

.République Algérienne Démocratique Et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou
Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques
Département des Sciences Agronomiques



Mémoire de fin d'étude

En vue de l'obtention de Master en Sciences Agronomiques

Spécialité: *Écologie Forestière,*

Option : *Diversité, fonctionnement et évolution des écosystèmes forestiers.*

Thème:

*Etude comparative de la croissance et de la régénération de cèdre du l'Atlas (*Cedrus atlantica* Endl.) dans l'arboretum de Lac Noir au niveau de l'Akfadou.*

Présenté par : LOUKAL YASMINA

Devant le jury :

Président : M^{me} KROUCHI. F..... PR. UMMTO

Encadreur : M^r RABHI. K..... MCA. UMMTO

Co. encadreur : GUETTAS. A.....Attaché de recherches, INRF

Examinatrice : M^{me} AMIRAT. Y.....MAA UMMTO

Année universitaire : 2020/2021

Remerciements

A travers ce travail, je tiens à adresser, et à exprimer mes profondes gratitudee et mes plus chaleureux remerciements à :

- Mon promoteur et enseignant, Monsieur **RABHI Khellaf**, pour avoir accepté de m'encadrer et pour tous les conseils techniques, les encouragements, sa gentillesse et les orientations qu'il m'a prodigué durant la préparation de mon mémoire.*
- Mme **KROUCHI Fazia**, chef de spécialité à l'université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, de m'avoir encouragé à finaliser ce modeste travail.*

Mes remerciements vont aussi à mes enseignants de la spécialité écologie forestière.

J'adresse mes remerciements à toutes les personnes ayant participé de près ou de loin à l'élaboration de ce mémoire.

Nous exprimons nos profonds remerciements au président et membres de Jury pour avoir accepté de juger ce modeste travail.

Et enfin, je n'oublie pas de remercier tous mes amis avec lesquels j'ai lié amitié et entraide à l'université et à la cité universitaire, valeurs que nous ferons perdurer dans le temps et dans l'espace.

Dédicaces

Je dédie mon travail à :

À mes chers parents, symboles de sacrifices, de tendresse et d'amour. Quoi que je fasse, je ne pourrais jamais vous récompenser pour les grands sacrifices que vous avez faits et continuez de faire pour moi. Je vous remercie pour tout le soutien et l'amour que vous me portez depuis mon enfance et j'espère que votre bénédiction m'accompagne toujours.

Que dieu le très haut, puisse vous accorder santé, bonheur et longue vie et faire en sorte que jamais je ne vous déçoive.

À mon mari et mon petit, je vous dédie ce travail avec tous vœux de bonheur, de santé et réussite.

À mes sœurs et frères, je vous remercie pour tous les encouragements et le soutien moral tout au long de mes études.

À ma belle famille, Je vous remercie d'être toujours avec moi au moindre souci.

À tous les membres de ma famille : oncles et tantes maternelles et paternelles.

À tous mes amis en particulier Hayet KABDI, CHBANE Rabia,

Lynda SEDDOUD.

Ainsi à tous ceux qui m'ont aidé dans l'élaboration de ce travail...

Yasmina

Sommaire

Remerciements

Dédicaces

Liste des tableaux

Liste des figures

Introduction générale 1

Chapitre I : Généralité sur le cèdre de l'Atlas

Présentation du cèdre de l'Atlas 2

I.1. Caractéristiques et exigences écologiques de *cedrus atlantica* 3

 A. Caractéristiques botaniques du cèdre de l'Atlas (*cedrus atlantica* Manetti) 3-4

 B. Les caractéristiques altitudinales 5-6

 C. Caractéristique climatique 6

 C.1. Précipitation 6-7

 C.2. Températures 8

 D. Exposition 8

 E. Substrat 8-9

 F. Végétation 9-10

I.2. Autres caractères 10

 I.2.1. Le vent 10

 I.2.2. L'humidité de l'air 10

 I.2.3. L'enneigement 11

 I.2.4. Gelées 11

I.3. Ennemis du cèdre de l'Atlas 11

I.4. La régénération du cèdre de l'Atlas 12

 I.4.1. Les étapes de la régénération naturelle du cèdre de l'Atlas 12

 ❖ Les inflorescences mâles 13

 ❖ Les inflorescences femelles 13

 a- Année N 13

 b- Année N+1 13

 c- Année N+2 14

 I.4.2. Germination des graines du cèdre 14

I.4.3. Développement des semis et la survie des plantules	15
I.5. L'Aire de répartition du cèdre de l'atlas	16
I.5.1. aire naturelle	16
I.5.2. Aire d'introduction	17
I.6. Rôle et importance des cédraies	17-18
I.7. Conclusion	19

Chapitre II : Cadre d'étude et méthodologie

II.1. Cadre d'étude	20
II. 2. Relief et topographie	21
II.3. Climat	21
II.4. synthèse climatique	22
II.5. Climmagramme d'emberger	22
II.6. Diagramme ombrother de bagnouls et gaussen	23
II .7. Végétation	24
II .8. Méthodologie	25
II.8.1 La dendrochronologie	25
II.8.1.1 Contexte historique	25
II.8.1.2. Définition	26
II .8.1.3. La dendrochronologie et ses applications	26-27
II.9. Échantillonnage	27
II.9.1. Préparation des carottes	28
II.9.2. Mesure de la largeur des cernes	28
II.10. Paramètres statistiques	28
A : moyenne X_t	28
B : Ecar type s	29
C : Coefficient de variation cv	29
D : La sensibilité moyenne	29-30
E : Le coefficient d'inter-datation (LI)	30
II.11. Approche spatiale de la régénération naturelle	30
II.11.1. Méthode de mesure	30
II.12. Les points localisés sont	30
II.12.1. Transformation en coordonnées cartésiennes	30-31

II.13. Mesure de la projection des houppiers de chêne zéen	31
II.14. Présentation des houppiers de chêne sous forme d'ellipse	31-32
II.15. Différentes relations spatiales: cèdre de l'Atlas/chêne zéen	32-33

Chapitre III : résultat et discussion

III.1 Analyse des épaisseurs des cernes	34
III .1.1 Chronologies individuelles.....	34-35
III.1.2. Chronologie de synthèse	36
III.2. : Paramètres statistiques et dendrochronologiques.....	37
III.3. Analyse spatiale de la régénération	38
III.4. Description quantitative des arbres mesurés	39
III.5. Présentation de la densité par la méthode de smoothing (densité par unité de surface) ..	40
III.6. Validation du phénomène d'attraction (effet facilitateur)	40-41
III.7. Corrélation marquée par la circonférence (compétition suivant la dimension des arbres)	42-43
Conclusion générale	44
Références bibliographiques	45-49

Liste des tableaux :

Tableau1 : La taxonomie de cèdre de l'atlas

Tableau 2 : Caractéristiques ombrothermiques des différents blocs de cédraies naturelles
(M'hirit, 1994a)

Tableau .3 : Les paramètres statistiques de la station de lakfadou

Liste des figures

Figure 1 : Air de répartition du Cèdre de l'Atlas en Algérie sur le climagramme d'EMBERGER

Figure 2 : Inflorescence mâle et femelle du cèdre de l'Atlas

Figure 3: Cycle de reproduction du cèdre de l'Atlas (Derridj, 1990)

Figure 4: Localisation de *Cedrus atlantica* en Algérie (Roche, 2006)

Figure 5: Localisation de la zone d'étude dans la forêt d'Akfadou.

Figure. 6 : Projection du poste météorologique d'Aït Aïcha (905m) sur le climagramme d'Emberger.

Figure .7 : diagramme ombrothermique pour le point d'altitude (122m) de la forêt d'akfadou (Dekoumi, 1978 in rabhi ,2009).

Figure.8. : La machine LINTAB5 d'inter-datation et de mesure des épaisseurs des cernes.

Figure.9 : courbes individuelles de l'arbre 1.

Figure.10 : courbes individuelles de l'arbre 2.

Figure.11 : courbes individuelles de l'arbre 3.

Figure .12. : courbes individuel de l'arbre 4.

Figure.13 : courbes individuelles de l'arbre 5.

Figure .14 : courbes individuelles de l'arbre 6.

Figure .15: courbes individuelles de l'arbre 7.

Figure.16 : courbes individuelles de l'arbre 8.

Figure .17 : la courbe de synthèse de

Figure .18 : la schématisation des houppiers de chênes sous forme ellipsoïde. out arbre.

Figure .21 : la densité par unité de surface.

Figure .22 : Simulation de la fonction g de Ripley.

Figure.24 : la compétition suivant la dimension des arbres.

Introduction générale

Introduction générale

Le cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti.) ou Arz d'El-Atlas en arabe est une essence forestière endémique des montagnes de l'Afrique du Nord.

Il constitue l'essence noble des forêts du MAGHREB (Maroc et l'Algérie).

Le cèdre est indiscutablement l'espèce forestière la plus prestigieuse (Harfouche & Nedjahi, 2003). La quantification de la régénération naturelle des essences forestières a fait l'objet de très nombreuses études, où de diverses corrélations entre l'aptitude à la régénération et les facteurs écologiques (l'altitude, la pente, recouvrement de sol par la litière, profondeur de sol et le recouvrement végétal), climatiques et édaphiques, mais aussi celles liés au peuplement (densité, houppier, âge, diamètre, hauteur, état sanitaire...) ont été étudiées.

Il est très utile d'avoir des connaissances approfondies sur les mécanismes de régénération du cèdre.

Notre travail est de l'étude de la croissance et la régénération de cèdre de l'Atlas (*cedrus atlantica*) dans l'arboretum de lac noir au niveau de l'Akfadou.

D'après (Derridj, 1990) les cédraies algériennes ont énormément régressé suite a leurs exploitations incontrôlées pendant plusieurs millénaires, cependant l'équilibre de la forêt.

Deviens extrêmement fragile et il est même temps dans certaines localités (Ezzahiri et al ,1994) le même auteur ajoute que ce phénomène a entrainé la perturbation de plusieurs mécanismes d'ordre physiologique et biologique et plus particulièrement ce lui de la régénération naturelle.

L'objectif de ce travail est de savoir beaucoup plus sur le processus de la croissance et la régénération naturelle du cèdre de l'atlas au niveau du lac noir.

Nous avons mis en évidence l'effet des facteurs écologique, édaphique sur la croissance et sa régénération.

Chapitre I :
Généralité sur le
cèdre de l'Atlas

Présentation du cèdre de l'Atlas :

Le cèdre de l'Atlas (*Cedrus Atlantica*) est une essence endémique des montagnes de l'Afrique du Nord (Maroc, Algérie). Il est d'ailleurs considéré par plusieurs auteurs comme l'espèce la plus importante, économiquement et écologiquement, de la montagne méditerranéenne (Benchekroun, 1993 ; M'hirit et al, 2006 ; Terrab et al, 2006).

La configuration de l'aire naturelle de l'espèce et sa variabilité écologique ont favorisé une différenciation de morphotypes divers et d'écotypes adaptés à une gamme étendue de climats et de substrats géologiques (Harfouche et Nedjahi, 200).

Le genre *Cedrus*, appartenant à la famille des pinacées, est considéré comme étant le plus ancien après le genre *Pinus* (Gaussen, 1967). Il recouvre quatre (04) espèces (Boudy, 1950 ; M'hirit, 1994 ; De Vilmorin, 2003 et M'hirit et Benzyane, 2006), qui occupent des surfaces inégales dans l'étage montagnard de la région méditerranéo-himalayenne. Ces quatre espèces sont :

- *Cedrus atlantica* Manetti : Cèdre de l'Atlas est endémique des montagnes nord africaines (Maroc, Algérie).
- *Cedrus libani* Barrel : Cèdre du Liban est présente en Asie mineure, au Liban et en Turquie
- *Cedrus deodora* London : Cèdre de l'Himalaya, sa répartition est plus confinée.

En effet, elle ne couvre que quelques dizaines d'hectares dans l'île de Chypre.

- *Cedrus brevifolia* Henry : Cèdre de Chypre Enfin, *Cedrus deodara* est la plus répandue des espèces, elle peuple une partie de l'Inde, de l'Afghanistan et du Népal (Toth, 2005).

En termes de surface, le Maroc et la Turquie sont au premier plan avec plus de 130.000 ha dans chacun des deux pays (M'hirit et Blerot, 1999)

La taxonomie retenue pour le cèdre de l'atlas est résumé dans le tableau 1 comme suit :

Tableau1 : La taxonomie de cèdre de l'atlas

<i>Règne</i>	<i>végétal</i>
Embranchement	Spermaphytes
Sous embranchement	Gymnospermes
Classe	Vectrices
Ordre	Conférâmes
Famille	Pinacées
Sous famille	Amiètes
Genre	cèdres

I.1.Caractéristiques et exigences écologiques de *cedrus atlantica***A. Caractéristiques botaniques du cèdre de l'Atlas (*cedrus atlantica* Manetti)**

En plus des caractères du genre *Cedrus* que nous avons déjà cité dont le cèdre de l'Atlas fait partie ; ils existent des caractères qui sont propres au cèdre de l'Atlas. Ce dernier, est un arbre à port conique pyramidal à l'état jeune (Boudy, 1950 in M'hirit, 2006). Mais devient tortueux et tabulaire chez les sujet les plus âgés (Debazac, 1964 in Abdessemed, 2010).

Il est de première grandeur, dépassant 50 m de hauteur. Il peut même atteindre les 60 m dans les conditions écologiques les plus favorables (Debazac, 1964 in Abdessemed, 2010).

Son unité architecturale est caractérisée par cinq catégories d'axes végétatifs qui sont :

- Le tronc, la branche, le rameau long, la ramille et le rameau court (Sabatier et Barthlemy, 1994 in Krouchi, 2010). Son écorce est de couleur grise et de forme écailleuse lisse qui se crevasse avec l'âge (M'hirit, 2006).
- Les racines du cèdre de l'Atlas sont très étendues et ramifiées. De plus elles sont pivotantes, elles assurent la stabilité de l'arbre (Toth, 1970). Mais elles sont rarement pivotantes et la stabilité de l'arbre est assurée (Boudy, 1952 in Krouchi, 2010). Les racines obliques sont très fortes car elles colonisent les sols profonds et humides (Toth, 1970 in Krouchi, 1995)

▪ Les feuilles ont des formes d'aiguilles (aciculaires), raides et fines, peu aigues et de couleur verte ou glauque. Généralement sont arquées et groupées en rosettes denses de 30 à 40 aiguilles sur des rameaux courts (M'hirit, 2006). Leur longueur et légèrement variable généralement elle est de 10 à 25 mm. D'après (M'hirit, 2006), elle est de 1 à 2 cm. (Krouchi ,2010) a fait des mesures de la longueur des aiguilles au niveau de la cédraie de Tala-Guilef sur deux échantillons, l'un est de 30 arbres et l'autre est de 79 arbres ; les résultats obtenus sont respectivement 17mm et 19,32 mm.

Selon (Toth ,1990) *in* Khanfouci ,2005), le cèdre de l'Atlas devient fructifère à partir de l'âge de 20 à 30 ans. En revanche, (M'hirit ,2006) indique que sa fructification aura lieu à partir de 15 à 20 ans. En effet, les deux auteurs affirment que l'âge de fructification du cèdre de l'Atlas est lié étroitement à la station. Cependant la fructification est précoce si les facteurs du milieu sont favorables ou tardive en cas de conditions rudes ou défavorables.

• D'après (Krouchi ,2010), les organes mâles (chatons) et les organes femelles (Inflorescences) se retrouvent sur le même arbre (espèce monoïque). Ensuite, ils se développent progressivement en cônelets puis en cônes. Le même auteur ajoute, qu'on peut observer une dioécie fonctionnelle chez les arbres dont certains tendent à être plutôt femelles et d'autres plutôt mâles.

• D'après (Toth ,2005) l'inflorescence mâle se présente en chatons solitaires de 4 à 5 cm de longueur et de 1 cm de diamètre environ à maturité, elles sont de couleur jaune verdâtre.

• L'inflorescence femelle est solitaire. Elle est de 1 cm de longueur et quelques millimètres de diamètre avec une couleur vert pâle, ensuite elle se développe en cône.

• Le poids du cône, à l'échelle des provenances algériennes, est en moyenne de 55.83 g, sa longueur de 6.28 cm et son diamètre de 5.17 cm (Derridj, 1990).

• Les graines du cèdre ont une forme triangulaire de taille de 10 à 15 mm de longueur, prennent des couleurs ternes tendant vers le marron, et munies d'aile longue, tendre et enveloppées d'une pellicule résineuse protectrice ; si cette pellicule est lésée, la germination devient impossible (Benssaci, 2006 *in* Rahmani, 2010).

• La longévité du cèdre de l'Atlas est impressionnante, elle dépasse certainement 600 à 700 ans, on lui attribue 1000 ans et plus. Il peut donner des graines fertiles jusqu'à un âge avancé (Boudy, 1952 *in* Chbouki, 1994).

B. Les caractéristiques altitudinales

Au point de vue de l'altitude, (Aussenac et Guehl 1990) soulignent que le cèdre dans son aire d'origine pousse à des altitudes variant de 1400 à 2200, ses limites supérieures et inférieures diffèrent d'une cédraie à l'autre en fonction des conditions climatiques du relief. Elle se situe entre 1400 et 1 500 mètres en versant Nord et à partir de 1600 m êtres en versant Sud (Boudy 1950 in Houamel, 2012).

Il existe en moyenne un décalage de 200 m ; c'est-à-dire qu'il débute à partir de 1600 mètres (Abdessemed, 1981 in Houamel, 2012). Au Djurdjura, elle est située à 1400 m êtres sur le versant Nord et à 1600 m êtres sur le versant Sud d'après (Lapie et Maige in Derridj, 1985). Pour la limite supérieure du cèdre de l'Atlas, (Le Houerou et al, 1979 in Meddour, 2010) indique que les plus hauts sommets portent des forêts de cèdre ; elles sont toutes plus ou moins dégradées.

D'après (Schoenberger ,1970), les limites supérieures et inférieures diffèrent d'une cédraie à l'autre, il distingue dans les cédraies eurasiennes deux étages bioclimatiques:

- L'étage subhumide supérieur à hiver froid, de 2200 à 200m.
- L'étage subhumide inférieur à hiver froid, de 2000 à 1600m.

Correspondant respectivement à des pluviométries annuelles de 700/800mm et 500/600mm.

Selon (M'hirit 1994a) les principales caractéristiques ombrothermiques des différents blocs de cédraies naturelles du Maghreb sont présentées dans le tableau 2.

Tableau 2 : Caractéristiques ombrothermiques des différents blocs de cédraies naturelles (M'hirit, 1994a)

Blocs de cédraies	Limite altitudinales	Précipitation annuelles (mm)	Températures (c°)	
			M	m
Rif occidental	1400-2300	1390-1786	28,3-24,1	-5,6a0,2
Rif central	1500-2400	1257-1707	28 ,8-3,7	-5,6a -0,4
Rif oriental	1700-2200	906-1311	26,6-4,6	-5a-1
Moye atlas Tabulaire	1500-2000	871-1066	30,8-27,6	-4,7a-0,5
Moyen atlas oriental	1800-2000	615-927	28,7-26,5	-6,4a-3
Haut Atlas Oriental	1800-2400	499-799	29,6-23,2	-8,3a-3,1
Aures et Belezma	1350-2300	499-790	29,6-23,2	-8,3a-3,1
Djurdjura et Babors	1400-2200	1200-1700	16,8	16,8a-8,5

Le cèdre de l'Atlas supporte les sécheresses intenses si elles ne sont pas prolongées ainsi que le climat irrégulier alternant les années sèches et humides. (Benabid, 1994) rapporte que les précipitations des régions de cèdre de l'Atlas vont de 500 à plus de 2000 mm et des températures moyennes minimales du mois le plus froid de -1 à -8 °C.

Pour (Medioni & Yahi, 1994), le cèdre se développe entre 440 et 1403 mm de pluie Au niveau des Aurès.

Dans cette région, on rencontre rarement le cèdre de l'Atlas à moins de 1400 m, en raison de l'aridité du climat.

C. Caractéristique climatique :

En Algérie, le cèdre de l'Atlas s'accommode aux climats très différents (KROUCHI, 2010), car il se trouve dans différentes situations bioclimatiques au centre et l'Est du Pays.

Les cédraies septentrionales (Atlas Blidéen, Djurdjura et massif des Babors) sont soumises à un bioclimat humide, variante fraîche voire per-humide (MEDDDOUR, 1994). Par contre celle de l'Atlas Saharien (Hodna, Aurès), s'inscrivent dans l'étage bioclimatique subhumide froid (Krouchi, 2010). Du point de vue bioclimatique, les cédraies les moins arrosées reçoivent plus de 500 mm de pluie par an (Benabid, 1994).

Le cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica*) se montre sur certains sommets à l'étage Supra méditerranéen (*Quercu-Cedretalia atlanticae*) (Medddour, 2010).

D'après (Derridj, 1990), les aires de répartition des cédraies algériennes s'étalent de la limite supérieure du semi-aride supérieur à variante froide ou très froide jusqu'au per humide à variante froide à très froide, comme l'indique la figure suivante:

C.1. Précipitation :

Les cédraies est soumises à un climat méditerranée humide Montagnier l'essentiel des précipitations tombe de novembre à avril.

Le cèdre de l'Atlas dans son aire naturelle reçoit des précipitations de 400 mm à 1500 mm D'après (Putod, 1979).

Selon (Derridj, 1990), les cédraies de Djurdjura méridional, l'Ouarsenis, Chréa et Meurdja reçoivent une lame de pluie entre 1126 et 1420 mm par année. Cependant, celle des Babors et Djurdjura septentrional, La pluviométrie annuelle varie entre 1600 à 2100mm/an. D'après (Boudy 1950 ; M'hirit, 1982 ; Toth, 1980 in Houamel, 2012), la pluviométrie annuelle au niveau des Aurès varie entre 450 et 500mm/an et dans certaines conditions peut atteindre 800 à 900mm Il faut cependant noter que si l'on recherche un bilan hydrique exact, la méthode est critiquable du fait qu'elle néglige les réserves en eau du sol au moment de la germination de La graine (Le poutre, 1963). Ainsi que pour l'ensemble des montagnes méditerranéennes,

Les gradients pluviométriques sont élevés (25 à 50mm/100 m) (M'hirit, 1994).

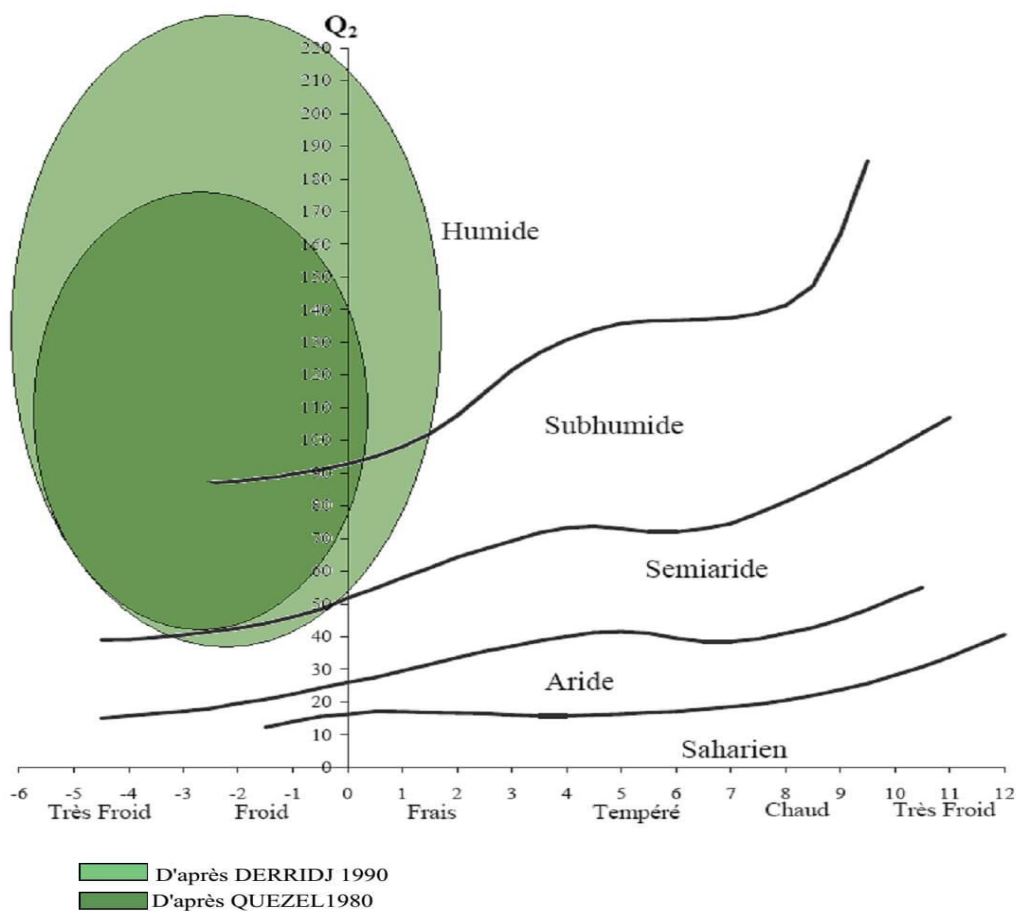


Figure 1 : Air de répartition du Cèdre de l'Atlas en Algérie sur le climagramme d'EMBERGER

C.2. Températures :

Le cèdre est une essence qui peut supporter sans dommage des froids hivernaux importants, mais en même temps toutes les autres caractéristiques éco physiologiques analysées montrent que son écologie correspond à des climats doux (Aussenac1984 in Anonyme, 2014).

Il vit dans ses pays d'origine avec des extrêmes absolus de (-25°C et +35°) (Putod, 1979 in Abdessemed, 2010).

La germination et la croissance du cèdre de l'Atlas s'effectue sous des températures moyennes annuelles comprises entre 8 et 14°C (Toth, 1980 in Abdessemed, 2010).

Les cédraies du pourtour méditerranéen subissent un climat présentant un à trois mois. Biologiquement secs dans l'année (Sécheresse estivale ; $p \text{ (mm)} < 2T^{\circ}\text{C}$). (Quez el, 1976 in KROUCHI 2010).

D. Exposition :

Elle joue un rôle très important dans la répartition des précipitations et des températures, en effet, les versants Nord sont plus humides par rapport aux versants Sud.

En Algérie comme au Maroc, les vents humides sont de direction Nord-ouest. Ainsi, les expositions faisant face à ces vents sont plus arrosées; elles portent les plus belles cédraies.

- Au Maroc, la plupart des cédraies sont exposées aux vents d'Ouest chargés d'humidité (Abourouh, 1983).
- En Algérie, les expositions Nord et Nord –Ouest sont non seulement bien arrosées mais également à l'abri des vents desséchants, constate qu'au Belezma, l'exposition sud marque bien la limite de la cédraie (Bentouati ,1993).

E. Substrat

Le substratum géologique constitue également un facteur de répartition des cédraies, on constate que:

- Le Cèdre est également rare sur calcaire.
- Sur des formations argileuses recouvertes d'éboulis.

– Sur grès et sur dolomies dans 4/5 des cédraies des Aurès et du BELEZMA, ce qui peut s'expliquer par le fait que les deux substratums donnent naissance à des sols légers dans lesquels les racines des jeunes cèdres peuvent pénétrer plus facilement. (Halitim, 2006).

Les cédraies du circumméditerranéen sont localisées essentiellement sur des substrats calcaires (Quezel, 1980 *in* Krouchi, 2010).

Le cèdre préfère les sols meubles, caillouteux, profonds et perméables, il redoute les terrains mal drainés, asphyxiants et les sols à dolomie (Derridj, 1985).

(Lepoutre ,1964) a mis en lumière le fait que l'influence des facteurs édaphiques varie selon le climat; plus le climat est sec, plus l'influence du sol est grande.

En Algérie comme au Maroc, le cèdre pousse sur des roches acides (granites, quartzites, schistes, grès siliceux) ou non acides (roches calcaires, marnes, dolomies, basalte grès calcaire).

(Boudy ,1950) note que le cèdre de l'Atlas se rencontre aussi bien sur les calcaires que sur les schistes calcaires ou gréseux et sur grès, et que les neuf dixième des cédraies algériennes se trouvent sur des formations siliceuses.

Au Maroc, l'analyse des aiguilles de cèdre a révélé des déficiences nutritionnelles en éléments nutritifs, l'apparition de ces déficiences chez les jeunes semis de cèdre constituera une contrainte majeure à la croissance et la survie des plants, (Boudy, 1950).

F. Végétation :

Les espèces végétales associées au cèdre sont différentes selon les conditions écologiques, c'est à dire la pluviométrie, l'altitude et les conditions édaphiques. La richesse floristique des cédraies est estimée à un millier d'espèces dont environ 10% d'arbres, 15% d'arbustes et arbrisseaux et 75% de plantes herbacées annuelles ou pérennes (M'hirit et al. 1999).

D'après (Mestar ,1995), le cèdre de l'Atlas à Tala-Guilef apparaissait en vieux sujets rabougris en haute altitude.

En revanche en basse altitude, le même auteur a signalé la présence d'une formation forestière où le cèdre est associé au chêne vert ainsi la présence d'autres espèces accompagnatrices du cèdre comme : *Quercus faginea*, *Prunus avium*, *Taxus baccata*, *Acer obtusatum* et *A. monspessulanum*.

➤ Dans le Djurdjura le cèdre est associé à *Pinus nigra* subq. *mauretunica*, et au sapin de Numidie (*Abies numidica*) dans les monts de Babors (Quezel & Barbero, 1985). Au niveau des montagnes d'Ait-Ouabanes (Mediouni & Yahia, 1989), ont signalé l'existence d'une faible diversité floristique en raison du couvert dense et de l'ambiance humide créée par *Cedrus atlantica*, *Taxus baccata* et *Ilex aquifolium*. Les espèces forestières sciaphiles qui y sont présentes : *Bupleurum balansae*, *potentilla micrantha*, *Doronicum atlanticum*, *Viola sylvestris*, *Bunium alpinum*.

➤ Dans les Aurès, le faciès est sec caractérisé par les espèces suivantes : *Cedrus atlantica*, *Quercus ilex*, *Pinus halepensis*, *juniperus thurifera*, *Ampelodesma mauretunica* et *Fraxinus xanthoxyoides* (Halitim, 2006).

➤ Dans les monts de Chréa sur l'Atlas Blidéen, le massif de Djurdjura et dans les Babors le faciès est plus humide caractérisé par les espèces suivantes : *Cedrus atlantica*, *Quercus ilex*, Chêne zeen (*Quercus canariensis*) et l'If (*Taxus baccata*) (Halitim, 2006).

I.2. Autres caractères :

I.2.1. Le vent :

Le vent est un facteur climatique important qui intervient dans la pollinisation, la dissémination des graines du cèdre et contribue à l'arrosage des cédraies en y véhiculant les nuages chargés d'humidité. Cette dernière est assurée en grande partie par les vents du Nord et du Nord-Ouest (Nait Abdelaziz et Challal, 2011).

I.2.2. L'humidité de l'air :

L'humidité relative constitue par ses écarts brutaux, l'un des caractères climatiques les plus importants des montagnes de l'Afrique du Nord (Quezel, 1980). La région de Tala Guilef est caractérisée par une hygrométrie variant au cours de l'année ; elle est de 64% au printemps et de 40% en été (Abdesselam, 1995 in Krouchi, 2010).

I.2.3. L'enneigement :

En plus du rôle que joue l'enneigement sur la levée de dormance des graines, il constitue un Potentiel hydrique important pour le sol, et son importance augmente avec les persils.

Tance du couvert neigeux. Selon (Belin 1945 in Krouchi 2010) le Djurdjura reçoit des Précipitations neigeuses de Novembre à Mars. Elles tombent chaque année avec une moyenne annuelle de 15 jours/an à Tikjda (Chalabi, 1980).

I.2.4. Gelées :

Malgré les effets négatifs du gel sur le développement et la croissance végétale par la chute Brutale et excessive des températures, néanmoins ils contribuent à la désarticulation des cônes et donc la dissémination des graines du cèdre (Boutamine ,1987), a signalé l'existence de gelées à Tikjda sur une période de 115 à 145 jours par année, allant de Décembre à Mars.

I.3. Ennemis du cèdre de l'Atlas :

Plusieurs facteurs dont pression sur les cédraies, les principaux sont les facteurs climatiques, écologiques et anthropiques. Parmi les ennemis naturels de ces cédraies, nous citons les insectes, les mammifères, les oiseaux, les champignons et les végétaux parasites.

Des parasites comme *Armillaria mella* (parasite racinaire) ; *Lophodermium cedrinum* et *Trametes (Xanthochrous) Pini* (Agent du mjeje) ont été citées par (Lanier, 1994 in Krouchi, 2010) dans sa synthèse de la microflore fongique retrouvée sur le cèdre en Algérie et en France.

Le changement climatique aura des impacts irréversibles sur la biodiversité. Selon le GIEC, environ de 20 à 30 % des espèces évaluées jusqu'aujourd'hui seront probablement soumises à un risque accru d'extinction si le réchauffement moyen mondial dépasse 1,5 à 2,5 °C (par rapport à 1980 - 1999).

Si l'accroissement de la température moyenne mondiale dépasse 3,5°C, les modélisations suggèrent un grand nombre d'extinctions de 40 à 70 % des espèces évaluées sur l'ensemble du globe (Jerome & Guillaume, 2008).

I.4. La régénération du cèdre de l'atlas :

La régénération naturelle du cèdre est soumise à des contraintes climatiques étroites, déterminées par les exigences de la plante vis à vis de l'eau du sol et du froid (Lecompte & Lepoutre, 1975). Pour obtenir une régénération suffisante, il faut qu'il y ait une succession de plusieurs années humides, 3 ou 4 ans au moins, non entre coupées d'années sèches. La régénération est liée à la fertilité de la station, à la présence d'une végétation de chêne vert et sur le sol profond riche en carbone, sodium et magnésium (Belghazi, 2000).

En Algérie, la plupart des cédraies sont localisées dans des conditions climatiques défavorables (Aurès). La régénération naturelle n'est pas toujours possible surtout après une succession d'années de sécheresse (Toth, 1980).

Dans les Aurès, un cycle humide est indispensable pour la régénération naturelle du cèdre (Boudy, 1952).

Les Facteurs climatiques déterminant les conditions de germination et d'installation des plantules de cèdre (Le Poutre, 1964).

I.4.1. Les étapes de la régénération naturelle du cèdre de l'atlas :

Le cycle de reproduction du cèdre de l'Atlas, depuis la production des graines jusqu'à leur dissémination, s'étale sur trois années (Till, 1985 *in* Emile rohe, 2007), mais il peut se prolonger jusqu'à quatre ans dans certaines conditions (Toth, 1984).

- Première année : apparition des inflorescences, floraison et pollinisation ;
- Deuxième année : fécondation des ovules par les grains de pollen et croissance de cônes ;
- Troisième année : maturation des cônes, désarticulation et dissémination des graines ;
- Quatrième année : la désarticulation peut se prolonger durant cette année.

Les graines ne sont pas photosensibles et doivent subir l'action du froid pendant quelque temps pour lever la dormance (le seuil minimal de germination est de l'ordre de 4°C).

Enfin il est à noter que la fructification apparaît comme le facteur déterminant pour la régénération naturelle des forêts et leur distribution spatiale (Ezzahiri & Belgazi ,2000).

❖ Les inflorescences mâles :

L'inflorescence mâle apparaît fin juin de l'année N (N représente l'année de floraison) sous la forme de bourgeon arrondi, vert tendre de quelques millimètres au cœur d'une rosette d'aiguilles. Elle croît progressivement jusqu'à sa taille définitive (1 cm de diamètre et 2 -5 cm de longueur) atteinte début septembre, en devenant jaune verdâtre. Elle arrive à la maturité mi-septembre, moment où elle s'ouvre pour confier au vent ses grains de pollen, puis sèche assez lentement pour tomber pendant l'automne ou l'hiver (Derridj, 1990, Toth, 2005, Emile Rohe, 2007).

❖ Les inflorescences femelles :**a-Année N**

L'inflorescence femelle est solitaire, dressée et insérée à l'extrémité d'un rameau court (Derridj, 1990). Au début elle est très semblable à l'inflorescence mâle. Mais elle apparaît plus tard, fin d'Août (Toth, 2005). Sa croissance est rapide, elle atteint la taille de 0.5 cm de diamètre et 1.5 cm de longueur à la mi-septembre, tout en restant verte, avec des écailles ouvertes pendant le même mois, alors que le chaton mâle libère ses grains de pollen permettant la pénétration des grains de pollen que lui apporte le vent. En Octobre, les écailles se renferment lentement et l'inflorescence se transforme en cônelet, sans changer de dimension ni de couleur. (Derridj, 1990 ; Toth, 2005).

Les grains de pollen ayant atteint une fleur femelle sont progressivement canalisés vers un ovule et s'installent à l'intérieur du micropyle. Ils y passeront l'Hiver bien protégés sans émettre de tube pollinique. La fécondation proprement dite aura lieu 08 mois après la Pollinisation (Toth, 2005).

b- Année N+1

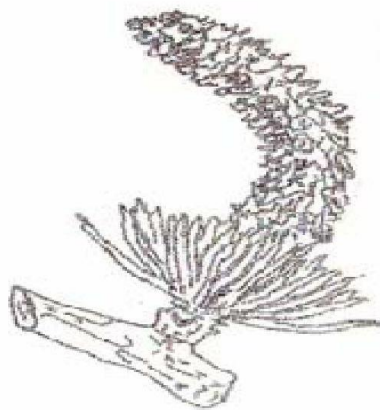
L'année de la fécondation, pendant les deux mois qui suivent le débourrement, de fin Mars à fin Mai, les cônelets et leurs ovules doublent de dimension.

A la fin Mai, les grains de pollen émettent leurs tubes polliniques vers l'intérieur de l'ovule, permettant ainsi la fusion des gamètes mâles et femelle. Les cônelets deviennent alors des cônes qui vont continuer à grossir en gardant leur couleur verte jusqu'à septembre où ils atteignent leur taille définitive (diamètre 3 à 5 cm, longueur 5 à 8 cm). Vers les mois de

Septembre et d'Octobre, les cônes vont connaître une sorte de décroissance de poids qui coïncide avec les virages de couleur. A la fin de l'année N+1, les cônes ne contiennent plus que 20 % d'eau, les graines sont déjà formées (Derridj, 1990 ; Toth, 2005).

c- Année N+2

La déshydratation des cônes se poursuit jusqu'au mois d'Août, sans aucun changement d'aspect, c'est-à-dire les cônes restent durs et les écailles fermées. L'ouverture des écailles commence en haut des cônes au mois de Septembre et se poursuit au cours du mois d'octobre. La désarticulation des cônes et la dissémination naturelle des graines commence à partir de la deuxième partie de Novembre et peut durer jusqu'en Avril de l'année N+3. Les rachis demeurent longtemps sur les rameaux (Toth, 2005).

**Inflorescence ♂****Inflorescence ♀****Figure 2 : Inflorescence mâle et femelle du cèdre de l'Atlas****I.4.2 .Germination des graines du cèdre :**

La germination des graines du cèdre est caractérisée par le passage d'une vie ralentie à une vie active par le développement de l'embryon (Derridj, 1990). Selon (Nedjahi ,1988), elle est conditionnée par la maturité des graines, une humidité modérée, l'oxygène et les températures basses.

(Lepoutre, 1963) indique que si la température maximale journalière avoisine les 10 °C pendant 7 à 10 jours, la graine du cèdre ne peut pas germer.

I.4.3. Développement des semis et la survie des plantules

Du point de vue édaphique, ces cédraies s'installent sur divers types de substrats (Boudy, 1950; Quezel, 1976; Benabid, 1982 *in* Benabid., 1994). La présence d'un tapis herbacé peut provoquer une concurrence vitale avec les jeunes semis. Cependant, l'absence de ce concurrent est favorable pour l'installation et le maintien des semis et donc pour une meilleure régénération du cèdre (Boudy, 1952).

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

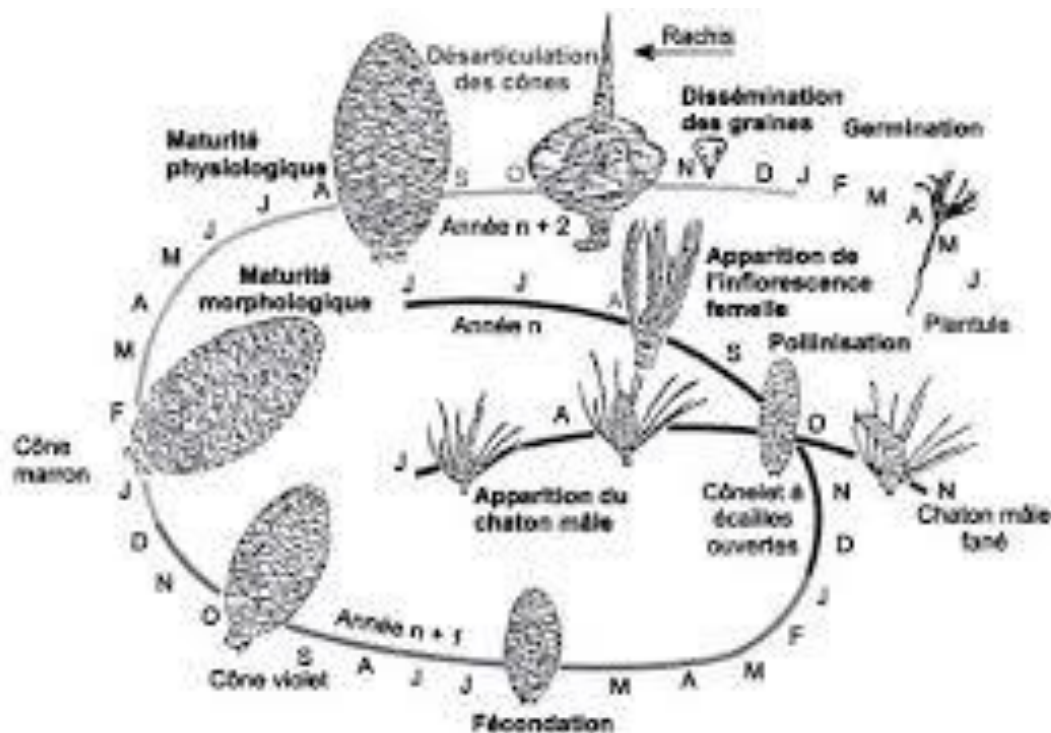


Figure 3: Cycle de reproduction du cèdre de l'Atlas (Derridj, 1990)

I.5. L'Aire de répartition du cèdre de l'atlas :**I.5.1. aire naturelle :**

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

Endémique des montagnes méditerranéennes, le cèdre de l'atlas est à l'état spontané en Afrique du nord, sur une superficie de 150000 hectares (Quzel, 1980 in Doufene 1989).

En Algérie, les massifs cédraies sont dispersées et beaucoup plus réduits qu'au Maroc. Le cèdre occupe une surface d'environ 30 000 ha répartie sur deux ensembles naturels, d'écologie sensiblement différente : le premier est localisé sur les montagnes littorales bien arrosées (Babors, massif de Djurdjura, l'Atlas Blidéen, Ouarsenis), ce sont les cédraies humides.

Le second ensemble est le plus important du point de vue superficie, il occupe les montagnes méridionales continentales de l'Atlas saharien, ce sont les cédraies sèches. Il est représenté à l'Est par les cédraies des Aurès et de Belezma, qui couvrent 17 000 ha environ, réparties entre les massifs de Chélia, S'gag, Aidel, Ouledyacoub et du Belezma, à l'Ouest les massifs de Maadid, Boutaleb et Guthiane (Hodna). Ces dernières sont réparties en cantons isolés couvrant environ 8 000 ha (Nedjahi. 1988).

Carte que Roche (2006) est utilisé (figure 4) donne une bonne idée de la localisation de ces îlots. On trouve d'est en ouest.

1. Massif de l'Aurès,
2. Monts de Belezma,
3. Monts du Hodna,
4. Djebel Babor,
5. Massif du Djurdjura,
6. Monts de Blida,
7. Massif de l'Ouarsenis

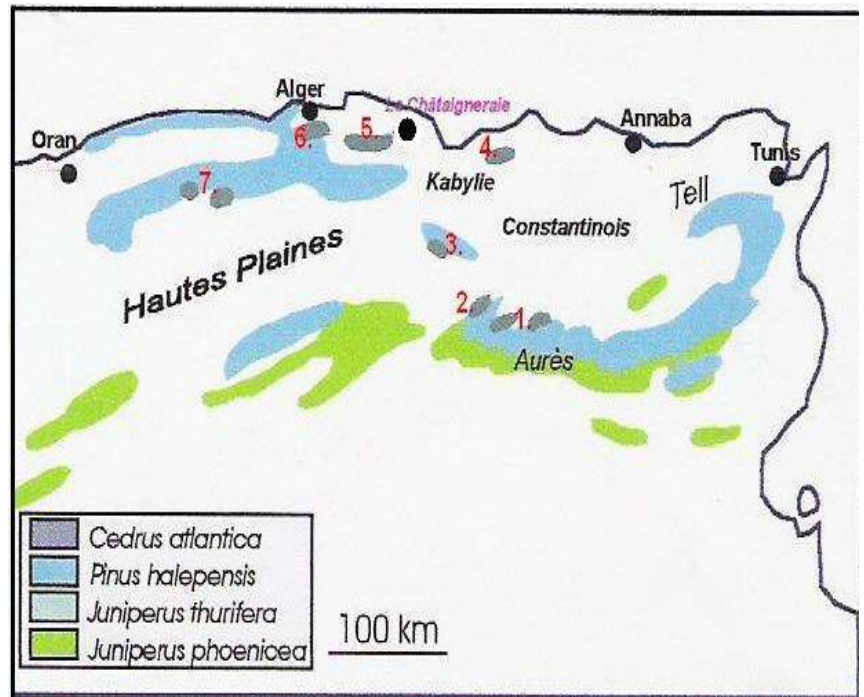


Figure 4: Localisation de *Cedrus atlantica* en Algérie (Roche, 2006)

I.5.2. Aire d'introduction :

Le cèdre de l'Atlas a été employé d'abord comme espèce ornementale et ensuite comme espèce de reboisement dans les pays circumméditerranéens. On cite les dates d'introduction de 1862 sur le mont Ventoux (France), 1864 en Italie, 1890 en Bulgarie (M'hirit, 1982).

Il est introduit à titre expérimental en Yougoslavie, en Espagne, au Portugal, en Angleterre et en Belgique (Nedjahi, 1988). Le cèdre a été introduit même en dehors des pays du pourtour méditerranéen En U.R.S.S comme espèce de reboisement en 1890. Aux U.S.A il est parfaitement adapté et fait actuellement l'objet de vastes projets de reboisement (Nedjahi, 1988).

I.6. Rôle et importance des cédraies :

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

- Maintient d'un équilibre biologique en protégeant et en améliorant le sol (Toth, 1980).

- Production d'un bois de qualité et en quantité importante (Toth, 1980).
- Protection contre l'incendie feuillage peut inflammable (Alexandrian, 1992).
- Arbre de grande valeur esthétique (Toth, 1980).

Il présente une forte variabilité écologique et phénologique et de la présence d'écotypes ayant une bonne résistance à la sécheresse (Tessier et al, 1993). Toutes ces qualités d'adaptation aux conditions climatiques et édaphiques de la zone méditerranéenne justifient donc son utilisation importante en reboisement (Toth, 1980 ; Barriteau et al, 1994).

I.7. Conclusion :

Notre étude bibliographique sur le cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti), nous a montré que sa régénération naturelle, est dépendante d'un ensemble de facteurs intrinsèques et extrinsèques qui s'expriment aux cours de toutes les phases de son renouvellement.

Aujourd'hui, la pérennité de certaines cédraies est menacée. Cela, suite à des difficultés régénératives de leurs peuplements, d'où la nécessité de prise de conscience est évidente.

De nombreux problèmes de différents ordres (biologiques, climatiques, anthropiques) présentent une entrave à cette régénération comme les insectes ravageurs, la succession de périodes sécheresse, le pâturage intensif, les incendies et le tourisme. Mais cette étude, nous a précisé également les facteurs de réussite de la régénération naturelle du cèdre de l'Atlas notamment les facteurs du milieu : un sol profond, des températures minimales et maximales propices, une importante lame de précipitations annuelle avoisinant 600 mm, une faible concurrence des semis et l'importance de l'éclairement due au recouvrement et à l'exposition. Mais il existe d'autres facteurs qui sont propres à l'espèce tels que la bonne fructification et la qualité des graines produites.

Chapitre II :

Cadre d'étude et méthodologie

II.1.cadre d'étude :

Le massif de l'Akfadou se situe dans l'Atlas Tellien à quelques 150 Km à l'Est d'Alger et 20 Km du littoral méditerranéen, il représente 25 % des forêts feuillues d'Algérie. Elle est localisée entre 004°33' et 004°41' de longitude et entre 36° 30' et 36°86' de latitude nord. La forêt d'Akfadou couvre une superficie de 10.000 ha elle est limitée : Au Nord par la route nationale n° 12 reliant Tizi-Ouzou à Béjaïa, A l'ouest par la ligne de crête qui délimite la forêt de Béni Ghobri du col de l'Akfadou, Au Sud-Ouest par l'oued Acif et au Sud par l'oued Cheria, A l'Est, ce sont des limites naturelles constituées de peuplements forestiers. (Anonyme, 1988).

Le massif de l'Akfadou est subdivisé administrativement en deux zones : Zone Est couvrant 5 400ha dépend des Dairas d'Adekar, Sidi Aich et Chemini, appartenant à la Wilaya de Béjaïa. Zone Ouest qui couvre 4 600ha et rattachée administrativement aux Daïra d'Azazga et de Bouzeguene situées dans le territoire de la Wilaya de Tizi-Ouzou.

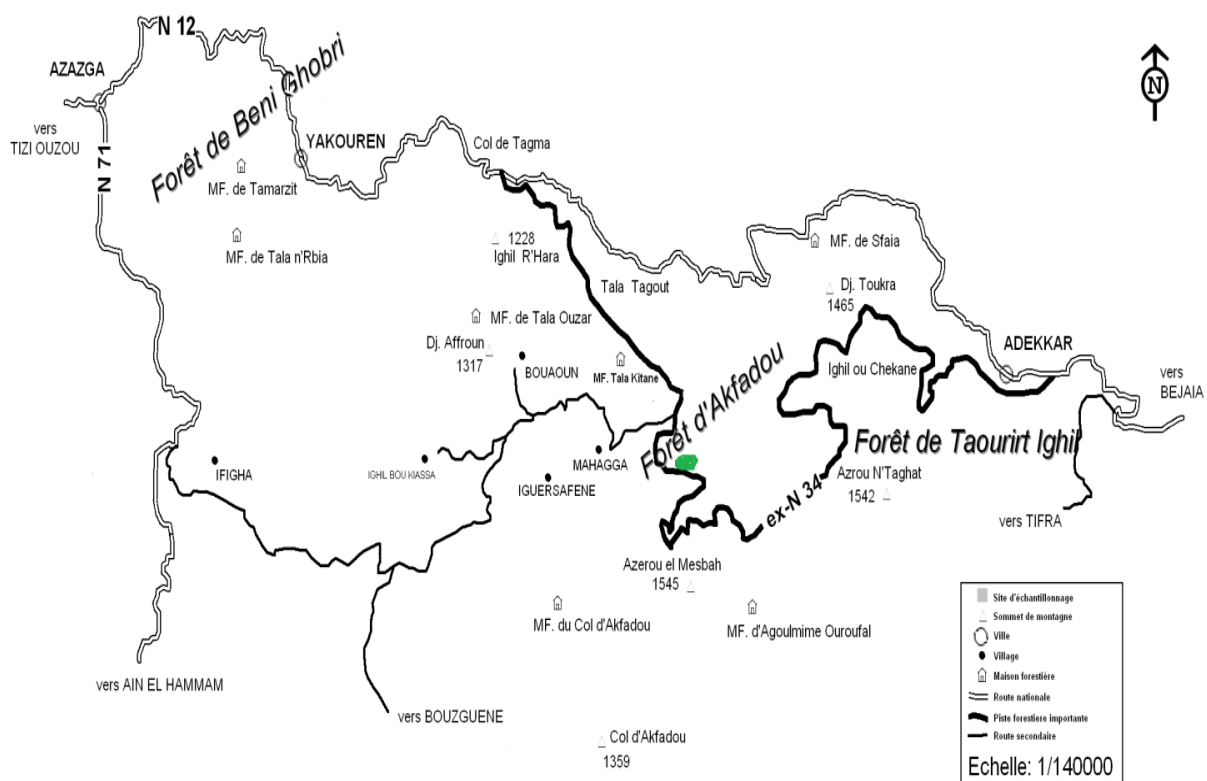


Figure 5: Localisation de la zone d'étude dans la forêt d'Akfadou.

II. 2. Relief et topographie :

Le relief est de type montagneux, il consiste en une suite de lignes de crêtes dont les

Deux principales sont orientées Est Nord-Est, Ouest Sud-Ouest dans la partie Nord de L'Akfadou puis Nord Nord-Est, Sud Sud-Ouest dans la partie orientale. L'altitude varie entre 870 m et 1646 m, la moyenne étant de 1200 m (*Anonyme, 1988*).

Les sommets les plus importants sont représentés par Djbel Afroun (1317m), Djbel Toukra (1465m), Azrou El Mesbah (1450m), Azrou n'Taghat (1542m), Tala Guizane (1623m) et le point culminant est celui de DjbelEzeen (1646m) (*Laribi, 1999*).

Les pentes les plus abruptes sont localisées essentiellement sur tout le Sud et l'Est de La forêt de l'Akfadou. Les pentes les moins accentuées sont situées dans les terrains Ouest à la Limite de la forêt de Beni- Ghobri. Plus de 50% des pentes sont supérieures à 50% ce qui Traduit les caractéristiques du substrat résistant à l'érosion.

II.3. Climat

Le climat de la Kabylie se distingue par deux principales saisons, une saison humide et une saison fraîche à forte pluviosité et un été sec avec un minimum de précipitations. Ce qui suffit selon *Daget (1977)* pour caractériser un climat méditerranéen. Cette région est protégée des influences désertiques par une continuité des chaînes du Djurdjura et de l'Akfadou, ce qui maintien des conditions particulières d'humidité et la confine à l'étage bioclimatique humide à hiver doux (*Messaouden, 1986*).

L'analyse des paramètres températures et précipitations permet de définir le climat de la zone d'étude. La saison pluvieuse pour la majorité des stations (*Seltzer 1946*) est importante (près de neuf mois). Elle se concentre entre septembre et mai. Le nombre de jours de pluie est de 105 jours par année. Les températures minimales se situent entre (0,8°C DjbelEzeen et 4,5°C à Aghribs). Quant à la saison sèche, elle dure près de trois mois, elle se limite aux mois de (juin, juillet et août). Les températures maximales se situent entre (30,80°C à Ain El Hammam et 26,7°C à DjbelEzeen). Le massif d'Akfadou bénéficie ainsi d'un climat méditerranéen humide à hiver tempéré favorable à la végétation forestière.

II.4. synthèse climatique :

Le massif de l'Akfadou, s'étendant sur un territoire qui accuse des dénivellations entre ses points extrêmes, est tout naturellement caractérisé par une variabilité microclimatique. Il se caractérise par les bioclimats subhumide et humide à variante fraîche et tempérée. En effet celui-ci reçoit une précipitation importante variant de 1200 à 2000 mm/année ce qui le place parmi les zones les plus arrosées de l'Afrique du Nord, la saison pluvieuse y importante (8 mois) et la période sèche estivale s'étant sur deux mois et demi, le régime saisonnier des précipitations est de type : Hiver – Automne – Printemps – Eté (HAPE). (Messaoudene, 1989). La localisation des stations sur le climagramme d'Emberger est possible grâce au calcul du quotient pluviométrique (Q2) et de la valeur de la température minimale du mois le plus froid. L'exploitation des données climatiques fournies par l'ANRH sur une période relativement étalée, les quotients pluviométriques calculés positionne le point d'altitude moyenne de l'Akfadou (1400m) dans l'étage bioclimatique humide à variante fraîche (Messaoudene, 1989).

II.5. Climogramme d'emberger:

L'étude des bioclimats de la région méditerranéenne a été initiée par Emberger (1955).

La localisation des stations sur le climagramme d'Emberger est possible grâce au calcul du quotient pluviométrique (Q2) et de la valeur de la température minimale du mois le plus froid. On a exploité les données climatiques fournies par Dekoumi (1978) et l'ANRH (station d'Ait Aicha) sur une période de (1973-1989), nous avons calculé le quotient pluviométrique qui est égale à 133,57 et qui positionne cette station dans l'étage bioclimatique humide à variante fraîche. En se référant aussi à Messaoudene (1989), l'Akfadou se situe dans le bioclimat humide à variante fraîche. (Figure. 6)

Q2 est calculé de la manière suivante :

$$Q_2 = 3,43 \frac{p}{M-m} \quad (\text{STEWART, 1969})$$

Q2 : Quotient pluviométrique d'Emberger;

P : Pluviométrie annuelle en (mm) ;

M: Moyenne des maxima du mois le plus chaud en (°C) ;

m : Moyenne des minima du mois le plus froid en (°C).

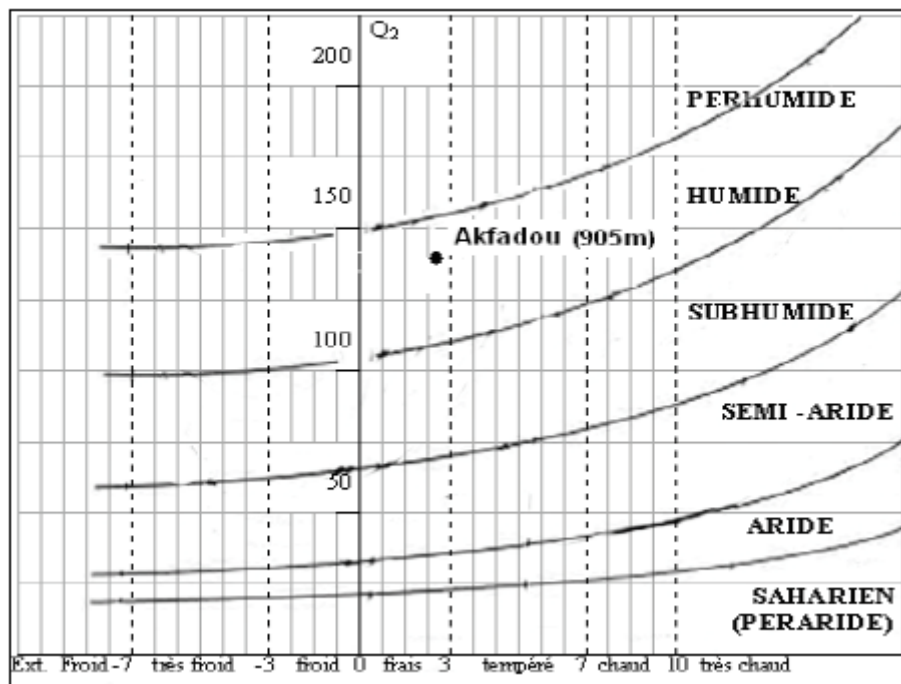


Figure. 6 : Projection du poste météorologique d'Aït Aïcha (905m) sur le climagramme d'Emberger

II.6. Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausson :

Le diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gausson est une représentation graphique obtenue par la superposition des deux courbes de variation annuelle des précipitations et des températures. Ces dernières sont reliées par la relation : $P = 2T$.

Sont portées en abscisse les mois de l'année et en ordonnée les précipitations d'un côté et les températures de l'autre côté. (Figure. 7).

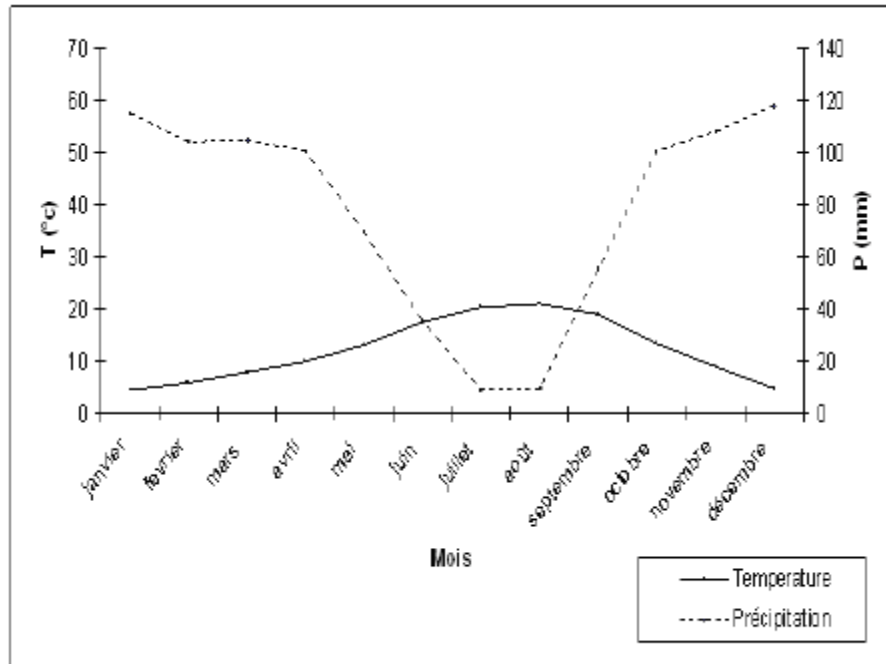


Figure .7 : diagramme ombrothermique pour le point d'altitude (122m) de la forêt d'akfadou (Dekoumi, 1978 in rabhi ,2009)

Le diagramme réalisé (figure. 7) montre que la période sèche s'étale de la mi-juin au début de septembre

II .7. Végétation :

Les peuplements forestiers La forêt d'Akfadou est constituée essentiellement de peuplements de chêne zéen (*Quercus canariensis* Willd.), de chêne afarès (*Q. afares* Pomel) et de chêne liège (*Quercus suber* L.). Ces peuplements présentent une mosaïque d'âges divers. Le chêne zéen est l'essence dominante jusqu'à 1 646 m d'altitude, où il occupe environ 45 % de la superficie boisée.

Le chêne afarès abonde sur quelques lignes de crête, les versants sud et sud-ouest et les terrains caractérisés par des sols plus ou moins argileux. Le plus souvent, il est situé au dessous de 1 250 m d'altitude. Les peuplements purs occupent environ 15 % de la surface boisée. Les peuplements mixtes de chêne zéen et de chêne afarès se retrouvent partout dans les zones de transition. Il en est de même pour les peuplements mixtes de chêne zéen et de chêne liège, limités à une altitude de 1100 m. Ces peuplements mixtes couvrent environ 25 % de la zone boisée. Quant au chêne liège à l'état pur, il occupe 15 % de la zone périphérique de

l'Akfadou. De gros chênes zéens et afarès, âgés de plus de 500 ans, sont présents dans de nombreux sites. Ces individus témoignent de l'origine ancestrale de la chênaie de l'Akfadou (Messaoudène, 1989).

L'arboretum d'AgoulmineAberkane, la châtaigneraie de Mehaga et celle de Tala-Kitane, la cédraie d'Adekar, les nombreuses aulnaies, les bouquets d'ifs (*Taxus baccata* L.) et de houx (*Ilexaquifolium* L.) méritent aussi une attention particulière. Bien qu'introduit en 1890 puis en 1948 à AgoulmimeAberkane et aux alentours, à Tala Kitane et à Adekar, plus précisément dans le cadre de programmes d'amélioration forestière, le cèdre de l'Atlas (*Cedrusatlantica* Manetti) forme actuellement de très belles cédraies perpétuées par une régénération naturelle très importante. Il en est de même pour le châtaignier (*Castaneasativa* Mill.), le pin noir (*Pinusnigra* Ait.), le pin coulter (*Pinuscoulteri* D. Don.) et le cyprès (*Cupressus horizontalis* L.), introduits aussi en 1890 et 1948 dans l'arboretum d'AgoulmimeAberkane et à Lazella. *Abies numidica* (De Lann.) est représenté par 75 individus inventoriés au sud de la cédraie d'Agoulmime Aberkane. L'aulne glutineux (*Alnusglutinosa* (L.) Gaertn.), l'if et le houx colonisent partout les stations les plus humides à tendance marécageuse de l'Akfadou, ainsi que les sources et cours d'eau. Parmi les espèces caducifoliées figurent aussi l'érable (*Acer obtusatum* W. et K.), le sorbier (*Sorbustorminalis* (L.) Crantz et le merisier (*Cerasusavium* L.). L'érable peut parfois codominer avec le chêne zéen, voire le dominer pour constituer de véritables érablières occupant des surfaces assez réduites malgré tout.

Le classement de l'Akfadou en parc naturel régional est nécessaire pour assurer son équilibre biologique et pour sauvegarder son patrimoine forestier et floristique. L'aménagement durable doit prendre en compte l'intégration de la population riveraine, considérée comme la plus importante en Kabylie, dans le cadre de la gestion participative.

II .8. Méthodologie :

II.8.1 La dendrochronologie :

II.8.1.1Contexte historique :

La *dendrochronologie* (du grec *dendron* = arbre, *chronos* = temps, *logos* = science) est une science qui repose sur la mesure des largeurs des cernes annuels de croissance et sur leur

datation précise. Année après année, saison après saison « l'enregistreur » arbre archive dans le tronc et les racines ses « expériences environnementales ».

Déjà en -322, Théophraste, philosophe, botaniste et naturaliste, polygraphe ou encore alchimiste de la Grèce antique, avait noté que les arbres fabriquaient un nouvel anneau chaque année. Au début du XVI^e siècle, Léonard de Vinci fut le premier à donner une explication à la variation d'épaisseur de ces anneaux, suggérant une relation entre l'épaisseur des cernes et la pluviométrie. Dans son *Traité de la peinture*, il rapporte que « les anneaux dans les branches des arbres qui ont été coupés montrent le nombre de leurs années et quelles années ont été plus humides ou plus sèches selon que ces anneaux sont plus ou moins épais. »

Curieusement, c'est l'astronome américain Andrew E. Douglass qui est considéré comme le « père » de la dendrochronologie. Douglass s'intéressait aux taches solaires. Il a observé une grande variabilité dans les cernes de croissance des arbres de l'ouest par rapport à ceux de l'est des USA. C'est là qu'il a tenté de relier la croissance des arbres à des variations solaires cycliques et à des conditions de sécheresse. En 1929, il a confectionné une série dendrochronologique allant de 700 apr. J.-C. à 1929. En 1937, Douglas fonda le Laboratory of Tree-Ring Research à Tucson (Arizona, USA), célèbre pour sa contribution unique à l'essor de la dendrochronologie.

II.8.1.2. Définition :

La dendrochronologie a un domaine d'intervention très vaste. En effet, l'analyse des cernes annuels de croissance suscite les questionnements diversifiés d'un bon nombre de scientifiques utilisant directement ou indirectement l'information « date » contenue dans une série chronologique de cernes.

La dendrochronologie est définie comme étant la science qui s'attache à analyser les cernes de croissance formés annuellement par certains végétaux ligneux (Munaut, 1978 in Messaoudene, 1989).

II .8.1.3. La dendrochronologie et ses applications :

La dendrochronologie a été utilisée en premier lieu dans des disciplines telles que L'archéologie et la climatologie pour la datation précise d'arbres « fossiles » ou la reconstruction du climat passé. Cet outil est devenu de plus en plus utilisable pour les études

environnementales et la détection des changements environnementaux (Lebourgeois & Merian, 2012). Actuellement, toutes les disciplines qui utilisent directement ou indirectement l'information « date » contenue dans une série chronologique de cernes sont regroupées sous l'appellation dendrochronologie.

Ensuite, les caractéristiques des cernes annuels de croissance ont été associées à d'autres disciplines, telles que l'hydrologie (*dendrohydrologie*), pour étudier les régimes hydrologiques des cours d'eau, les fluctuations de niveau des lacs et les inondations ; la glaciologie (*dendroglaciologie*), pour étudier les mouvements des glaciers ; la géologie (*dendrogéomorphologie*), pour étudier les processus géomorphologiques tels que les glissements de terrain et, notamment, l'écologie (*dendroécologie*) pour étudier les relations spatiotemporelles entre les végétaux ligneux et leur habitat (historique des feux, dépérissement des forêts, dynamique des écosystèmes forestiers, etc.

II.9. Échantillonnage :

Les carottes ont été extraites à l'aide de la tarière de Pressler à 1,30m. Sur les arbres morts, des rondelles ont été prélevées à 1,30m du sol. Le sondage s'est déroulé à la fin du mois de septembre c'est-à-dire après que le cerne de l'année courante ait été complètement formé.

Le carottage a été réalisé de manière à atteindre la moelle de l'arbre, et ce pour avoir l'âge absolue et obtenir des séries de cernes complètes. Le sondage est pratiqué du côté amont de manière à éviter le bois de compression. La tarière est introduite perpendiculairement à l'axe de l'arbre, le vissage se fait lentement, régulièrement, sans forcer et sans trop mouvoir l'outil.

Lorsque la pénétration est jugée suffisante, on glisse délicatement mais bien à fond, une fine tige-canal permettant d'extirper la carotte, elle est ensuite fixée sur une réglette de bois rainuré à l'aide de ruban adhésif. La cavité résultant du carottage a été colmatée avec une baguette de bois pour éviter les infections causées par les insectes.

L'échantillonnage et la lecture des cernes ont été faits à la station INRF D'AZAZGA.

II.9.1. Préparation des carottes :

Au laboratoire, Les carottes obtenues ont été collées sur des réglettes en bois et ont été laissés sécher graduellement à l'air libre, puis sont poncés avec de papier à sabler.

Après cette opération, nous avons procédé aux opérations de datation, d'interdatation et de mesure des cernes.

II.9.2. Mesure de la largeur des cernes :

La mesure des largeurs de cernes a été effectuée à l'aide d'un instrument LIN TAP 5 relié à un logiciel d'enregistrement nommé DZAP WIN installé dans un micro-ordinateur avec une précision de 1/100 mm, le travail a été fait à la station régionale INRF d'Azazga.



Figure.8. : La machine LINTAB5 d'inter-datation et de mesure des épaisseurs des cernes.

II.10. Paramètres statistiques :

A : moyenne \bar{X}_t : est calculé pour chaque arbre sur toute la longueur de la chronologie. Elle est exprimée par la formule suivante :

$$\bar{X}_t = 1/N \sum_{t=1}^{t=n} X_{tc}$$

X_{tc} : Epaisseur du cerne d'une année t pour une chronologie c .

N : nombre de chronologie prise en compte.

\bar{X}_t : Croissance moyenne à l'année t .

B :Ecar type s : exprime les variations des individus par rapport à la moyenne, ce paramètre est obtenu par la formule suivante :

$$S = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2$$

C : Coefficient de variation cv : Il est défini comme le rapport entre l'écart-type et la moyenne, il permet d'exprimer l'écart relatif des valeurs à la moyenne (LEBOURGEOIS et MERIAN, 2012). Il est exprimé par le rapport

$$C = \sigma / \bar{X} \times 100$$

CV : Coefficient de variation.

σ : *Ecart – type* .

X : La moyenne

D : La sensibilité moyenne: utilisée pour caractériser la sensibilité des variations interannuelles des cernes. Elle s'exprime par :

$$SM = \frac{2}{n-1} \sum_{t=1}^n |X_{t+1} - X_t| / |X_{t+1} + X_t|$$

SM : Sensibilité moyenne.

N : Nombre d'années de la chronologie.

X_t et X_{t+1} : sont les épaisseurs de deux cernes successifs au cours des années t et t+1

La sensibilité moyenne permet de définir la variation moyenne entre deux épaisseurs annuelles successives (Fritts, 1976). Ce coefficient exprime l'ampleur des changements affectant à court terme l'épaisseur des cernes. Elle prend la valeur nulle pour deux cernes successifs égaux et la valeur 2 quand l'épaisseur de l'un d'entre eux est nulle (Fritts, 1976).

La sensibilité moyenne quantifie le signal climatique tel qu'il résulte de l'interaction des facteurs environnementaux (Tessier, 1982). Elle a été calculée pour les séries individuelles et de synthèses.

E : Le coefficient d'inter-datation (LI) : il est calculé pour les séries individuelles et maitresses par la formule suivant :(Messaoudene ,1989 in Rabhi, 2009)

$$R = \frac{\text{SM de synthèse}}{1/n \sum \text{SM individuelles}}$$

Il met en évidence le synchronisme entre plusieurs séries de cernes. Les valeurs les plus proche de 1 expriment un synchronisme maximum sans pour autant préjuger de l'intensité du signale climatique (Tessier, 1984 in Messaoudene, 1989 in Rabhi, 2009).

Le coefficient d'interdatation inter arbres est déterminé par le rapport de la sensibilité moyenne de la série de synthèse sur la moyenne des sensibilités moyennes individuelles, il permet une appréciation de l'homogénéité de la réponse aux facteurs climatiques des différents individus de la population (Tessier, 1984 in Messaoudene, 1989 in Rabhi).

Le coefficient d'interdatation inter station est exprimé par le rapport de la sensibilité moyenne de la chronologie globale sur la moyenne de la sensibilité moyenne des chronologies des différentes stations, il permet l'appréciation des similitudes de réponses au facteur climat d'une station à l'autre (Messaoudene, 1989 in Rabhi).

II.11. Approche spatiale de la régénération naturelle :

II.11.1.Méthode de mesure :

Mesure des coordonnées polaires (distance à un point central 'd' et azimute 'α') de tous les points d'une placette rectangulaire de 80 m X 50 m.

II.12.Les points localisés sont :

II.12.1.Transformation en coordonnées cartésiennes :

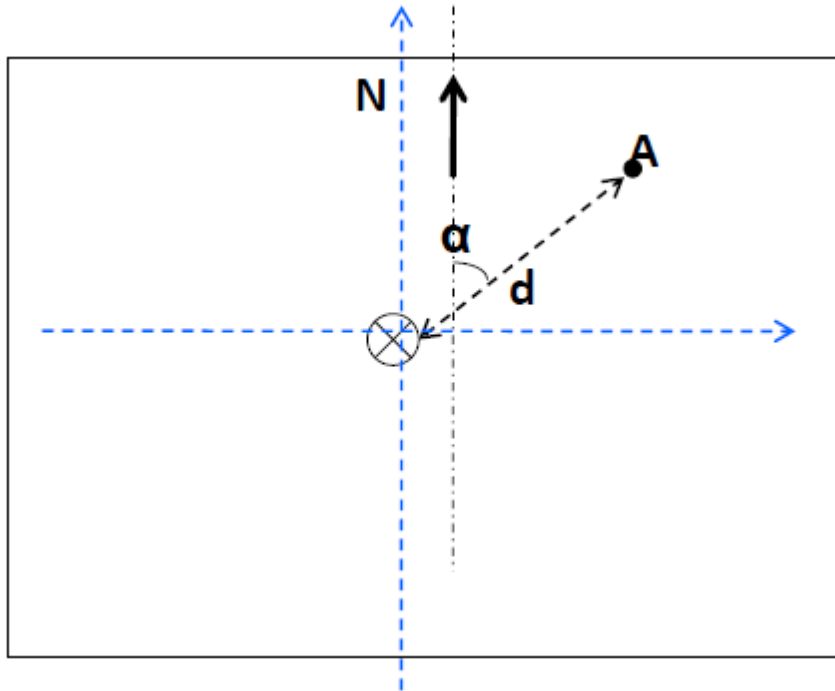
La direction de l'azimute est superposée sur l'axe des abscisses.

Donc :

$$X = d \cdot \cos \alpha$$

$$Y = d \cdot \sin \alpha$$

Pour avoir toutes les coordonnées positives : $O(0,0)$ devient $O'(-30,-20)$



II.13. Mesure de la projection des houppiers de chêne zéen :

Deux rayons perpendiculaires sont mesurés. L'azimute du rayon maximal, présentant l'extension convexe du houppier, est mesuré.

II.14. Présentation des houppiers de chêne sous forme d'ellipse :

Détermination des coordonnées (x,y) .

$$X = h + a \cdot \cos t$$

$$Y = k + b \cdot \sin t$$

Où :

x et **y** sont respectivement l'abscisse et l'ordonnée des points délimitant le grand et le petit axe de l'ellipse.

h et **k** sont respectivement l'abscisse et l'ordonnée de l'arbre.

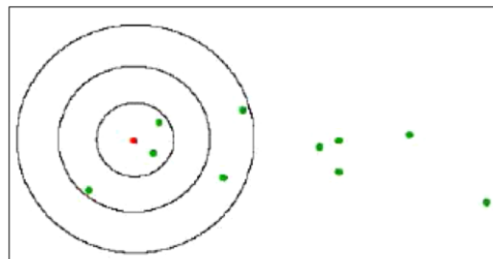
a : le premier rayon mesure suivant l'azimute.

b : le deuxième rayon perpendiculaire au premier.

t est un paramètre variant de 0 à 2π radian. Un intervalle de 15°C est utilisé pour présenter l'ellipse sur le plan cartésien (25 points).

II.15. Différentes relations spatiales: cèdre de l'Atlas/chêne zéen:

Pour les corrélations spatiales, nous avons utilisé les statistiques de Ripley. Le principe est expliqué brièvement dans le schéma ci-dessous.



$$\lambda K(d) = \sum \sum \frac{(t)_{ij}(d)}{n}, \quad i \neq j$$

$$\check{K}(r) = \lambda^{-1} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \left(\delta_{ij} \left(\| x_i - x_j \| \leq r \right) \right) / n$$

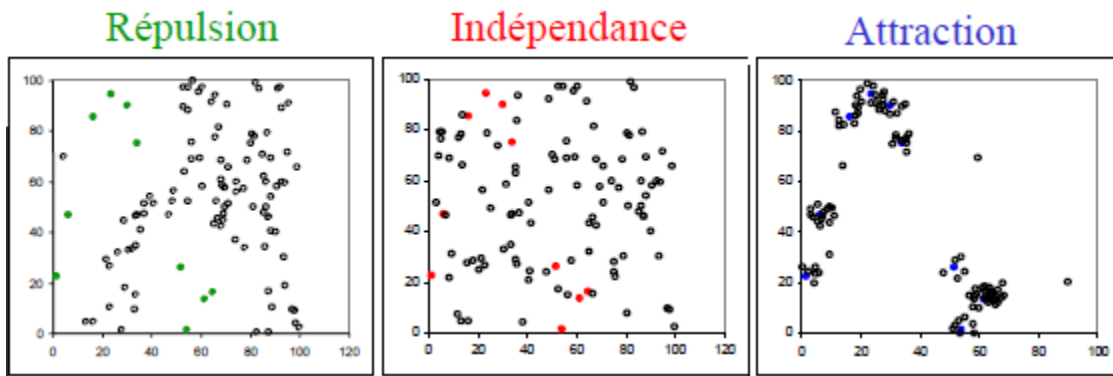


L(d)=0...aléatoire

L(d)>0 ...agrégée

L(d)<...régulière

$$\dot{L}(r) = \sqrt{\check{K}(r) / \pi \cdot r}$$



D'après la lecture de cette figure nous avons montré que il ya le phénomène d'attraction entre le cèdre et le chêne zéen ou bien le phénomène de facilitateur et ca du probablement au plusieurs factures éco biologique comme la température de sol et l'humidité a cause de la litière de chêne zéen et la nature des feuilles de chêne qui produire un très bonne humus.

Chapitre III :

Résultats et

discussion

III.1 Analyse des épaisseurs des cernes

III .1.1 Chronologies individuelles

Les figures (9 à 16) présentent les chronologies individuelles de chaque arbre sondé.

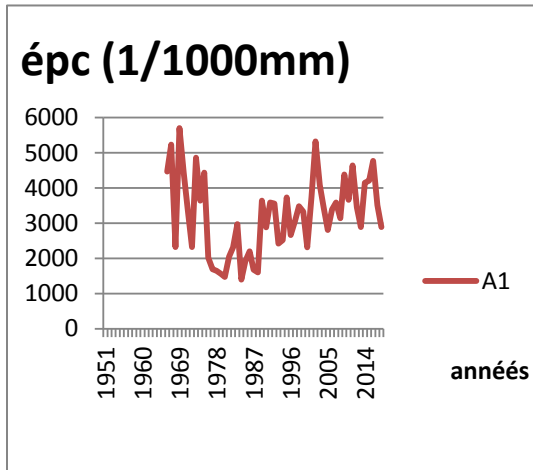


Figure.9 : courbes individuelles de l'arbre 1.

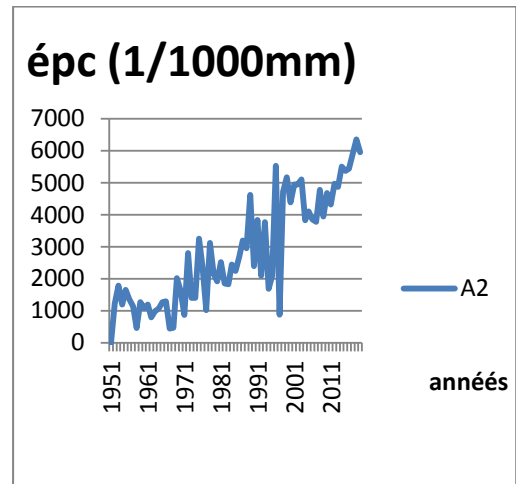


Figure.10 : courbes individuelles de l'arbre 2.

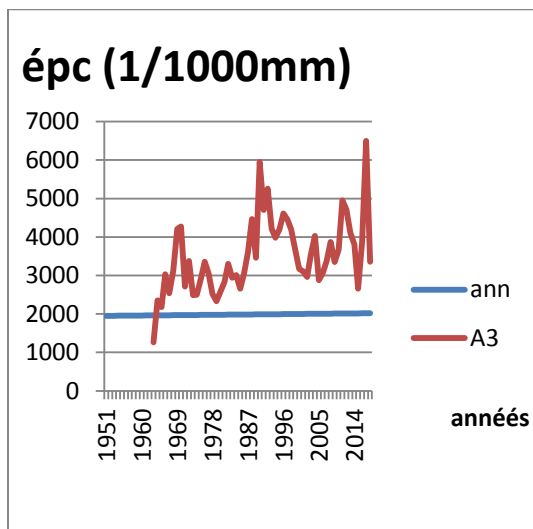


Figure.11 : courbes individuelles de l'arbre 3

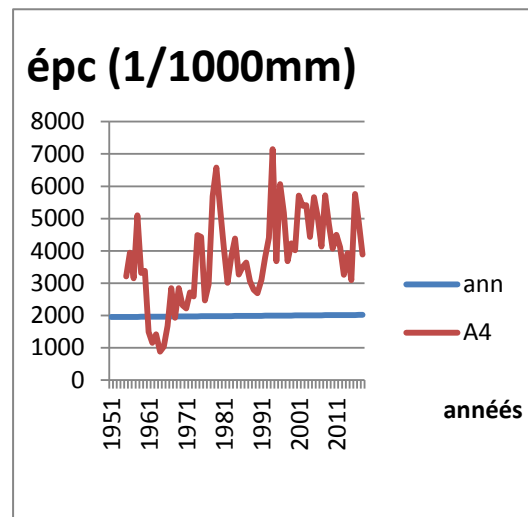


Figure .12 : Courbes individuelles de l'arbre 4

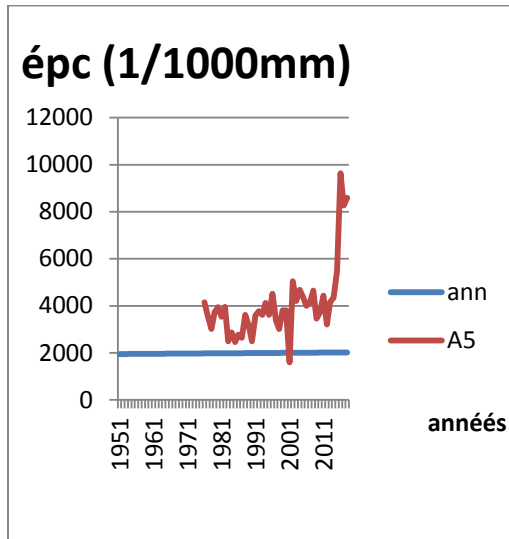


Figure.13 : courbes individuelles de l'arbre 5.

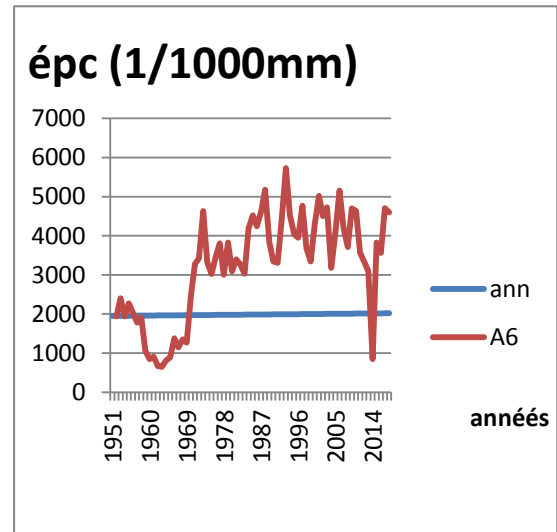


Figure .14 : courbes individuelles de l'arbre 6

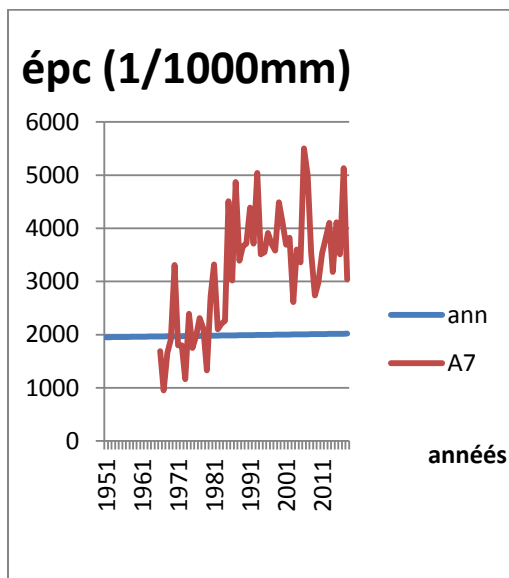


Figure .15: courbes individuelles de l'arbre7

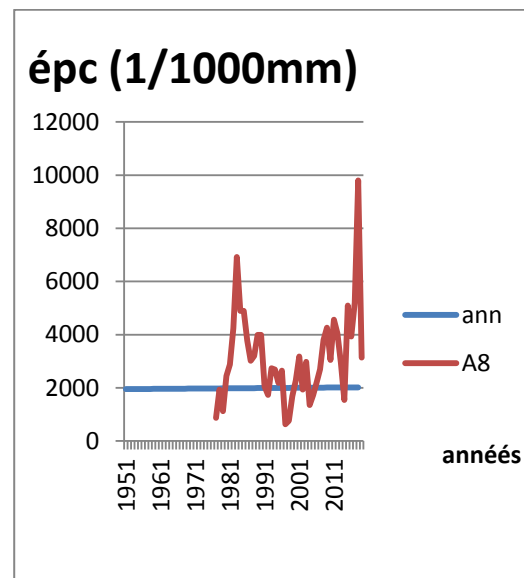


Figure.16 : courbes individuelles l'arbre 8

A partir des graphiques, il apparait que l'âge des individus de la station sont est compris entre 43 et 68 ans. et le cerne le plus mince est enregistré en 1966, il est d'une épaisseur de 0,45mm mesuré chez le sujet A2 alors que le plus épais est noté au niveau du sujet A8 durant l'année 2018 avec une valeur de 9,80mm.

III.1.2. Chronologie de synthèse :

D'après la figure 17, on remarque qu'il y a une augmentation de la croissance radiale à partir de 1951 à 1957, puis elle commence à diminuer jusqu'à 1963 puis augmente à des épaisseurs variables de 1963 à 2011. L'ECM semble augmenter à partir de 2014.

Donc cette courbe peut être divisée en deux périodes qui présentent deux rythmes de croissance. La première période correspond à des accroissements inférieurs à la moyenne (3.49mm), la deuxième correspond à des accroissements supérieurs à la moyenne.

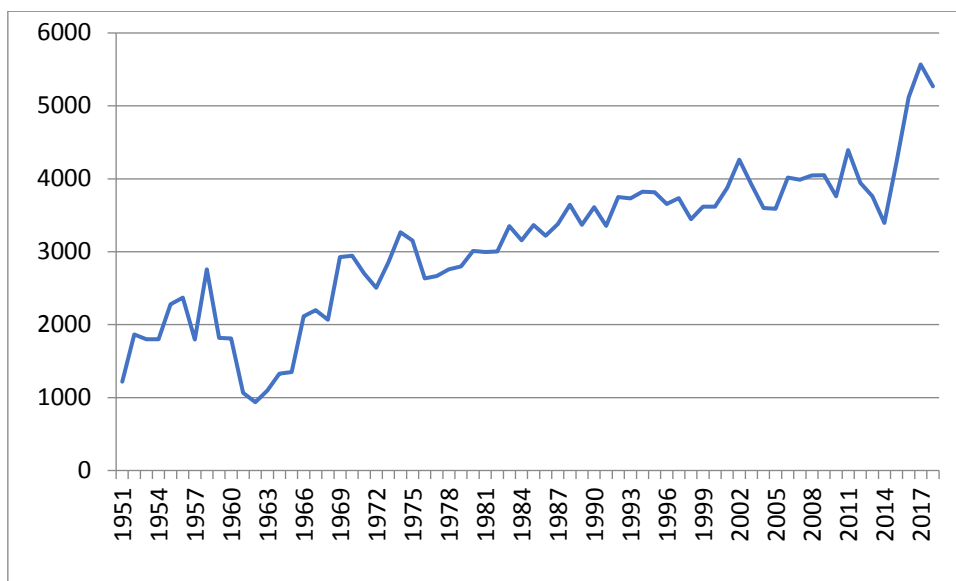


Figure .17 : la courbe de chronologie de la station

III.2. : Paramètres statistiques et dendrochronologiques**Tableau .3 :** Les paramètres statistiques et dendrochronologiques des chronologies de cèdre de l'Atlas.

	Age	Moy	max	min	Ecartype	Cv%	SM
A1	54	3218,302	5700	1400	1089,761	33,8614	0,275303
A2	68	3369,811	6360	450	1689,126	50,1253	0,358236
A3	55	3595,472	6500	1260	951,1745	26,4548	0,184112
A4	64	4046,981	7150	880	1382,187	34,1535	0,252181
A5	44	4036,047	9640	1600	1532,768	37,977	0,221513
A6	68	3689,245	5730	650	1349,067	36,5676	0,212966
A7	54	3191,509	5500	950	1094,265	34,2868	0,267668
A8	43	338,476	9800	630	1726,567	55,0129	0,402502
syn	68	3491,471	5567,5	936,6667	1008,21	28,8764	0,110459

A partir du tableau les valeurs de l'épaisseur des cernes qu'on estime pour l'arbre A8 qui on une valeur maximal de 9800 et une valeur minima de 450 pour l'arbre A2, qui on peut l'expliquer par une corrélation négative entre l'âge des arbres est les épaisseurs des cernes de ces arbres.

La sensibilité moyenne (S M) de chaque série de cerne joue un rôle d'indication sur l'intensité et le mode de réponse des arbres aux facteurs du milieu, notamment aux facteurs climatique (FRITTS, 1976), dans cette station les valeurs de la SM varient entre (0,18 et 0,40) plus grande valeur est enregistrée au niveau de l'arbre 8 alors que la plus faible est celle de l'arbre 3, les sujets de cette station sont sensible aux facteurs du milieu.

Le coefficient de variation renseigne sur les variation des accroissements par rapport à la moyenne, pour cette station les valeurs entre 55,01% et 28,87% qui est traduite par une faible a la moyenne variation des épaisseurs des cernes dans cette station.

Le coefficient d'inter datation est égal à 0,40. La valeur est relativement faible qui renseigne sur un synchronisme faible des arbres. Ceci est la conséquence du type complacente de la station.

III.3. Analyse spatiale de la régénération :

La figure 18 présente la position spatiale des arbres de cèdre de l'Atlas et de chêne zéen avec la schématisation des houppiers de chênes sous forme ellipsoïde.

L'analyse de cette figure montre qu'il existe trois stades en fonction de l'âge qui sont les fourrés, les gaulis et la première génération (arbres adultes).

En vois que les fourrés sont beaucoup plus para pour a les gaulis et la premier génération sa explique que il ya la germination des graine de cèdre et en vois que chaque stade forme un groupe il ya pas l'association entre les stades.

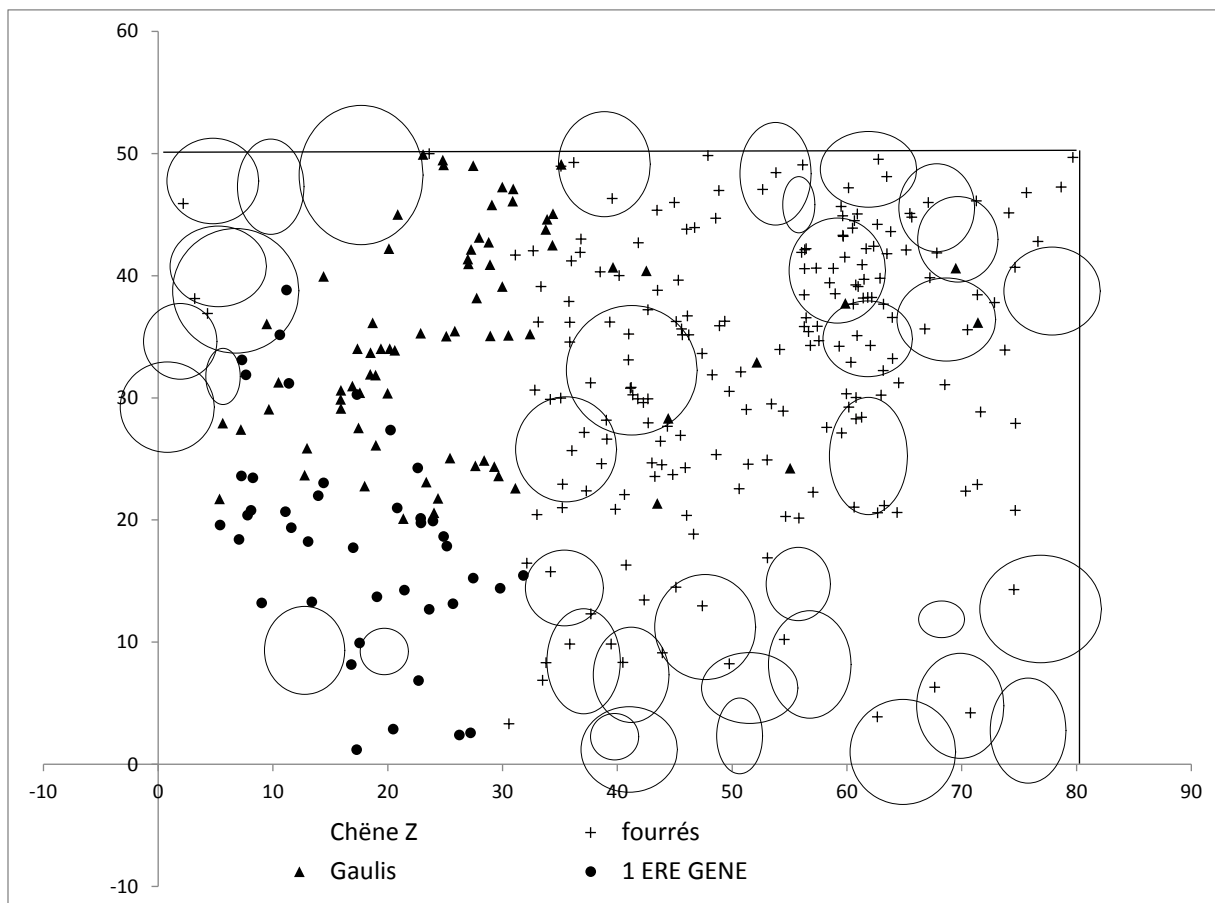
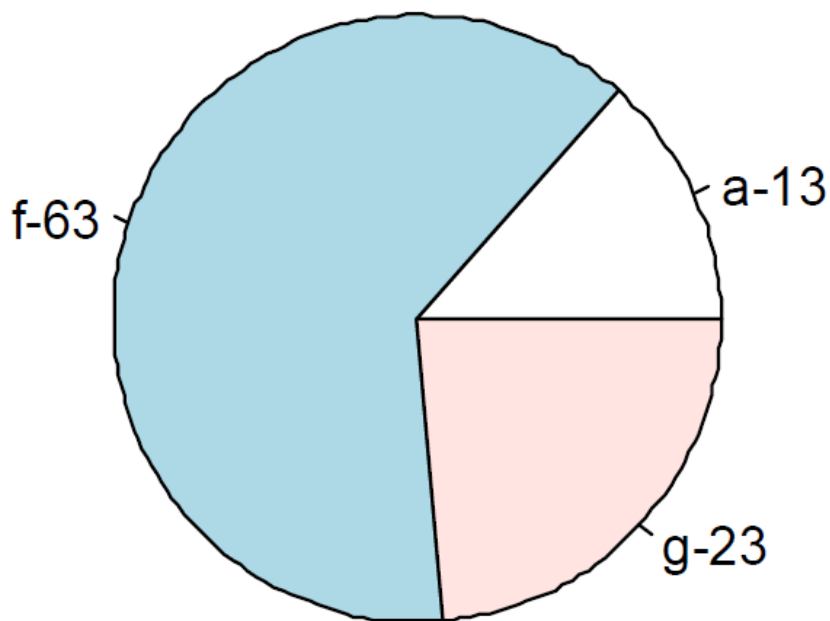
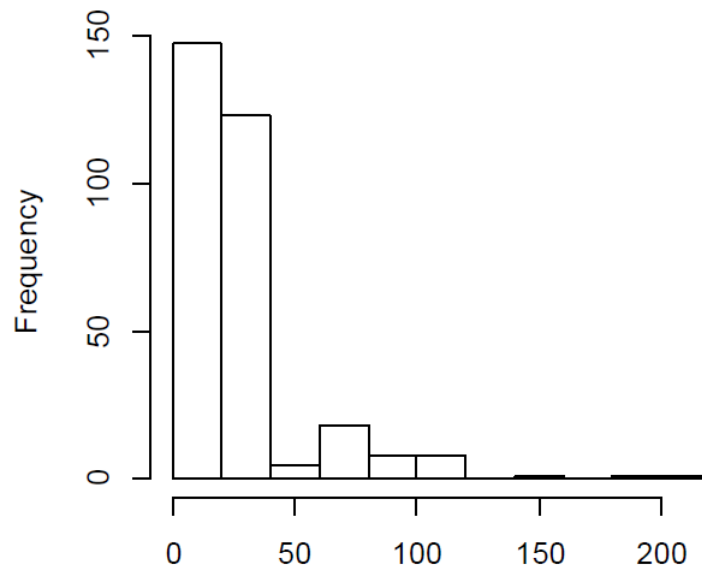


Figure .18 : la schématisation des houppiers de chênes sous forme ellipsoïde.

III.4.Description quantitative des arbres mesurés :



La lecture de la figure montre que les fourrés sont les plus élevés avec 63% suivis par les gaulis avec 23% et les adultes avec le pourcentage de 13%.

III.5. Présentation de la densité par la méthode de smoothing (densité par unité de surface) :

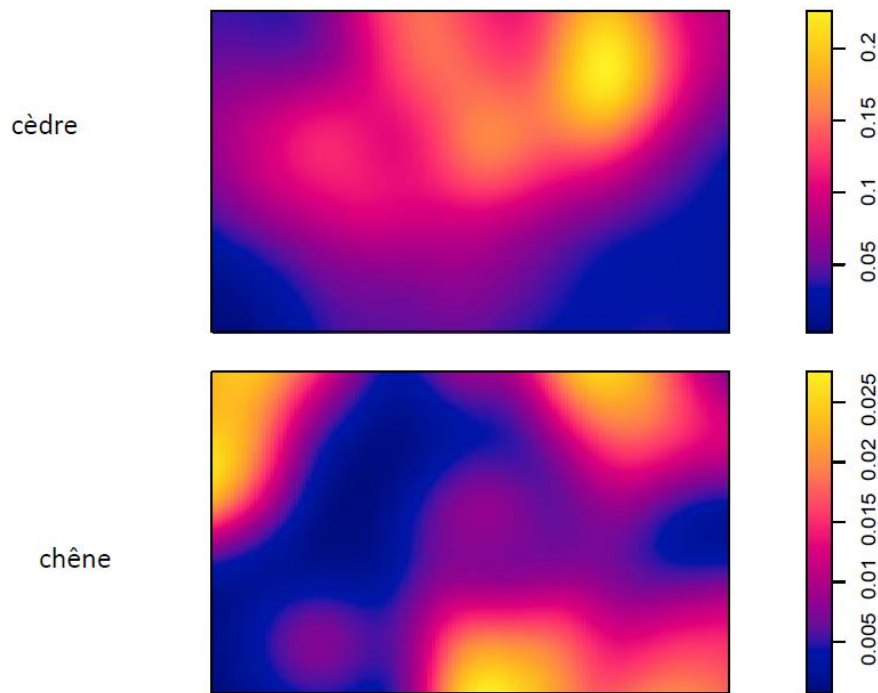


Figure .21 : la densité par unité de surface.

III.6. Validation du phénomène d'attraction (effet facilitateur) :

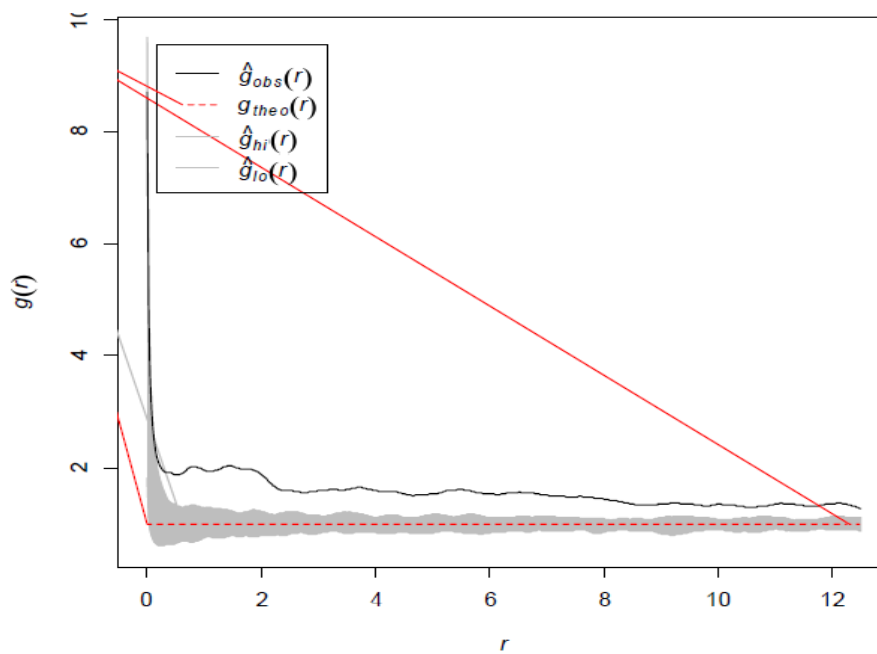


Figure .22 : Simulation de la fonction g de Ripley

La figure 22 montre que la courbe représentant la fonction g de Ripley est supérieure à 0, ce qui signifie une agrégation spatiale des individus. Cette agrégation serait les résultats du comportement éco-biologique du cèdre de l'Atlas. Les agrégations constatées sur terrain (figure 23) sont de deux types: (1) des cèdres qui se regroupent entre eux ou (2) des cèdres sous couvert de chêne zéen.

Le premier phénomène a été décrit par Vlashev (1987) qui remarque que dans les Babors, le cèdre surtout à découvert développe une stratégie de régénération en groupes d'individus serrés, ce qui provoque ensuite l'adhérence des semis et l'obtention à l'âge adulte de troncs multicoles. Quant à la deuxième stratégie, le caractère d'essence de demi-ombre du cèdre laisse penser qu'un abri latéral permet de protéger les jeunes plantations des vents chauds, par exemple des abris en genêt (Courbet et *al.*, 2012). Dans ce sens, les espèces de sous-bois accompagnatrices des cédraies peuvent favoriser la régénération de l'essence principale. Au Parc National d'Ifrane au Maroc, Dubé (2007) démontre que l'ouverture du peuplement et le recouvrement par le chêne vert peuvent contribuer positivement à la régénération du cèdre de l'Atlas.

En France, le cèdre bénéficie d'une grande facilité de régénération naturelle en association avec le chêne pubescent (Mille, 1986). La strate arbustive et même herbacée améliore la réceptivité des sols et protège les jeunes plantules de l'agressivité du climat. Pour faire face aux conditions difficiles de montagne (vents forts, neige, gel-dégel, fort ensoleillement estival en exposition sud) qui provoquent le déchaussement des semis.



Figure .23 : association cèdre avec chêne zéen

III.7. Corrélation marquée par la circonférence (compétition suivant la dimension des arbres).

La figure 24 présente la compétition suivant la dimension des arbres. Nous pouvons remarquer ce qui suit:

- le groupe 1 représente les arbres adultes ;
- le groupe 2 représente les arbres du stade gaulis;
- le groupe 3 représente les arbres très jeunes (stade fourré).

Ces groupes caractérisent au début par une discrimination suivant de croissance en grosseur. Du point de vue effectif, une diminution de groupe 1 et la 2 est constatée. Des sujets de plus en plus nombreux sont signalés à partir du groupe 3. Ces groupes sont distincts spatialement et temporellement.

Cette situation interprète une relation avec la dispersion des graines par le vent ou bien par les oiseaux, soit les réserves de sol.

Le recouvrement de la litière des feuilles de chêne zéen puisque celui-ci perd ses feuilles chaque année contrairement au cèdre qui perd ses feuilles chaque trois ans. La nature de ces feuilles détermine la qualité de l'humus. Il est prouvé que celui des feuillus est de meilleure qualité. Ceci pourrait procurer aux jeunes semis les meilleures conditions d'alimentations minérales, donc une meilleure installation de la régénération.

Par ailleurs, Lepoutre (1963) souligne qu'une litière épaisse et un substrat dur non réceptif sont défavorables à la germination et à la survie des semis ; ils empêchent la pénétration et l'ancrage des racines. Ces effets bénéfiques ont été pris en compte lors de la réalisation des reboisements.

En effet, au cours de la réalisation des reboisements dans l'Atlas blidéen en 1935, les plants ont été recouverts par des branchages de chêne vert issus du débroussaillage qui a précédé la préparation de la plantation. Pour le reboisement réalisé en 1998, les plants de cèdre ont été installés au milieu de cépées de chêne vert.

Cette pratique vise à protéger les jeunes plants des vents chauds qui peuvent causer leur dessèchement. En outre, la décomposition de ce paillage améliore la nutrition des plants et protège le sol contre les pluies et les vents (Rabhi, 2015). En outre, la décomposition de ce paillage améliore la nutrition des plants et protège le sol contre les pluies et les vents.

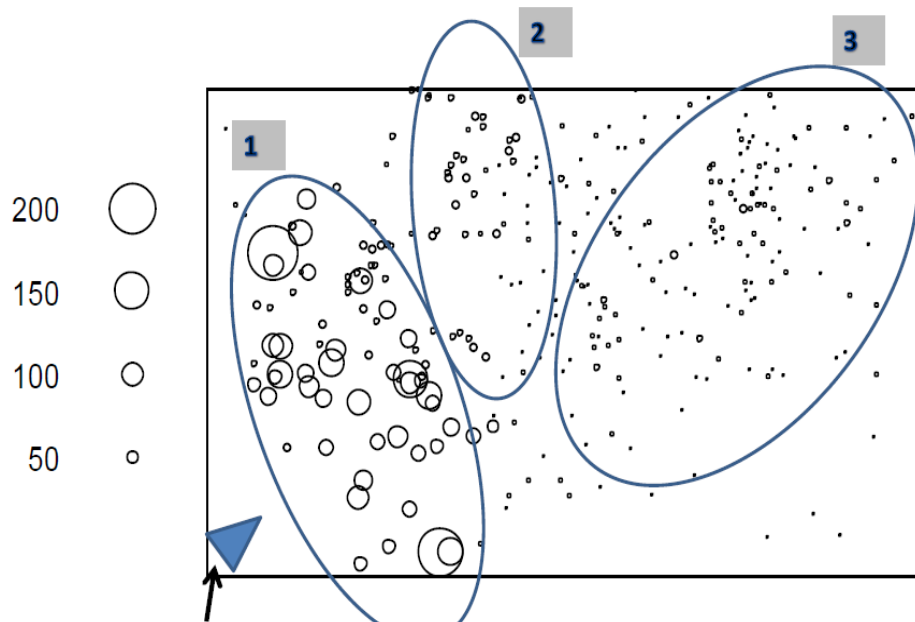


Figure.24 Bouquet, 1890
La compétition suivant la dimension des arbres

Conclusion générale

Conclusion générale

L'étude présentée dans ce mémoire a traité deux aspects: la croissance radiale (dendrochronologie) et l'approche spatiale de la régénération.

Pour la dendrochronologie, les résultats se résument ci-dessous:

- L'épaisseur des cernes qu'on a estimés est importante qu'on peut l'expliquer par le fait que la population est jeune et les conditions situationnelles sont favorables.
- Les paramètres écologiques étudiés expliquent la variabilité des arbres étudiés.

Les principaux résultats sur la régénération naturelle sont les suivants:

- la présence de la litière de chêne favorise la survie et le maintien des semis surtout quand ils sont encore jeune.
- l'attraction entre le cèdre de l'atlas avec chêne zéen.

Pour pouvoir conserver et mettre en valeur la cédraie nous préconisons les mesures suivantes :

L'aménagement et la sylviculture appliquée à la cédraie devrait prendre en considération les effets de compétition et de facilitation partiellement mis en évidence par la présente étude.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- 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. Ing. Fac. St. Jérôme, Marseille. 199 p.
- ABDESSEMED., 2010.** Comportement des semis du Cèdre de l'Atlas en conditions de stress thermique. Mémoire de magistère. Univ. Mentouri de Constantine. 128 p.
- ABOUROUH M., 1983.** Essai de mycorhisation de *Cedrus atlantica* en pépinière. Thèse Doct 3ème cycle .université Claude Bernard, Lyon I p 193-234.
- Alexandrian, D. (1992).** Forest trees: a technical French Mediterranean forest guide. Forest trees: a technical French Mediterranean forest guide., (Ed. 2).
- ANONYME, 1988.** Étude d'aménagement de la forêt dominale de l'Akfad ou, wilaya de Tizi-Ouzou et Bejaia. Etude du milieu. B.N.E.F. 90p.
- AUSSENAC G et GUHL J., 1990.** Ecophysiologie des cèdres (*Cedrus*Sp.), conséquences pour la sylviculture. Bull. Sci. Bot. For. 131. Actual Bot. (2/3/4), Pp : 384-398.
- Barriteau, V. E. (1994).** Gender and development planning in the post-colonial Caribbean: Female entrepreneurs and the Barbadian State (Doctoral dissertation, Howard University).
- Belghazi,S. (2000).** Business environment in Morocco Speeding the restructuring process. Critique économique, (1).309.
- BENABIDA., 1994 .** Biogéographie phytosociologique et phytodynamique des cédraies
- BENCHEKROUNF., 1993.** L'économie de la cédraie marocaine et son impact sur le développement des collectivités locales. Annales de Recherches Forestières du Maroc27 (spécial). Pp : 714-724.
- BENTOUATI, A. (1993).** *Première approche à l'étude de la croissance et de la productivité du Cèdre de l'Atlas (Cedrus atlantica Manetti) dans le massif de Bélezma* (Doctoral dissertation, Thèse Mag., In. Agr. Batna).
- BOUDY P., 1950.** Economie forestière Nord Africaine : Monographie et traitements des essences forestières. Ed. Larose, T 2(II), Paris, 878 p.
- BOUDY P., 1952.** Guide du forestier en Afrique du Nord. Éd. La Maison Rustique, 505 p.
- BOUDY P., 1952.** Guide du forestier en Afrique du Nord. Éd. La Maison Rustique. 505 p.
- BOUDY. P (1952) :** Guide du forestier en Afrique du Nord .Les essences forestières .Edition la maison rustique 505 p.
- BOUDY1950 :** Monographie et traitement des essences forestier en économie forestier xlord africain Edition L'AROSE. Paris T : 02 foscicule 01 .1950.p.boudy.

Références bibliographiques

- CHALABI B., 1980.** Etude écologique, dendrologique et dendrométrique du pin noir Algérien *Pinus nigra* Arn-sous esp *Clusaina clem.* Var *Mauritanica* Maire et Peyer) à Tikjda. Djurdjura. Mémoire. Ing. Alger. 78 p.
- DAGET P., 1977-** Le bioclimat méditerranéen : analyse des formes climatiques par le système d'Emberger. *Vegetatio*, Vol. 34, 2 : 87-103.
de l'Atlas (*Cedrus atlantica manetti*). *Ann. Rech. For. Maroc* T(27), 61-76
- DE VILMORIN G.B., 2003.** Histoires d'arbres. Ed. Jean-Paul Gisserot. Paris, 280p.
Département d'Agronomie. 104 p.
- DERRIDJ A. (1985):** Etude de l'écologie, de la régénération et des plantules du Cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti) .D.E.Ad'écologie rapport de stage .Université Paul Sabatier de Toulouse p1-28 .
- DERRIDJ A (1990) :** Etude des populations de *Cedrus atlantica*. *Manettien* Algérie. Thèse Doct. Université de Toulouse .282 p
du Parc National de Chréa. Essai d'interprétation synthétique des étages et des séries de la végétation de l'Atlas Blidéen. Thèse. Magist. Ins. Nat. Alger, 330p.
- EMILE R., DEMARTEAU M., FRANCOIS L., et CHEDDADI R., 2007.**
- EZZAHIRIM., BELGHAZI B., 2000.** Synthèse de quelques résultats sur la régénération naturelle du cèdre de l'Atlas au Moyen Atlas (Maroc). *Sécheresse* vol. 11 (2), 79-84. Ezzahiri M., Belghazi B., Bahmad M., 1994.
- GAUSSEN H., 1964.** Les gymnospermes actuelles et fossiles. *Trav. Lab. For. Toulouse*, Tome2 (1), Fasc. VII.Pp: 273-480.
- Guillaume, R. (2008).** Des systèmes productifs locaux aux pôles de compétitivité: approches conceptuelles et figures territoriales du développement. *Géographie, économie, société*, 10(3).
- 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. Mag., Dép. Agr. Batna, 131 p.
- HALITIM S., 2006.** Le cèdre en danger. *Lettre de Belezma*, n°10. 2p.
- HARFOUCHE A. et NEDJAH A., 2003.** Prospections écologiques et sylvicoles dans les cédraies du Belezma et de l'Aurès à la recherche de peuplements semenciers et d'arbre. *Rev. For. Fr.* Vol. 55, n°2, Pp: 113-122.
- Krouchi F 2010 :** Etude de la diversité de l'organisation reproductive et de la structure génétique du cèdre del'Atlas (*CedrusatlanticaManetti*) en peuplement naturel (Tala Guilef, Djurdjura nord-ouest, Algérie). Th. Doct.Ummto, 127p.

Références bibliographiques

- KROUCHI., 1995.** Contribution à l'étude de l'organisation reproductive du cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti) à Tala-Guilef Djurdjura Nord occidental. Thèse Magister Sci. Agro. Option foresterie. I.N.A. Alger, 105 P.
- KROUCHI., 2010.** Etude de la diversité de l'organisation reproductive et de la structure génétique du cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti) en peuplement naturel Tala-Guilef, Djurdjura Nord-Ouest, Algérie. Thèse Doctorat. Univ U.M.M.T.O, 227 p.
- LARIBI M., 1999** - Contribution à l'étude phytosociologie des formations caducifoliées à *Quercus canariensis* Wild. Tt Q. afares Pom. Du massif forestier d'Ath Ghorbi – Akfadou, thèse magistère en agronomie. Université de Tizi-Ouzou, 156 p.
- Lecompte, M., & Lepoutre, B. (1975).** Bilan de l'eau et conditions d'existence de la cédraie dans le moyen atlas basaltique (Maroc): Utilisation d'une+ analyse d'information mutuelle; entre les espèces et les variables du milieu. In *Annales de la Recherche Forestière au Maroc* (Vol. 15, pp. 149-269).
- LEPOUTRE B & PUJOS A., 1964.** Facteurs climatiques déterminant les conditions de germination des plantules de cèdre. *Ann. Forest. Maroc*, Tome 7, 23-54.
- LEPOUTRE B & PUJOS A., 1964.** Facteurs climatiques déterminant les conditions de germination des plantules de cèdre. *Ann. Forest. Maroc*, Tome 7, 23-54.
- 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. 23-54 p.
- M'HIRIT O. et BENZYANE M., 2006.** Taxonomie et répartition historique, in M'HIRITO, le cèdre de l'Atlas. Ed. Mardaga. Pp : 13-26.
- M'HIRIT O. et BLEROT P., 1999.** Le grand livre de la forêt marocaine. Ed. Mardaga.
- M'HIRIT O., 2006.** Le cèdre de l'Atlas. Mémoire du temps. Ed. MARDAGA. 288 p.
- M'HIRIT O., 2006.** Le cèdre de l'Atlas. Mémoire du temps. Ed. MARDAGA. 288 p.
- M'HIRIT O., 2006.** Le cèdre de l'Atlas. Mémoire du temps. Ed. MARDAGA. 288 p.
- M'HIRIT O., BENZYANE M. et BLEROT P., 2006.** Le cèdre de l'Atlas : Mémoire du temps, Éd. Mardaga. 245p in BARED abderezak2016.
- MALKI H., 1992.** Contribution à l'étude de l'influence du climat et des facteurs physiques sur la végétation naturelle du cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti) dans les monts du Belezma (Algérie). Thè. Doc. Université de Paris- Sorbonne. 187p.
- MEDDOUR R., 1994.** Contribution à l'étude phytosociologique de la portion centroorientale

Références bibliographiques

- MEDDOUR R., 2010.** Bioclimatologie, phytogéographie et phytosociologie en Algérie. Exemple des groupements forestiers et préforestiers de la Kabylie Djurdjurienne. Thèse. Doct. Agr. Option. Foresterie. Ins. M.M.T.O. 398p.
- MEDIOUNI K & YAHY N., 1994.** Phytodynamique et autoécologie du *Cedrus atlantica* dans le Djurdjura. Ann. Rech.For. Maroc T(27) (spécial), 77-104.
- Mediouni K & Yahy N., 1994.** Phytodynamique et autoécologie du *Cedrus atlantica*
- MESSAOUDENE M., 1989** – dendroécologie et productivité de *Quercus afares* POMEL et
- MESSAOUDENE N., 1986** -Etude de la croissance radiale du chêne afares (*Quercus afarespomel*) dans la forêt d'Akfadou et Beni Ghobri (Tizi-Ouzou). Rapport de D.E.A., univ d'Aix Marseille III, fac de St Jérôme, 38 P.
- MESTAR., 1995.** Cartographie physionomique et approche phytoécologique de la cédraie de Tala-Guilef Djurdjura Occidental. Dip. Magister I.N.A. El- Harach (Alger), P. 116
- M'HIRIT O., 1994.** Le cèdre de l'Atlas (*CedrusatlanticaManetti*) présentation générale et état des connaissances à travers le réseau Silva méditerranée "Le cèdre". Ann. Rech.For. Maroc, T (27). Pp : 3-21.
- NEDJAHY A., 1988.** La cédraie de Chréa. (Atlas Blideen) : Phénologie, productivité, régénération. Thè. Doc. Univ. De Nancy. 184p.
- Quercus canariensis* WILL.** Dans les massifs forestiers de l'Akfadou et de Beni Ghobri en Algérie. Th. Doct. ès sciences, univ. Aix – Marseille III, 123p.
- QUEZEL P., et BARBERO M., 1985.** Carte de végétation potentielle de la région Méditerranéenne. Méditerranée orientale. C.N.R.S. Paris. 69 P.
- RAHMANI 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. Université El-hadj lakdar. Batna. Faculté des sciences.
- Réponses de *Cedrus atlantica* aux changements climatiques passés et futurs. *Géo-Eco-Trop*, 31: 105: 146.
- SELTZER P., 1946**-Climat de l'Algérie inst. Météo. et Phys. du globe, univ.d'Alger 219 p.
- TERRAB A., PAUN O., TALAVERA S., TREMETSBERGER K., ARISTA M., et STUESSY T.F., 2006.** Genetic diversity and population structure in natural populations of Moroccan Atlas cedar (*Cedrus atlantica*; Pinacea) determined with cpSSR markers. *American Journal of Botany* 93(9). Pp: 1274-1280.
- TOTH J., 1970.** Plus que centenaire et plein d'avenir: le cèdre en France. *Revue forestière française*, vol. XXII, n°3: 355-364.

Références bibliographiques

TOTH J., 1970. Plus que centenaire et plein d'avenir: le cèdre en France. Revue forestière française, vol. XXII, n°3: 355-364.

TOTH J., 1984. La prévision des possibilités de récolte des cônes de cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti). *Ed. Bull*, pp : 38-40.

TOTH J., 1990. Croissance, sylviculture et production de cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti) implanté dans une zone de chêne vert (*Quercus ilex*) de la région méditerranéenne. Française. Ed. I.N.R.A. Vivaldi. Avignon. France. 40p.

TOTH J., 2005. Le cèdre de France -Etude approfondie de l'espèce. Ed. L'harmattan. Paris 207p.

TOTH, J (1980) : Le cèdre dans quelques pays du pourtour méditerranéen et dans deux autres pays à grandes importance forestières Forêt Méditerranéenne. T.II.n° 1, pp23-30.