectif total des arbres ; (5) la surface terrière moyenne est de 7.44 m² /ha.

La structure des peuplements dans le cas de la cédraie de Chélia est d'une allure exponentielle décroissante. Cette allure met en évidence l'abondance des classes des jeunes arbres, celles des arbres âgés sont rares.

La cédraie de Ain Antar (Tissemsilt) appartient à trois tranches altitudinales : (1) tranche basse altitude comprise entre 1000m et 1200 m; (2) tranche moyenne altitude comprise entre 1200m et 1400m; (3) tranche haute altitude.

Les principales caractéristiques dendrométriques de la cédraie de Ain Antar sont : (1) les classes de diamètres les plus présentées sont comprise entre 40 cm et 60cm ; (2) les hauteurs les plus présentées sont celles qui sont comprises entre 12,5 m et 13m ; (3) la densité des arbres par hectare

la plus présente est comprise entre 260 et 360 tiges par hectare, elles constituent 68% de l'effectif total des arbres ; (4) la surface terrière moyenne est de 2.31(m² ha⁻¹) ; (5) l'allure générale de cette distribution de nombre de tiges en fonction des classes de diamètre est sous la forme d'une cloche, connue par la « courbe de GAUSSE » qui caractérise les peuplements équiens où tous les stades d'évolution sont présents.

4.8. Coefficient de corrélation

Tableau 16 : Coefficient de corrélation entre les paramètres affectant la régénération naturelle du cèdre de l'Atlas de la Cédraie de Chélia - Khenchela (Algérie)

| | Altitude (m) | Pente % | Couvert Végétal (%) | Hauteur (m) | Diamètre (cm) | Surface Terrière (m) ² | Semis <1 année | Semis < 0.5m | Semis >0.5m | Semis /ha |
|-----------------------------------|--------------|---------|---------------------|-------------|---------------|-----------------------------------|----------------|--------------|-------------|-----------|
| Altitude (m) | 1 | | | | | | | | | |
| Pente % | 0.65 | 1 | | | | | | | | |
| Couvert Végétal (%) | 0.45 | 0.58 | 1 | | | | | | | |
| Hauteur (m) | -0.15 | -0.60 | -0.55 | 1 | | | | | | |
| Diamètre (cm) | 0.28 | -0.22 | -0.37 | 0.79 | 1 | | | | | |
| Surface Terrière (m) ² | 0.33 | 0.12 | 0.31 | 0.17 | 0.43 | 1 | | | | |
| Semis <1 année | 0.053 | -0.11 | 0.37 | 0.019 | 0.11 | 0.48 | 1 | | | |
| Semis < 0.5m | -0.46 | -0.17 | -0.26 | -0.35 | -0.43 | -0.29 | 0.22 | 1 | | |
| Semis > 0.5 m | -0.25 | 0.20 | 0.14 | -0.39 | -0.47 | -0.15 | 0.26 | 0.75 | 1 | |
| Semis / ha | 0.036 | -0.11 | 0.36 | 0.004 | 0.092 | 0.47 | 0.99 | 0.26 | 0.30 | 1 |

La matrice de corrélation présentée dans le tableau 16 montre le degré de liaison des facteurs étudiés. Quand la corrélation est proche de (+1), les deux variables tendent à augmenter

proportionnellement, dans le cas où le coefficient se rapproche de (-1) , le second variable diminue quand le premier augmente. Evans (1996) juge de « forte » et « très forte » corrélation quand la valeur absolue de « r » varie respectivement de « $0,60 - 0,79$ » et « $0,80 - 1,00$ ». Quand le coefficient de corrélation est proche de « 00 », un facteur ne présente aucun effet sur l'autre. La matrice de corrélation donne les résultats suivants :

- ✓ Les facteurs fortement corrélés positivement sont :
 - La pente avec l'altitude ;
 - Le diamètre avec la hauteur des arbres ;
 - Semis > 0.5 m avec les semis < 0.5 m.
- ✓ Les facteurs très fortement corrélés positivement sont :
 - Semis / ha avec les semis < 1 année.
- ✓ Les facteurs fortement corrélés négativement sont :
 - Hauteur des arbres avec la pente

Parmi les facteurs dont le coefficient de corrélation est proche de « 00 » et par conséquent ne présente aucune influence relationnelle entre eux. De cette faite on peut dire que la régénération en matière de nombre des semis de moins d'une année et le nombre de semis / ha ne sont pas liés à certains facteurs comme l'altitude, la hauteur et le diamètre des arbres et par conséquent, ils sont affectés par des facteurs d'ordre écologiques liés à la station.

Conclusion

A travers l'étude que nous avons réalisé au niveau de la cédraie de Chélia sur l'effet des facteurs dendrométriques et écologique sur la régénération naturelle du cèdre de l'Atlas « *Cedrus atlantica Manetti* », les résultats suivants ont été obtenus :

Du point de vue de l'étude de la structure du peuplement par les descripteurs dendrométriques, la structure du peuplement est d'une allure exponentielle décroissante indiquant la présence d'un peuplement jeune, les classes des diamètres forts (la classe des arbres portes graines) sont peu présentes. Ce résultat se répercute sur le nombre faible des semis de moins d'un an et des semis installés (< 50cm et de 50 à 150 cm de hauteur).

Les paramètres écologiques étudiés expliquent la variabilité de l'importance du nombre de semis de moins d'un an et des semis installés, pour ces paramètres ont conclu que :

La régénération s'avère s'installer relativement mieux en haute altitude : (1) les semis de moins d'une année ; (2) les semis installés (> 1 an) de hauteur inférieure à 50 cm et les semis supérieures à 50 cm sont les plus représentés aussi en haute altitude.

En ce qui concerne l'effet de la pente sur l'installation des semis, les semis de moins d'une année dominant sur les pentes modérées (16 à 30%) et les pentes fortes (31 à 40%).

Sur les pentes modérées comprises entre 16 et 30 % toutes les classes de semis sont présentés mais avec un taux très faible.

La présence de la litière favorise la survie et le maintien des semis, surtout quand ils sont encore jeunes.

La proportion des différentes classes de semis du cèdre augmente avec l'épaisseur du sol, les sols profonds sont plus appropriés pour l'installation des semis.

Les semis de moins d'une année sont les plus présents dans toutes les placettes à l'exception de la placette 1, 2, 3, 4, et 14. La particularité de ces quatre placettes résulte dans les paramètres suivants : (1) un faible taux de recouvrement de la litière (< 20%) ; (2) une pente modérée (16 à 30%) à une pente forte (31 à 40%) ;(4) une présence de pâturage et (3) un sol peu profond.

Du point de vue de tranche altitudinale, les résultats peuvent être scindés en deux classes :

✚ La classe de haute altitude constituée par les placettes 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 et 9 : ces placettes sont caractérisées par :(1) une abondance des semis, particulièrement les semis de moins d'une année ; (2) des pentes généralement fortes (31 à 40%) ; (3) un sol peu profond;(4) un taux de recouvrement compris entre 25 et 75%; (5) une présence intense de pâturage et une forte présence de la litière (> 40%);

✚ La classe de très haute altitudes constituée par les placettes 10, 11, 12 , 13,14 et 15, ces placettes sont caractérisées par : (1) un taux faible de présence des semis, sauf les placettes 10 et 13 où les semis de moins d'une année sont plus dominantes, (2) des pentes très fortes (> 40%); (3) un sol peu profond; (4) un taux de recouvrement compris entre 75% et 90%; (5) une moyenne présence de la litière (20 à 40%) et un pâturage faible les semis < 1 année est le plus domine les semis < 1 année est le plus domine.

Références Bibliographiques

- 1) **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. Thèse. Doct. Fac. S. t. Jérôme. Marseille. 202 p.
- 2) **Achhal A., akabli O., Barbero M., Bebaabid A., M'hirit O., Peyre C, Quezel P., & Rivas-Martinez. S., 1980.** A propos de la valeur bioclimatique et dynamique de quelques Essences forestières au Maroc. *Ecologia Mediterranea*, 5. Pp : 211-249.
- 3) **Alexandrian D., 1992.** Les causes des incendies. Levons le voile. Forêt méditerranéenne. N° 1. Pp: 41-47.
- 4) **Alileche A., 2012.** Étude du dépérissement du cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti) dans la cédraie des Aurès : Belezma (Batna) et Chélia (Khenchela). Mémoire de Magist. Fac. Sciences et Technologie. Univ. Houari Boumediene. Alger, 106 p.*
- 5) **A.N. R. H., 2005.** Données météorologiques des stations de Bouhmama, Kantina et Foug el Guis. A. N. R. H, Khenchela, 13p.
- 6) **Bared M. & Berrichi M., 2018.** Evaluation of the influence of dendrometric and ecological factors on the natural regeneration of (*Cedrus atlantica Manetti*) in ain antar forest, algeria. *Lebanese Science Journal*, Vol. 19, No (1). Pp 75-104.
- 7) **Bariteau M. et al., 1994.** La faculté germinative des organes de cèdre (*Cedrus atlantica* Manetti): influence des traitements densimétriques à l'alcool, du désilage et de la stratification. *Ann. Rech. For. Maroc*, Vol. 2. Pp : 500 – 509.
- 8) **Beghami R ., 2010.** Contribution à l'étude des insectes associés au dépérissement du cèdre de l'Atlas (*Cedrus Atlantica- Manetti*) dans la région des aurès : cas de la cédraie de chélia. Mémoire de Magist., Fac. Sci. Dep. Agr. Spé. Agr. Forêts. Univ. Batna, 174p.
- 9) **Beghami Y., 2002.** Contribution à l'étude de la flore et de quelques paramètres de L'environnement de la cédraie du massif de Chelia (Aurès). Th.,Mag. Sci. Agr. Spéc. Forêts. Univ. Batna. 96 p.
- 10) **Belkhiri S, 1993.** Contribution à l'étude de la régénération naturelle du cèdre de l'atlas dans le Belezma. Cas du Djebel M'Hasseur. Thèse. Ing. Dép. Agro. Université de Batna, 82p.
- 11) **Belloula N., 2011.** Etude expérimentale de l'Influence de la typologie des Cédraies sur la distribution des formes d'Azote dans certains sols du massif forestier du Chélia (Khenchela). Mémoire de Magist. Fac. Sci. Agr. Spéc. Forêts et conservation des sols. Univ. Batna, 157p.
- 12) **Benabid A., 1994.** Biogéographie Phytosociologie Et Phytodynamique Des Cédraies De L'atlas (*Cedrus Atlantica Manetti*). *Ann. Rech. For. Maroc*, 27. Pp:61-76.
- 13) **Benabid A., 2002.** Le Rif et le Moyen Atlas : biodiversité, menaces, préservation. Doc. prép. African Mountains High SummitConference (Nairobi, mai 2002), Rabat/Salé.
- 14) **Bentouati A., 2008.** La situation du cèdre de l'Atlas dans les Aurès (Algérie). *Rev. Forêt méditerranéenne*. T. XXIX. N° 2 : 203-208.

- 15) **Bertrand., 2011.** Elaboration d'une méthode de caractérisation de la régénération naturelle en peuplement résineux irrégulier. Mémoire de stage. B. T. S. A gestion foresterie. 35p+Annexes.
- 16) **B.N.E.F., 1984.** Plan d'aménagement de la zone des Ouled Yakoub et des Béni-Oudjana (40 000 ha). Ministère de l'Hydraulique, de l'Environnement et des Forêts. R. A. D. P. 62 p.
- 17) **Boudy P., 1950a.** Economie forestière Nord-Africaine : monographie et traitement des essences forestières. Éd. Larose.T2. Pp : 529-619.
- 18) **Boudy P., 1950b.** Economie forestière Nord-Africaine : Monographie et traitements des essences forestières. Éd. Larose, T 2(II), Paris, 878 p.
- 19) **Boudy P., 1952.** Guide forestier en Afrique du Nord. Edit. La Maison rustique, Paris, 288p.
- 20) **Briki A., 2004.** L'Agonie du cèdre de L'Atlas des Aurès (Algérie) succombant à ces blessures. Document de la Conservation des forêts de Batna. 40p.
- 21) **Chaouki M., 2016-** Contribution à l'étude de la biomasse du frêne dimorphe dans la cédraie de Ouled yagoub W :Khenchela. Mémoire de Magist., Fac. Sci. Dep. Agr. Spé. Science Forèstières. Univ. Batna, 108p.
- 22) **Courbet F., Lagacherie M., Marty P., Ladier J., Ripert C., Riou-Nivert P., Huard F., Amandier L., & Paillassa É., 2012.** Le cèdre en France face au changement climatique : bilan et recommandations. RMT AFORCE. 29p.
- 23) **Duplat P., 1981.** Inventaire et estimation de l'accroissement des peuplements forestiers. Paris, O. N. F, 432p.
- 24) **Ezzahiri M. & Belghazi B., 2000.** Synthèse de quelques résultats sur la régénération naturelle du cèdre de l'Atlas au Moyen - Atlas (Maroc). Science et changement planétaires/sécheresse, 11 N^o 2, Pp : 79-84.
- 25) **Ezzahiri M., Belghazi B., & Bahmad M., 1994.** Bilan de la régénération naturelle de la cédraie dans les parcelles clôturées du Moyen Atlas. Maroc. Ann. Rech. For, T(27). Pp: 259-268.
- 26) **Farbet J.P. et Rabase J.M., 1985.** Introduction dans le sud de la France d'un parasite : *Paucicia cerobii* (*Hymenoptera ; Aphidiidea*) du puceron : *cedrobium laportei* (*Hom ; Lachnidea*) du cèdre de l'atlas : (*Cedrus atlantica Manetti*). 32, (2). Springer. Pp : 127-141.
- 27) **Frontier S., 1983.** Stratégies d'échantillonnage en écologie. Les presses de L'université Laval. Québec- Masson.494 p.
- 28) **GTZ., 1982.** Plan d'aménagement de la forêt domaniale des Beni Imloul, Série de Kantina. O.N.T.F. Secrétariat d'état aux forêts et à la mise en valeur des terres. 61p.
- 29) **Halimi A., 1980.** L'Atlas Belidien climat et étages végétaux. O. P. U. Alger. 532p.
- 30) **Halitim S., 2006.** Contribution à l'étude de la réserve utile en eau des sols de cédraies dans les Aurès: Influence des facteurs édaphiques. Mémoire de Mag. Dép. Agr. Univ. Batna, 131 p.
- 31) **Harfouche A. & Nedjahi A., 2003.** Prospections écologiques et sylvicoles dans les cédraies du Belezma et de l'Aures à la recherche d'un peuplement semencier et d'arbres plus. Rev. For. Fr. Lv - 2- Pp : 113 - 122.

- 32) **Khanfouci M., 2005.** Contribution à l'étude de la fructification et de la régénération du cèdre l'Atlas (*Cedrus atlantica -Manetti*) dans le massif de Belezma. Mémoire de Mag. Dép. Agr. Univ. Batna, 249 p.
- 33) **Khelifi A., 2002.** Situation agrométéorologique de la daïra de Bouhmama, présentation et Analyse des données subdivision agricole de la daïra de Bouhmama. Min. Agr. 27p.
- 34) **Laffite R., 1939.** Esquisse géologique de l'Aurès. Thèse. Sci. Paris. France Pp: 10-43.
- 35) **Lamhamedi M. & Chbouki N., 1994.** Les principaux facteurs influençant la régénération naturelle du cèdre de l'atlas (*Cedrus atlantica Manetti*). Ann. Rech. For. Maroc, T (27). Pp: 243-257.
- 36) **Lanier L., 1986.** Précis de sylviculture, E. N. G. R. E. F, Nancy, 468p.
- 37) **Lepoutre B. et Pujos A., 1963.** Facteurs climatiques déterminant les conditions de germination et d'installation des plantules de Cèdre. Ann. Rech. For. Maroc, t.7. Pp: 23-54.
- 38) **Lepoutre B., 1964.** Premier essai de synthèse sur le mécanisme de régénération du cèdre de l'Atlas Dans le moyen Atlas marocain. Ann. Rech. For. Maroc. T.7, Rabat : Pp: 57-163.
- 39) **Madjour K., 2014.** Régénération naturelle du cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica Manetti*) au niveau du Parc National du Djurdjura (Secteur de Tala-Guilef). Mémoire de Magist., Fac. Sci. Dpt. Agr. Spéc. Ecologie.Vég et Gestion de l'environnement. Univ. Tizi-Ouzou, 104 p.
- 40) **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). Thèse. Doc. Université de Paris- Sorbonne. 187p.
- 41) **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. Maroc 2 (1). 499p.
- 42) **M'hirit O. et Benzyane M., 2006.** Le cèdre de l'Atlas : mémoire du temps. Éditions, Mardaga, 288 pp.
- 43) **N. E. D. E. R., 2008.** Etude d'aménagement et de développement forestier de la forêt domaniale de Beni Oudjana (W. Khenchela). Phase I : Présentation de l'état des lieux
- 44) **Nedjahi A., 1988.** La cédraie du Chréa (Atlas Blideen). Phénologie, productivité, régénération. Ths. Doc. 3^{ème} cycle. Univ. Nancy, 184p.
- 45) **Nedjahi A., 1994.** Etude de la croissance radiale des provenances du Cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica- Manetti*) en Algérie. Ann. Rech. For. T (27). Pp: 451-462.
- 46) **Nsibi R., Souayah N., Khouja M., Khaldi A & Bouzid S., 2006.** Impacts des facteurs biotiques et abiotiques sur la dégradation de suberaie tunisienne. Biotics and abiotics factors responsible of the Tunisian Cork oak forest deterioration. Geo. Eco. Trop, 30 : 25-34.
- 47) **Pardé J., 1961.** Dendrométrie. Ed de l'école nationale des eaux et des forêts. Nancy. 350 p.
- 48) **Pardé J. et Bouchon J., 1988.** Dendrométrie. Ecole nationale du génie rural, des eaux et des forêts. I.N.G.R.E.F, 2^{ème} édition, 328 p.
- 49) **Philippe G., Baldet P., Héois B., Ginisty C., 2006.** Reproduction sexuée des conifères et production de semences en vergers à graines. Éditions, Quae, Anthony, 570 pp.

- 50) **Pujos A., 1964.** 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, Maroc. 283p.
- 51) **Quezel P., 1957.** Peuplement végétal des hautes montagnes de l'Afrique du Nord. Encyclopédie biogéographique et écologique 5. Paris Pp: 15-30.
- 52) **Quezel P., 1998.** Cèdre et cédraies du pourtour méditerranéenne : signification bioclimatique et phytogéographiques. Forêt méditerranéenne. Vol. XIX, N^o 3. Pp: 250-256.
- 53) **Raveneau J., 1963.** Brunet. Roger. Le Croquis de géographie régionale et économique. S. E. D. E. S. Paris, 1962. 294p, 58 figures, 8 cartes hors-texte. Cahiers de géographie de Québec, 8 (15), 130-130. <https://doi.org/10.7202/020480ar>.
- 54) **Riou N. P., 2007.** Fiche extraite de la Flore forestière française T III région méditerranéenne. Forêt- entreprise, n°174, Pp 14-16.
- 55) **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.
- 56) **Schoenenberger A., 1970.** Etude du couvert forestier de l'Aurès oriental. Tendances évolutives de ce peuplement. F.A.O. Projet Algérie. Constantine : 22-69.
- 57) **Talbi Y., 2010.** Contribution à l'étude des insectes associés au dépérissement du cèdre de l'Atlas (*Cedrus Atlantica Manetti*) dans la région de batna: cas de la cédraie de belezma. Mémoire de Magist. Fac. Sci. Dép. Agr. Univ. Batna, 123p.
- 58) **Tessier A. et al., 1993.** Response of metallothionein concentrations in a freshwater bivalve (*Anodonta grandis*) along an environmental cadmium gradient.
- 59) **Toth J., 1970.** Plus que centenaire et plein d'avenir : le cèdre en France. Rev. For. Fr, vol. 22, (3). Pp : 355-364.
- 60) **Toth J., 1971.** Le cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica Manetti*) en France. Bulletin de la vulgarisation forestière. (4). Pp : 5-19.
- 61) **Toth J., 1975.** Etude sur la dissémination des graines et de la régénération naturelle du cèdre au Mont Ventoux. Dispositif expérimental n^o 84-7 Protocole d'installation – Avignon, Pp. 1-7.
- 62) **Toth J., 1978.** Contribution à l'étude de la fructification et de la régénération naturelle du cèdre de L'Atlas (*Cedrus atlantica Manetti*) dans le sud de la France. Thèse doct. Ing. Fac. Sci. St Jérôme. Marseille, 196p.
- 63) **Toth J., 1980a.** Le cèdre III : La graine des plants en pépinière, reboisement, régénération naturelle. Forêt privée. Rev. For. Europe. N° 132. Pp : 41-47.
- 64) **Toth J., 1980b.** Le cèdre : 2. La graine : disémination, extraction, qualité, germination, conservation. La Forêt Privée 131 : 78-84.
- 65) **Toth J., 1981.** Contribution à l'étude monographique du cèdre méditerranéen. Ed. I. N. R. A, Station d'Avignon. 25 p.

- 66) **Toth J., 1982a.** 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.
- 67) **Toth J., 1982b.** Analyse de la croissance juvénile sur trois essences résineuses – cèdre – pin noir et pin de Salzmann dans le reboisement de Belbezet (Gara).Forêt méditerranéenne 4 (2). Pp : 143-146.
- 68) **Toth J., 1984.** La prévision des possibilités de récoltes de cônes de cèdre de l'atlas (*cedrus atlantica Manetti*). Bull. Tech.15.O. N. F : 39 – 51.
- 69) **Toth J., 1987.** Effets des facteurs d'environnement sur l'accroissement du cèdre de l'Atlas. Bull. Soc. Et. Nat. Vaucluse. Pp : 71-76.
- 70) **Toth J., 1990.** Le cèdre : utilisation et qualité technologique. La forêt prévue n° 194, pp : 57 – 60. Ntérêt paysage : cédraies touristiques la prévue n° 195, pp : 50 – 57.
- 71) **Toth J., 2005.** Le cèdre de France. Etude approfondie de l'espèce. Éd. Harmattan. Paris, France. 207p.
- 72) **Ziat M., 1986.** Ecologie, productivité et modèle de croissance du cèdre de l'Atlas (*Cèdrus atlantica Manetti*) dans le massif de Bou-Iblen Mémoire 2^{ème} cycle, Ins. Agro. Vétér.Univ. Hassan II,181p.

العنوان: دراسة تقييمية للتجديد الطبيعي للأرز الأطلسي في غابة (شيليا) ولاية خنشلة.

في هذه الدراسة قمنا بتقييم التجديد الطبيعي للأرز الأطلسي من 15 قطعة تم إنشاؤها في شريحتين الارتفاع (1800 م - 2000 م) و (واكثر من 2000 م). تتناقص وتيرة هيكل وبنية مغرس الارز الأطلسي بشكل كبير مع انخفاض عدد اقسام ذات القطر الكبير. يوضح تحليل تأثير العوامل البيئية على التجدد أن الشتلات أكثر وفرة في القطع الستة الواقعة على ارتفاع عالٍ (1800 متر - 2000 متر). تعد المنحدرات القوية والمنحدرة جدًا وعدم إمكانية الوصول إلى الاماكن الرعوية أكثر ملاءمة لتركيب التجديد الطبيعي للأرز. تزداد نسبة الأصناف المختلفة من شتلات الأرز بالتناسب مع عمق التربة.

الكلمات المفتاحية : غابة الارز شيليا، التجديد الطبيعي، الصفات البيئية ، صفات قياس الشجر، أقسام الفسائل

Abstract:

Title: study of the evaluation of the natural regeneration of the cedar of the Atlas in the cedar of Chelia (Wilaya de Khenchela).

In this study we quantified the natural regeneration of the cedar of the Atlas from 15 plots established in two altitudinal slices (1800m - 2000m) and (above 2000m). The pace of stand structure is exponentially decreasing with the low presence of large diameter classes. The analysis of the influence of ecological parameters on regeneration shows that seedlings are more abundant in the six plots located at high altitude (1800m-2000m). The strong and very steep slopes and their inaccessibility to the courses are more favorable to the installation of the natural regeneration of the cedar. The proportion of different classes of cedar seedlings increases proportionally with the depth of the soil.

Key Words: Chélia cedar, natural regeneration, ecological descriptors, dendrometric descriptors, seedling class.

Titre : étude de l'évaluation de la régénération naturelle du cèdre de l'Atlas dans la cédraie de Chélia (Wilaya de Khenchela).

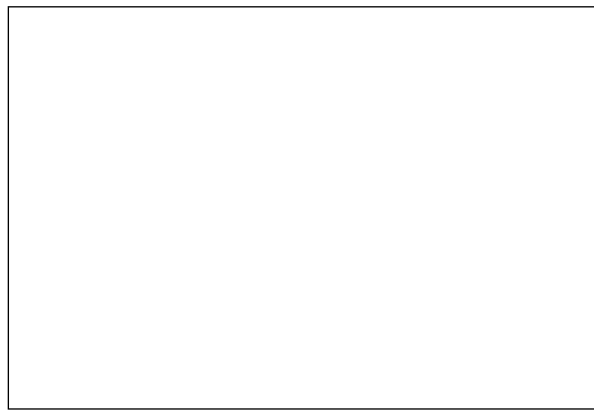
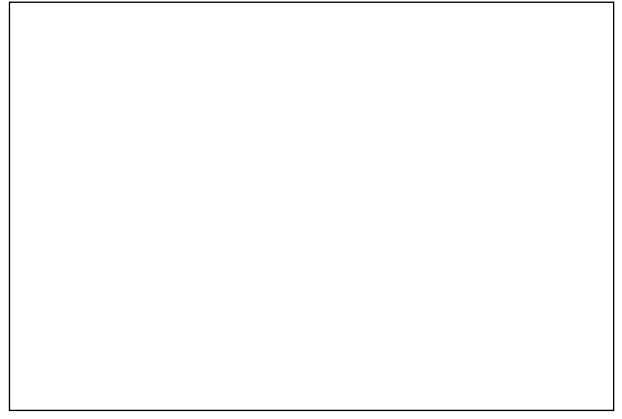
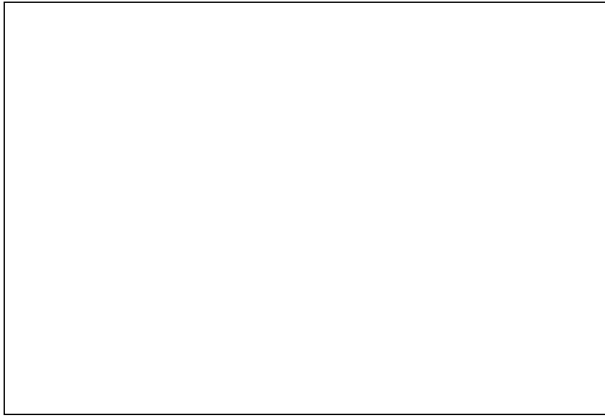
Dans cette étude nous avons quantifié la régénération naturelle de cèdre d'Atlas à partir de 15 placettes installées dans deux tranches altitudinales (1800m – 2000m) et (supérieur à 2000m). L'allure de la structure du peuplement est exponentielle décroissante avec la faible présence des classes de diamètres forts. L'analyse de l'influence des paramètres écologiques sur la régénération montre que les semis sont plus abondants dans les six placettes situées en haute altitude (1800m-2000m). Les pentes fortes et très fortes et par leur inaccessibilité aux parcours sont plus favorables à l'installation de la régénération naturelle du cèdre. La proportion des différentes classes de semis du cèdre augmente proportionnellement avec la profondeur du sol.

Mots clefs : cédraie de Chélia, régénération naturelle, descripteurs écologiques, descripteurs dendrométriques, classe de semis.

Annexes

Fiche des relevés floristiques réalisés dans les 15 placettes

| | |
|---|--|
| <p style="text-align: center;">Placette 01</p> <p><i>Juniperus oxycedrus</i></p> <p><i>Bupleurum spinosum</i></p> <p><i>Quercus ilex</i></p> <p><u>Les remarques</u></p> <p>Présence de pâturage</p> <p>Sol rocheux</p> | |
| | |
| | |
| | |



Quantification de la régénération du cèdre de l'Atlas



