

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche
Scientifique



UNIVERSITE DE BLIDA 1
Faculté des sciences de la nature et de la vie
Département de Biotechnologie



MEMOIRE DE MASTER 2

En Sciences Agronomiques
Option : Sciences Forestières

Thème

**Analyse de l'effet de l'arbre sur la production des cônes du
Cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti) dans la station
de Chréa (Parc National de Chréa)**

Par

ATMANE Lynda et TOUAHRI Souad

Devant le jury composé de:

Président : M ^r DRIOUECHE B.	MCB	USDB 1
Examinatrice : M ^{me} DJAËBOUB S.	MAA	USDB 1
Promotrice : M ^{me} LEMITI S.	MAA	USDB 1

Année universitaire : 2019/2020

Dédicace

Je dédie ce modeste travail

A mes chers parents, à la mémoire de ma sœur, à mon mari et mes enfants (IBRAHIM et SARA) que j'aime à la folie que DIEU protèges, à mes frères et sœurs ainsi qu'à leurs conjoints, à mes nièces et neveux, à toute ma famille à mes collègues de la promotion 2019-2020 de l'université Blida 1, à mes amis(es) et tous ceux que j'aime.

Madame ATMANE L.

Dédicace

Je dédie ce Modeste travail

A la mémoire de mes parents

A mon cher mari **Redah**

A mon très cher enfant **Yacine**

A mes chers frères et sœurs et leurs enfants

A mes chères amies particulièrement Samia

A toute ma famille

Madame Touahri S.

REMERCIEMENTS

*Au terme du présent travail, nous souhaiterons présenter nos plus sincères remerciements avant tout notre **DIEU** tout puissant pour tous les biens qu'il nous a donné et on le prie de nous guider toujours dans le bon chemin celui qui mène vers le paradis.*

Nos remerciements vont à notre promotrice Madame LEMITI S. Maitre assistante A, au département de biotechnologies, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie de l'Université Saad Dahleb (Blida 1), pour son aide, son orientation et ses conseils précieux.

On remercie très chaleureusement Monsieur DRIOUECHE B. Maitre de conférences B. au département de biotechnologies, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie de l'Université Saad Dahleb (Blida 1), d'avoir accepté de présider ce travail et Madame DJAËBOUB S. Maitre assistante A. au département de biotechnologies, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie de l'Université Saad Dahleb (Blida 1), d'avoir accepté d'être notre examinatrice.

Nous remercions également Mme TAKARLI F. ainsi que toute l'équipe du Parc National de Chréa pour l'accompagnement et les conseils sur le terrain.

Nos remerciements vont aussi à tous nos enseignants à qui on doit une immense reconnaissance et qui méritent tous le respect du monde pour le métier noble qu'ils exercent.

Moi Madame ATMANE L. je remercie vivement Monsieur DOUYAICHE M. Chef de Station de Beraki (INRF) pour son aide, son soutien et ses conseils pertinents.

Remercie également Belkacem et Basma du département de Biotechnologies, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie de l'Université Saad Dahleb (Blida 1).

Résumé

Cedrus atlantica est une espèce emblématique et noble de l'Afrique du Nord. De nos jours, cette espèce fait face à une situation inquiétante suite aux perturbations naturelles ou d'origine anthropique. Le présent travail a pour but de mettre en évidence les relations entre la production de cônes chez cette espèce et ses facteurs dendrométriques en relation avec les facteurs stationnels. A cet effet, deux zones appartenant à deux versants (nord et sud) ont été limitées avec un quadra de (20x20) m² dans le parc national de Chréa. Dans ce travail des contributions scientifiques les plus pertinents sur ce sujet ont été exposés à savoir le phénomène d'alternance entre les années de fortes et de faibles productions, ainsi que l'effet des paramètres dendrométriques (niveau de hauteur des branches, diamètre des troncs ou dimension de l'arbre ...) et stationnels (l'exposition, pente, recouvrement ...) sur la production de cônes chez le Cèdre de l'Atlas.

Mots clefs : Cèdre de l'Atlas, paramètres dendrométrique et stationnels, parc National de chréa, production de cônes.

Abstract

Cedrus atlantica is an emblematic and noble species of North Africa. Today, this species is facing a disturbing situation following to natural or anthropic disturbances. The objective of This present study is to find the relationships between the production of cones with trees parameters and with stationary factors. For this we sampled trees located in 2 stations of Chréa Forest (Blidean Atlas, Algeria), who have south and north orientation. In this study the high scientific contributions are exposed who have obtained the following results - alternation between years of abundant cone production and years of low production, the effect of orientation and localization of trees on production of cones, correlation between tree dimension and other parameters with production of cone...

Key words: *atlantica cedar*, tree parameters, national Parc of Chréa, cone production.

ملخص

شجرة أرز الأطلس من الأشجار التي ترمز إلى النبل في إفريقيا الشمالية. في وقتنا الحالي يواجه هذا النوع من الأشجار صراعا مع التغيرات الطبيعية أو الناجمة عن سلوكيات الإنسان. هدف دراستنا هذه هو تسليط الضوء على العلاقة المتواجدة بين إثمار الأرز و العوامل المتعلقة بموصفات الشجرة (كعلو الأغصان و محيط الجذع الخ.....) توازيا مع العوامل الخاصة بالموقع. لهذا الغرض تم تحديد موقعين احدهما شمالي والآخر جنوبي بواسطة مربعات ذات (20x20) م² الحظيرة الوطنية للشريعة

تطرقنا في دراستنا الحالية أيضا إلى عرض أهم النتائج المتحصل عليها من قبل باحثين في نفس المجال تتمثل في ظاهرة تعاقب السنوات ذات المحاصيل الضعيفة و ذات المحاصيل الوفيرة أيضا مدى تأثير العوامل الخاصة بالشجرة مثل علو الأغصان و محيط الجذع إلى غير ذلك على مردود الشجرة

كلمات البحث: أرز الأطلس موصفات الشجرة الاثمار الحظيرة الوطنية للشريعة

DÉDICACES

REMERCIEMENTS

RÉSUMÉ

ABSTRACT

ملخص

LISTE DES FIGURES

LISTE DES TABLEAUX

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION	01
CHAPITRE 1 : SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE	03
1.1 Généralités sur Le Cèdre de L'Atlas	03
1.1.1 Description du Cèdre.....	03
1.1.2 Taxonomique du Cèdre de l'Atlas	03
1.1.3 Aire de répartition du cèdre de l'Atlas.....	03
1.1.3.1 Aire naturelle	03
1.1.3.2 Aire d'introduction	04
1.1.4 Caractéristiques botaniques du cèdre de l'Atlas	05
1.1.5 Particularités du cèdre de l'Atlas	07
1.1.6 Importance du cèdre de l'Atlas	08
1.2 Reproduction du Cèdre de l'Atlas	09
1.2.1 Régénération du cèdre	09
1.2.2 Cycle de reproduction du cèdre de l'Atlas	09
1.2.3 Etapes de la régénération naturelle du cèdre de l'Atlas	12
1.3 Caractéristiques physiologiques du Cèdre de l'Atlas	14
1.3.1 Caractéristiques éco physiologiques du Cèdre de l'Atlas selon les étages bioclimatiques	14
1.3.2 Influence des facteurs écologiques sur le cèdre de l'Atlas	15
1.4 Ennemis du cèdre	17
1.4.1 Les insectes	17
1.4.2 Les champignons	17
1.4.3 Les animaux	18
1.4.4 L'homme	18
CHAPITRE 2 : MATERIEL ET METHODES	19
2.1 Objectif de l'étude	19
2.2 Présentation de la région d'étude	19
2.2.1 Historique	19

2.2.2	Localisation	19
2.2.3	Milieu physique	21
2.2.4	Les données climatiques	22
2.2.5	La synthèse climatique	24
2.2.6	Les richesses naturelles du Parc National de Chr�ea	26
2.3	Méthodologie	28
2.3.1	Présentation du site d'étude station des quatre bancs	28
2.3.2	Outils nécessaire pour l'échantillonnage	29
2.4	Analyses statistiques	30
	CHAPITRE 3 : DISCUSSION	31
3.1	Phénomène d'alternance entre les années de production de cônes	31
3.2	Effet de l'exposition	32
3.3	Effet de l'arbre.....	33
3.4	Corrélation entre la dimension de l'arbre et la capacité de reproduction.....	33
3.5	Position des arbres au niveau des stations.....	33
3.6	La production des cônes par niveau de hauteur des branches.....	34
3.7	Effet de la station	34
3.8	Effet du recouvrement sur la production de cônes	34
	CONCLUSION ET PERSPECTIVES	35
	REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	36

LISTE DES FIGURES

Fig. 1 : Aire de répartition naturelle du cèdre de l'Atlas.

Fig. 2 : Quelques organes du cèdre et disposition des aiguilles et des cônes sur les rameaux.

Fig. 3 : Les étapes de la régénération naturelle du cèdre de l'Atlas.

Fig. 4 : Carte géographique du parc national de chréa.

Fig. 5 : Limites du Parc National de Chréa

Fig. 6 : Diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gaussen du PNC

Fig. 7 : Localisation de la région de Chréa dans le climagramme d'Emberger

Fig. 8 : Station des quatre bancs de deux versants nord et sud.

Fig. 9 : Station des quatre bancs extrait (google Earth).

Fig. 10 : Quelques appareils nécessaires pour effectuer les différentes mesures sur le terrain.

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Représentation chronologique du développement du cèdre de l'atlas de la reproduction à la dissémination

Tableau 2 : Les principales données climatiques concernant les stations à Cèdre d'Algérie.

Tableau 3 : Moyenne des températures et des précipitations dans le Parc National de Chréa (2000- 2014)

INTRODUCTION

La forêt est considérée comme un écosystème ayant des rôles multiples qu'il convient de conserver ou de restaurer. C'est un conservatoire de biodiversité excellent parce qu'il existe plus d'espèces animales et végétales dans ce biotope que dans les milieux ouverts (Dajoz, 2007), en plus, chaque élément vivant a un rôle précis pour l'écosystème forestier que nous devons pas interrompre pour préserver le correct fonctionnement.

Le Parc National de Chréa (Atlas Blidéen) est parmi les régions les plus riches en matière de biodiversité, Les formations forestières du parc sont à base du cèdre de l'Atlas (1200 ha) qui est l'essence noble des hautes montagnes de l'Algérie (Boudy, 1950) et a toujours suscité un intérêt en raison de ses nombreuses caractéristiques, sa rusticité et sa qualité du bois (El Azzouzi et Keller, 1989 ; Messaoudene et al., 2004) et une faible sensibilité au feu et une valeur esthétique remarquable (Toth, 1978 ; M'hirit, 1982).

Les forêts de *Cedrus atlantica* formant l'un des paysages remarquables des montagnes d'Algérie (27 000 ha) et du Maroc (130.000 ha) (Benabid, 1994 ; Terrab et al., 2008). Ces peuplements constituent un capital forestier de première importance à plusieurs points de vue écologiques, sociaux, économiques et touristiques (Quezel et Medail, 2003).

Le Cèdre de l'Atlas, Arz el Atlas en Arabe ou Idil en berbère, est une espèce endémique à l'Afrique du Nord rare et menacé, cette espèce est distribuée sur les montagnes de 1400 à 2600 m d'altitude (Mate, 1997). Sa longévité peut aller jusqu'à 1000 ans et plus (Boudy, 1952).

L'action conjuguée de la pression anthropique et les problèmes phytosanitaires ainsi que l'aridification du milieu a provoqué une déstabilisation de l'écosystème du Cèdre de l'Atlas et menace sa pérennité depuis des années.

Plusieurs travaux de recherche se sont intéressés à la richesse et la diversité faunistique et floristique des forêts dans l'Atlas Blidéen ainsi les influences biotiques et abiotiques sur le Cèdre de l'Atlas (Halimi, 1980), (Larid, 1989);

(Doumandji et Doumandji- Mitiche, 1993) (Mazari, 1995), (Sbabdj, 2012), (Lahrech et khenafif, 2018), et même d'autres.

Bien que la littérature scientifique, en ce qui concerne le Cèdre de l'Atlas, traite de divers domaines d'intérêts pour son développement, sa protection, sa productivité..., elle reste très faible quand il s'agit de comprendre certaines relations et effets exogènes comme endogènes. Nous avons noté, en initiant le présent travail de recherche, que certaines connaissances quant aux interactions entre les facteurs biotiques et abiotiques des cédraies restent mal connues.

Dans ce travail il était question d'examiner la variation de la production de cônes (inter-individus de la même station et inter-stations) ainsi que quelques paramètres dendrométriques des sujets de Cèdre de l'Atlas. Cette étude a porté sur deux sites de différentes orientations (versant Nord et versant Sud) au sein du Parc National de Chréa, malheureusement avec la surgie de la pandémie (Covid-19) qui a bloqué et figé toute activité entre autre nos sorties sur le terrain en mois de Mars et Avril et même après, nous nous contentons de faire la comparaison des résultats obtenus précédemment par d'autres auteurs.

Le présent travail s'articule ainsi autour de trois parties. Un premier chapitre synthétisant la bibliographie et la monographie spécialisée sur le Cèdre de l'Atlas, le second chapitre est consacré à la présentation de milieu d'étude, aux aspects méthodologiques et au matériel indispensable pour la réalisation des essais expérimentaux nécessaires. La discussion est analysée en troisième chapitre, elle porte sur la comparaison des résultats obtenus par d'autres auteurs qui ont déjà travaillé sur ce thème cette contribution scientifique est clôturée par une conclusion et perspectives.

CHAPITRE 1 : SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

1.1 Généralités sur le Cèdre de l'Atlas

1.1.1 Description du cèdre

Le Cèdre est un arbre majestueux de grande taille, actuellement sur la base de critères biogéographiques, de nombreux taxinomistes s'accordent pour une classification du cèdre en 4 espèces (Mitchel, 1985 in Bariteau et *al.* 1999) : *Cedrus atlantica* Mannetti (1855) au Maroc et en Algérie, *Cedrus brevifolia* Henry à Chypre, *Cedrus libani* Rich (1823) au Liban, en Syrie et en Turquie et *Cedrus. deodara* Don (1830) en Afghanistan et en Inde.

1.1.2 Taxonomique de Cèdre de l'Atlas

Selon (Quezel & Santa, 1962) la position taxonomique de Cèdre de l'Atlas est identifiée comme suit :

Embranchement : Spermaphytes

Sous embranchement : Gymnospermes

Classe : Vectrices

Ordre : Coniférales

Famille : Pinacées

Sous famille : Abiétées

Genre : *Cedrus*

Espèce : *Cedrus atlantica* (Manneti, 1855)

1.1.3 Aire de répartition du Cèdre de l'Atlas

1.1.3.1 Aire naturelle

La localisation du Cèdre de l'Atlas est disjointe, elle est liée à l'orographie du Maghreb : d'Algérie (27 000 ha) et du Maroc (130.000 ha) (Benabid, 1994 ; Terrab et *al.*, 2008)

- Au Maroc : elle détient la plus grande superficie ou son aire d'implantation y est approximativement cinq fois plus grande qu'en Algérie (Demarteau et *al.*, 2007). Cette essence est répartie dans les chaînes de montagnes du

Moyen Atlas oriental et central, du Haut Atlas oriental et du Rif (M'herit, 1994).

- En Algérie, les massifs de cèdres sont très dispersés et beaucoup plus petits qu'au Maroc (Emberger, 1938). Ils sont éparpillés en îlots discontinus dans le tel central et les Aurès (BNEDER, 2009) et en général, ils sont repartis sur deux blocs:
 - **L'Atlas Tellien** caractérisé par un climat méditerranéen subhumide (les monts de Djurdjura (Tala Guilef, Tikijda et Ait Ouabaine) les monts du Babors et de Chréa ainsi que celle de Thniet el Had).
 - **L'Atlas Saharien** caractérisé par un climat semi-aride aux monts de Hodna, Belezma et dans les Aurès (Boudy, 1950). Ce deuxième bloc est le plus important du point de vue superficie, il occupe les montagnes méridionales continentales de l'Atlas Saharien, ce sont des cédraies sèches (Zeraia, 1969). (Fig. 1)

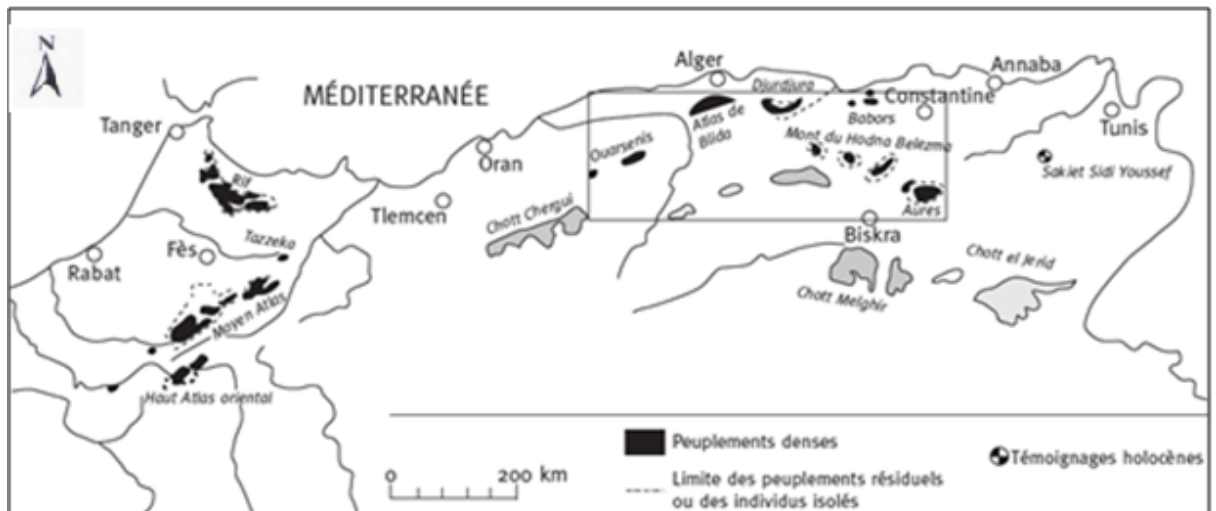


Fig. 1 : Aire de répartition naturelle du cèdre de l'Atlas (Yahi et Djellouli, 2010)

1.1.3.2 Aire d'introduction

Le Cèdre de l'Atlas a été depuis longtemps l'une des espèces de reboisement les plus utilisées dans la région méditerranéenne (Ripert et Boisseau, 1994). Les Cèdres ont été introduits dans de nombreux pays, pour le reboisement ou comme arbres d'ornement dans les parcs et les jardins publics grâce à sa grande valeur esthétique (Toth, 1980). Dans le sud de la France, il fut introduit

pour la première fois en 1862 sur une superficie de 10-15 ha dans le reboisement (Toth, 1971, 1994). Il a été également introduit en Portugal en 1935 (Toth, 2005), en Italie en 1964 (Brunetti et *al.*, 2001 ; Andrea et Roberto, 1994), en Espagne, les États Unis (M'hirit, 1994) en 1876 pour la Bulgarie (Delkov et Grozev, 1994) et en Hongrie en 1955 (CSABA, 1994) et en Tunisie (Dahman et Khouja, 1994 ; Lasram, 1994).

1.1.4 Caractéristiques botaniques et dendrométriques du Cèdre de l'Atlas

La taille de Cèdre de l'Atlas peut atteindre ou même dépasser 50 m de hauteur et son diamètre est de 2 à 3 m chez les sujets âgés (Boudy, 1952).

1.1.4.1 Le système racinaire : Son enracinement pivotant, ramifié et très étendu, lui assure une bonne stabilité, les racines obliques sont très fortes, colonisent les sols profonds et humides (Toth, 1970).

1.1.4.2 Le port : Le cèdre est doté d'un port droit-conique et ou pyramidal à l'état jeune (Boudy, 1952), il prend une forme tabulaire en vieillissant (Debazac, 1964).

1.1.4.3 L'écorce : Son écorce est épaisse de couleur jaune brun à l'état jeune puis vire en brun grisâtre crevassée (Benslimane, 1989).

1.1.4.4 Les branches : Elles naissent isolement sur le tronc et portent une multitude de petits rameaux qui se situent tous dans le même plan, finissant par donner à l'arbre sa silhouette tabulaire et irrégulière (Boudy, 1950; Boudy, 1952; M'hirit, 2006). Les rameaux ne sont jamais verticillés, ils sont de deux sortes: Les rameaux longs de couleur grise jaunâtre pubescents qui ne poilent que des aiguilles isolées pendant la première année. Les rameaux courts trapus, insérés sur les précédents et terminés par un bouquet d'aiguilles très nombreuses et très serrées. (Arbez, 1987).

1.1.4.5 Les feuilles: Les feuilles du cèdre sont groupées au sommet de courts rameaux en petits bouquets tétragones souvent incurvées dont les aiguilles sont de longueur de 1 et 2 cm (Benslimane, 1989). Les aiguilles sont persistantes, aiguës, isolées sur les rameaux, ayant des stomates sur les trois faces, et dotées d'apex pointu (Maire, 1952), de couleur gris bleu et vivant généralement 3ans (Boudy, 1950)

1.1.4.6 Les organes de reproduction : La fructification du cèdre de l'Atlas débute vers l'âge de 35 à 40 ans mais ses cônes ne sont abondants qu'à 60 ans (Boudy, 1950).

Le cèdre de l'Atlas est une essence monoïque dont les inflorescences sont portées par des rameaux courts, toutefois on peut retrouver des sujets dioïques et certains arbres offrent, par branche, une séparation chatons mâles, cônelets femelles (Gaussen, 1964 in Toth, 1978).

a. Les chatons mâles : Selon (Toth, 2005) l'inflorescence en chatons solitaires de 4 à 5 cm de longueur et de 1 cm de diamètre à maturité, elles sont de couleur jaune verdâtre et de forme cylindro-conique, apparaissent en Juin de l'année « N » au milieu d'une touffe d'aiguilles, il arrive à maturité vers la mi-septembre de la même année (Derridj, 1990). La production de pollen nécessite un contrôle génétique car conditionnée par l'année et par l'arbre, (Pichot et al, 2006 in Chaou et al, 2012). (Fig. 2)

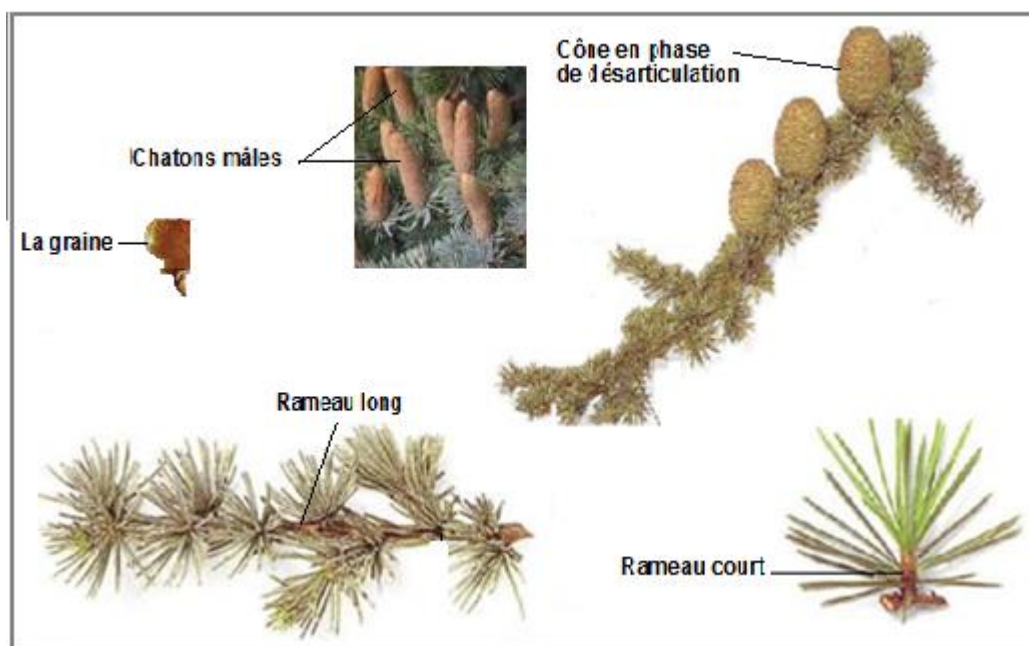


Fig. 2 : Quelques organes du cèdre et disposition des aiguilles et des cônes sur les rameaux modifiée (Matthew Ward Bordas, 1992)

b. Les inflorescences femelles : L'inflorescence femelle est solitaire elle apparaît vers la fin de Août de l'année «N » (Derridj, 1990). Mesure 1 cm de longueur et quelques millimètres de diamètre avec une couleur vert bleuté, ensuite elle se développe en cône (Toth, 2005).

1.1.4.7 La graine : Le cône est cylindrique de 5 à 8 cm de long, vert avant maturité puis brun, son sommet est aplati (Debazac, 1964). Le nombre de graines fertiles augmente avec l'âge de l'arbre (Toth, 1973). La graine est marron-roux, sub-triangulaire, longue de 10 à 15 mm, tendre, très résineuse, à aile large (Poids de 1000 graines : 60 à 100g) (Debazac, 1964).

a. La récolte des graines de Cèdre : La période de maturation (pouvant atteindre plusieurs semaines). Toutefois, en fin de saison (mois de novembre-décembre), la désarticulation peut être précipitée par le gel de cônes imprégnés d'eau. La récolte doit être faite au moment où les écailles supérieures des cônes commencent à s'entrouvrir sous l'action du soleil et de la pluie. La production des cônes n'est pas régulière, elle a lieu tous les 2 ou 3 ans, avec généralement une production exceptionnelle tous les 5 ans. Pendant les années à faible production, il est préférable de ne pas récolter les graines leur pouvoir germinatif est très mauvais. (George, 1980).

b. Traitement et conditions de conservation des graines de Cèdre : Une fois les cônes récoltés, ils sont décortiqués à la main comme suit : le cône est maintenu fermement dans les deux mains, au quel un mouvement de rotation est appliqué en sens inverse pour les deux mains ceci sépare les écailles et les graines du rachis. Mais pour les cônes moins mûrs, et sachant que les cônes de cèdre ont la particularité de s'ouvrir sous l'action de l'humidité, on doit les faire tremper dans des bacs remplis d'eau où ils sont immergés (pendant 48 heures, parfois plus). Les graines sont ensuite désaillées, séchées et conservées en général dans des chambres froides si leur utilisation doit être faite dans un délai supérieur à six mois (George, 1980)

1.1.5 Les particularités du Cèdre de l'Atlas

Le Cèdre résiste à des températures pouvant aller de -20 à + 39°C pour des précipitations variant de 400 à 1500 mm (Boudy, 1950 ; Toth, 1978 ; M'hirit, 1982). En condition de stress hydrique, le Cèdre de l'Atlas maintient son activité physiologique jusqu'à des niveaux de sécheresse très prononcée (Finkelstein,

1981 ; Aussenac et Valette, 1982 ; Aussenac et Finkelstein, 1983). Compte tenu de sa rusticité, il se rencontre sur des substrats et des sols variés. À Chréa, quelques endroits se situent essentiellement sur des schistes du Crétacé inférieur, plus ou moins argileux (Faurel, 1947 ; Meddour, 1994), donnant naissance sous les cédraies à des sols bruns lessivés (Killian et Martin, 1957).

1.1.6 Importance du Cèdre

Le cèdre a une grande valeur esthétique (Toth, 1980) et le succès constaté des introductions est lié à sa grande plasticité ainsi qu'à une bonne résistance au feu et aux insectes (Toth, 1980 ; M'hirit, 1987).

Le bois du Cèdre de l'Atlas est résistant aux intempéries et aux champignons lignivores (Jacquot et Fougerousse, 1972). Cette espèce est de grand intérêt écologique et socio-économique, reconnue pour son bois noble de qualité supérieure à celle de tous les pins dans la zone méditerranéenne, qui est utilisé en menuiserie, ébénisterie, en artisanat et ou même comme matériaux de construction, il rentre dans la fabrication de chalets de Montagne, la charpente, les poteaux, le placage intérieur, les meubles rustiques. Les produits d'éclaircie peuvent être utilisés également en papeterie, mélangés en faible quantité avec les pins (M'hirit, 2006).

Grâce à sa grande facilité de régénération naturelle dans les étages de chêne vert en Afrique du Nord il assure la pérennité des peuplements et permet des reboisements économiques par point d'appui (M'hirit et Benzyane, 2006).

Et à son feuillage peu inflammable, Il est utilisé comme protection contre l'incendie (Alexandrian et Gouiran, 1992 ; Aussenac, 1981). Il protège, améliore et maintient l'équilibre biologique du sol (Toth, 1990). Ses aiguilles sont utilisées comme fourrage pour le bétail durant les périodes d'enneigement, (Bahri, 2007). Concernant ses produits secondaires, Le cèdre peut également produire une huile essentielle aromatique qui a des propriétés antiseptiques. (Toth 1990) a signalé que la résine et l'huile de Cèdre, dans l'antiquité, étaient très recherchées. Utilisées par les Egyptiens pour embaumer les morts et pour enduire les objets. Et selon (Becker et *al.*, 1983 in Beloula, 2010) le Cèdre peut même fournir de la térébenthine.

1.2 Reproduction du Cèdre de l'Atlas

1.2.1 Régénération du Cèdre

La régénération 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 et 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 entrecoupées d'années sèches.

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). La fructification apparaît comme le facteur déterminant pour la régénération naturelle des forêts et leur distribution spatiale (Ezzahiri et Belghazi, 2000).

1.2.2 Cycle de reproduction du cèdre de l'Atlas

La durée de la période juvénile est de 15 à 30 ans (Toth, 2005). Le cycle de reproduction du Cèdre s'accomplit en 3 ans et peut même aller jusqu'à quatre ans si les conditions écologiques sont défavorables (Ezzahiri et Belghazi, 2000). Le cycle de reproduction du cèdre de l'Atlas commence par une initiation florale au cours de l'année (**N**), une pollinisation d'automne de la même année (**N**). Après la dormance hivernale, survient la fécondation durant l'année (**N+1**) qui s'accompagne d'une augmentation du poids du cônelet fécondé, qui acquiert sa maturité morphologique à la fin décembre de l'année (**N+1**). Quant à sa maturité physiologique, il ne va l'acquérir que tard dans la deuxième année (**N+2**). La désarticulation des cônes sera en automne de l'année (**N+2**), elle est favorisée par les pluies. Les graines dispersées en automne séjournent au sol durant l'hiver et peuvent être recouvertes d'une couche de neige qui leur assure une sorte de stratification au froid humide les préparant à la germination au cours du printemps (Krouchi, 2010).

Selon (Till, 1985 in Demarteau et *al.*, 2007), en résumé Le cycle de reproduction du cèdre de l'Atlas s'étale sur 3 années comme suit :

-**Année 1** : apparition des cônes, « floraison » et pollinisation.

-**Année 2** : fécondation des ovules par les gamètes mâles et croissance des cônes.

-**Année 3** : Maturation des cônes et leur désarticulation et dissémination des graines.

- **Année N**

Les inflorescences mâle et femelle n'apparaissent pas en même temps. Les chatons mâles apparaissent fin juin sous forme de bourgeons arrondis entourés d'une pellicule cireuse qui disparaît pour faire apparaître un petit cône qui atteint la maturité mi-septembre. L'inflorescence femelle, apparaît fin Aout et se développe rapidement et devient mature à la mi-septembre. Cette date peut varier en fonction des conditions climatiques (Derridj, 1990). Le chaton libère son pollen mi-septembre, après la pollinisation le chaton se détache de son rameau et l'inflorescence femelle accueille le pollen grâce à ses écailles ouvertes (Ezzahiri, 2000).

La floraison et la pollinisation, durant la première année, constitueraient des étapes déterminantes sur le potentiel de production qualitative et quantitative des graines.

- **Année (N+1)**

Après la fécondation, la croissance du cône se fait rapidement de juin à septembre de l'année (N+1), et lentement de septembre à mars, et subit un changement de couleur durant cette période ; vert puis violet et enfin marron à maturité à la fin de cette année les cônes sont déshydratés et ne contiennent plus que 20% d'eau, les graines sont déjà formées (Derridj, 1990).

- **Année (N+2)**

L'année n+2, seraient conditionnées par l'avènement d'accidents climatiques, la compétition entre organes végétatifs et reproducteurs ainsi que l'action des insectes responsables des pertes observables à tous les stades de développement.

La désarticulation des cônes, sous l'effet d'une « imbibition » suivie d'un gel tissulaire, puis d'un dégel, leur permet la libération des graines vers la fin de la troisième année. (Aidrous, 2007 ; Krouchi, 2010).

A ce stade les cônes sont mures morphologiquement et physiologiquement et la désarticulation des cônes se fait sous l'effet de l'humidité et de la chaleur, les cônes imbibés d'eau sont souples et leurs écailles sont complètement ouvertes au mois d'octobre de l'année (N+2). Les graines sont disséminées fin novembre par le vent sur une distance de 20 à 50 m avec une répartition homogène dans toutes les directions spatiales (Toth, 1973 in Azzahiri et Belghazi, 2000). (Tableau 1)

En Algérie, 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 (Boudy, 1952).

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 (tel que la succession d'année de sécheresse).

Tableau 1 : Représentation chronologique du développement du Cèdre de l'Atlas de la reproduction à la dissémination (Toth, 1978)

Années	Mois	Floraison		Pollinisation	Fécondation	Maturité		Désarticulation
		Chatons ♂	Inflorescence ♀			morphologique	physiologique	
Année N	Juin	Fin juin						
	Juil	mi-juil						
	Août		Fin août					
	Sep		mi- sep	mi-sept				
	Oct							
	Nov							
	Déc							
Année N+1	Janv							
	Fév							
	Mars							
	Avr							
	Mai				Fin mai			
	Juin				Début juin			
	Juil							
	Août							
	Sep							
	Oct							
	Nov							
	Déc						Fin déc	
Année N+2	Janv					Début janv		
	Fév							
	Mars							
	Avril							
	Mai							
	Juin							
	Juil							
	Août							
	Sep							
	Oct						Oct	
	Nov						Nov	Fin nov
	Déc							▼ ▼ ▼

1.2.3 Les étapes de la régénération naturelle du cèdre de l'Atlas

On distingue trois étapes dans le cycle de régénération du Cèdre : la dissémination des graines, leur germination et l'installation des plantules (Ezzahiri et Belghazi, 2000).

a. La dissémination des graines

Cette opération est assurée par le vent sur une distance de 20 à 50 m et se répartit d'une façon homogène dans toutes les directions spatiales (Toth, 1973 in Ezzahiri et Belghazi, 2000).

b. La germination des graines

Après une période de dormance variable en fonction des conditions climatiques, la germination des graines démarre à des températures proches de +4°C (Derridj, 1990 ; M'hirit, 1999 ; Ezzahiri & Belghazi, 2000 ; Toth, 2005 ; Philipe, 2006). Les graines ne sont pas photosensibles et doivent subir l'action du froid pendant quelque temps pour lever la dormance (Ezzahiri et Belghazi, 2000).

Pour germer, la graine de cèdre a besoin de lumière, d'une humidité modérée, d'oxygène et de certaines conditions thermiques (Derridj, 1990). D'après (Lepoutre, 1963), la température maximale journalière avoisine les 10 °C et ceci pendant 7 à 10 jours. Les graines maintenues humides germent à 04 C°. (Ezzahiri ,2000).

c. L'installation des plantules

Cette étape dépend essentiellement de la texture du sol. Cette dernière se fait mieux sur les sols meubles 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 croissance des racines est le facteur fondamental de la survie des semis; elle peut atteindre 40 cm en 04 mois (Lepoutre, 1963). L'installation des plantules dépend aussi de la couverture végétale au niveau du sol ainsi que du degré d'humidité de l'air (Malki, 1992). Les mycorhizes confèrent une haute résistance des semis à la sécheresse et dans la stimulation de leur croissance racinaire par la production d'hormones de croissance (Lepoutre, 1964). (Fig. 3)

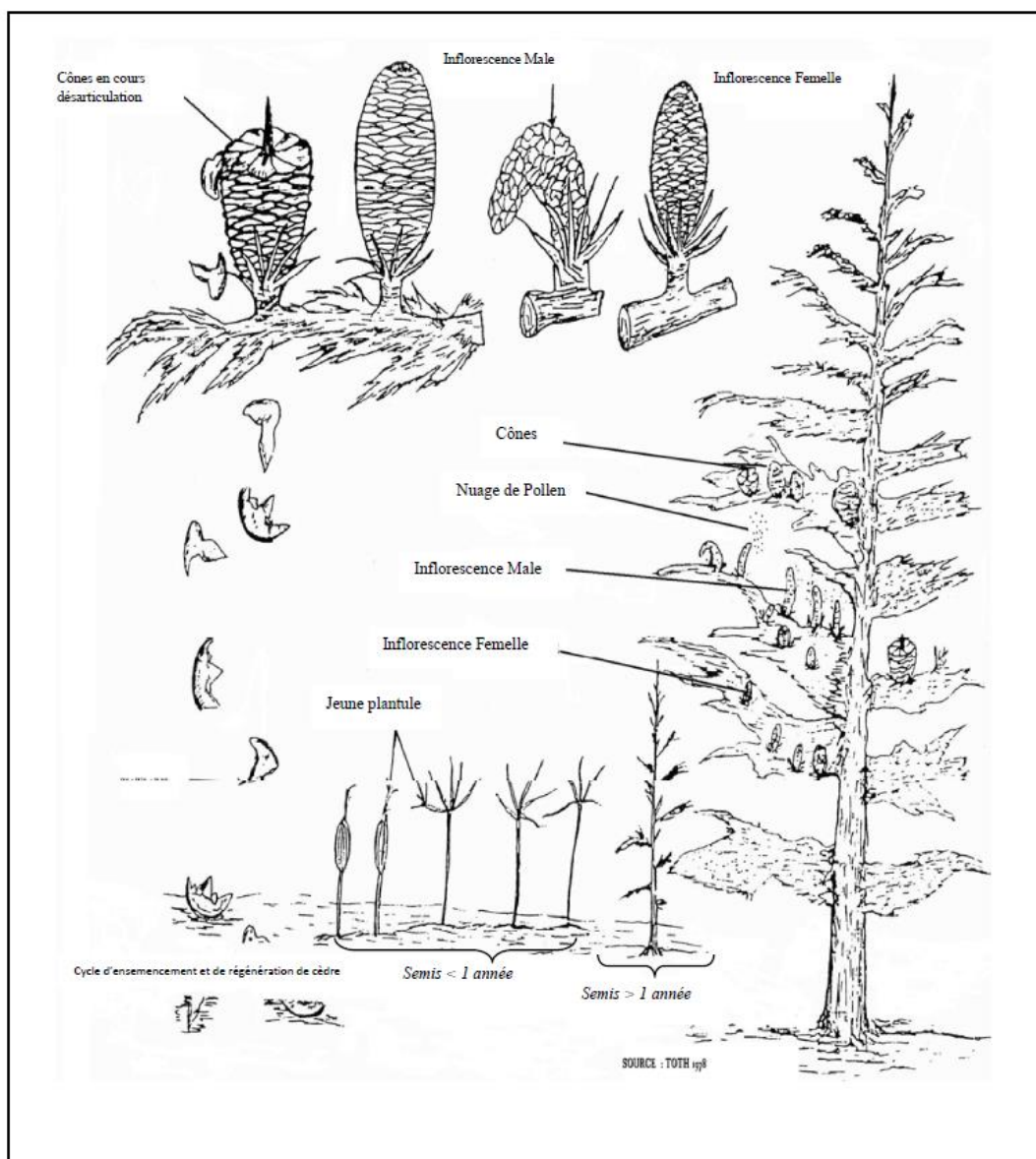


Fig. 3 : Les étapes de la régénération naturelle du cèdre de l'Atlas (Toth, 1978)

1.3 Caractéristiques éco physiologiques du Cèdre de l'Atlas

1.3.1 Caractéristiques éco physiologiques du Cèdre de l'Atlas selon les étages bioclimatiques

Le Cèdre de l'Atlas est une espèce montagnarde bien adaptée au climat froid (Boudy, 1950). C'est aussi une espèce mésophile occupant les étages bioclimatiques allant du semi-aride supérieur au subhumide à variantes fraîches à très froides (M'hirit, 1982). (Tableau 2)

Selon Abdessemed (1981) on distingue deux types de cédraies en Algérie :

- Les cédraies de l'Atlas tellien (humide) dans le massif du Djurdjura (2000 ha à Tala Guilef et Tikjda ; et les monts Ait ouabane), dans les Babors (1 300 ha), dans l'Ouarsenis (2000 ha à Théniet El Had etc.) ainsi que dans monts Blidéens (1000 ha à Chréa).
- Les cédraies de l'Atlas saharien (sec), on les retrouve principalement à Bélézma de (17000 ha) ainsi que dans les monts du Hodna (8 000 ha).

Tableau 2 : Les principales données climatiques concernant les stations à Cèdre d'Algérie (Yahi et Djellouli, 2010)

Données \ Stations	Faciès sublittoral (atlas tellien)				Faciès continental (atlas saharien) (Aurès et Belezma)	
	Djebel El Meddad (Ouarsenis)	Massif de Chréa (atlas blidéen)	Massif d'Aït-Ouabane (Djurdjura)	Mont Babor	Versant nord	Versant sud
Altitude (m)	1000-1787	970-1550	1450-1900	1000-2 004	1500-2 100	1400-1700
Précipitations (mm/an)	548 à 941	912 à 1202	1264 à 1579	1600 à 2440	650 à 950	470 à 680
Tm (°C)	0,85 à -2,3	2,72 à 0,4	-0,7 à -2,46	-0,5 à -4	-2 à -4	0 à -2
Quotient pluviothermique d'Emberger (Q _p)	58,56 à 110,14	113,59 à 162	142,79 à 188,42	153 à 262	55 à 111	51 à 77
Bioclimats et variantes thermiques	Subhumide, humide et perhumide variante à hivers frais, froid et très froid				subhumide supérieur variante à hiver froid	semi-aride supérieur variante à hiver froid

1.3.2 Influence des facteurs écologiques sur le Cèdre de l'Atlas

D'après Derridj (1990), les facteurs écologiques jouent un rôle primordial sur la qualité des graines. Le développement exige des températures moyennes annuelles de 8 à 12°C (GAUSSEN, 1955) et une pluviométrie de 440 à 1403 mm (Toth, 1978 ; Mediouni et Yah, 1994). Doté d'un système racinaire très étendue, ramifié et pivotant; le cèdre s'accommode à toutes les compositions chimiques du sol (Boudy, 1952 ; Lepoutre, 1963 ; Toth, 1971). Les limites altitudinales inférieures ou supérieures diffèrent d'une cédraie à l'autre.

a. L'altitude

D'après Abdessemed (1981), En Algérie, le cèdre de l'Atlas commence à apparaître vers 1400 m dans l'Aurès et Theniet El Had, il peut même apparaître vers 1300m au Chréa (Boudy, 1950). Par contre sa limite supérieure peut aller jusqu'à 2200 m au Chélia (Abdessemed, 1981), mais il peut aussi descendre plus bas à Tala Guilef et aux forêts d'Ait Ouabane jusqu'à 900m et en mélange avec le chêne vert vers 1200 m (Quezel, 1976 in Addar, 2016).

b. Le climat

Le Cèdre de l'Atlas prospère en climat méditerranéen humide et froid entre 1200 et 2600 m il résiste aux basses températures et il supporte facilement la neige grâce a sa rame étalée et flexible.

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 (Mediouni et Yahy, 1994), le cèdre se développe entre 440 et 1403 mm de pluie. Au niveau des Aurès, on rencontre rarement le cèdre de l'Atlas à moins de 1400 m, en raison de l'aridité du climat.

c. L'exposition

Le vent joue un rôle important dans la répartition des pluies et des températures. 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.

En Algérie, les expositions Nord et Nord –Ouest sont non seulement bien arrosées mais également à l'abri des vents desséchants, à Belezma, l'exposition sud marque la limite de la cédraie (Bentouati, 1993).

d. Le substrat

Le Cèdre est indifférent à la composition chimique du sol et s'accommode même aux sols calcaires et siliceux (Benslimane, 1989).

1.4 Les ennemis du cèdre de l'Atlas

1.4.1 Les insectes

a. Les phyllophages : s'attaquant aux aiguilles tel que la processionnaire du cèdre (*Thaumetopoea bonjeani*) (Mouna et Fabre, 2005 in Talbi, 2010), le puceron du Cèdre (*Cedrobium laportei*), la tordeuse du cèdre (*Epinotia algeriensis* et *Dichelia numidicola*) (Fabre et *al.*, 1999).

b. Les xylophages : se sont des Coléoptères ; Scolytidae (*Cryphalus piceae* : les plus abondantes et les plus nuisibles dans toutes les cédraies de l'Atlas (Mouna 1994 in Slimani, 2014), les Buprestidae, Cerambycidae (*Callidium cedri* et *Semanotus strussica algerica* : sont des ravageurs secondaires qui attaquent le cèdre en cours de dépérissement), Bostrychidae (*Bostrychus fucus bicolor* et *Stephanopachy squadraticollis*) et des Hyménoptères ; Siricidae (*Urocerus augur* : cette espèce creuse des galeries circulaires très profondes dans le bois) (Fabre et *al.*, 1999).

c. Les insectes s'attaquant aux organes reproducteurs et aux graines : tel que les Lépidoptères de la famille des Pyralidae (*Dioryctria peyerimhoffi*, *Dioryctria peltieri*) (Mouna et Fabre, 2005 in Talbi, 2010) et un Diptère (Chlorophidae, *Hapleginellalae vifrons*), qu'on retrouve sur les cônes du Cèdre. Des Hyménoptères (*Megastigmus pinsapinis*) : insecte parasite de la graine en particulier durant les années de faible production (Toth, 1978).

1.4.2 Les champignons

Parmi les champignons qui causent des dégâts redoutables sur le cèdre les auteurs citent :

- *Polyporus officinalis* : cause des altérations plus au moins graves (Boudy, 1952);
- *Armillari Amilla* : attaque les racines et le tronc des arbres affaiblis (Malki, 1992);
- *Fusarium*, *Pythium*, *Phytophthora*, *Botrytis*, *Cylindro carpon* et *Rhizoctonia* causent la fente des semis (Bakry et Abourouh, 1992);
- *Laricifomes officinalis* et *Phellinus chrysoloma* sont des champignons lignivores qui provoquent une pourriture du bois de cèdre (Abourouh et Morelet, 1999).

1.4.3 Les Animaux

Se nourrissent de jeunes pousses tel le singe magot (*Macaca sylvanus*) et causent des dégâts par le piétinement par Le bétail, causant ainsi le compactage du sol (Belkhiri, 1993 in Bared, 2016).

Le bétail broute aussi les parties terminales vertes des jeunes cèdres détériorant ainsi les paramètres dendrométriques de ces individus (production et hauteur) insuffisantes (Bared, 2016).

1.4.4 L'homme

Avec ses exploitations anarchiques : coupes, défrichements et exploitation des branches, l'homme cause un déséquilibre physiologique qui survient suite à la diminution de la biomasse aérienne par rapport à celle du système racinaire. Généralement l'homme et l'animal sont les principales causes de la destruction de l'écosystème forestier.

CHAPITRE 2 : MATERIEL ET METHODES

2.1 Objectif

Le but de notre travail est d'étudier l'effet de l'arbre sur la production de cônes de Cèdre de l'Atlas (*Cedrus Atlantica* Manetti, 1855) dans deux versants (Nord et Sud) au niveau du Parc National de Chrèa.

2.2 Présentation de la région d'étude « Parc National de Chrèa »

2.2.1 Historique

Sur la base de la loi n° 83-458 du 05/02/1983 portant statut type des parcs nationaux de l'Algérie, le Parc National de Chrèa est recréé par le décret n°83-561 du 23 juillet 1983 mais l'idée de sa création remonte à 1912 par la société Histoire Naturelle de l'Afrique du Nord par la suite elle a été constituée par un arrêté gouvernementale et ceci pour parer à toute dégradation et atteinte à la beauté naturelle du milieu vu l'ampleur de la dégradation qu'ont subit ces milieux naturels (BNEF, 1984 in Sahli, 2016).

2.2.2 Localisation

2.2.2.1 Localisation géographique

Situé à 50 km au sud-ouest d'Alger, le Parc National de Chrèa s'étend en écharpe sur 26 575 ha le long des parties centrales de la chaîne de l'Atlas Tellien, comprises entre les latitudes Nord 36°19' / 36°30', et les longitudes Est 2°38' / 3°02'.

Le parc domine vers le Nord, l'opulente plaine de la Mitidja où s'agencent tel un puzzle, les riches terroirs agricoles de l'avant pays, le bourrelet anticlinal du Sahel sillonné en profondeur par l'imposante cluse de l'Oued Mazafran, Vers le sud, la vue plongeante domine à l'avant plan, l'anticlinal de Takitount, le col de Talakat, les talwegs des Oueds Mektaa et Merdja, et s'étale en profondeur par temps visible sur les hautes plaines du Titteri, et vers l'ouest, le Parc national de Chrèa révèle un large horizon, étendu aux montagnes du massif du Dahra et de toute la terminaison orientale de l'Ouarsenis et par temps clair les cimes visibles du mont Zaccar. (Fig. 4)



Fig. 4 . carte géographique du parc national de chréa (PNC)

2.2.2.2 Localisation administrative

Situé à mi-distance entre le chef lieu des wilayas de Blida et de Médéa, le Parc National de Chréa chevauche entre les wilayas de Blida et Médéa, selon le nouveau découpage territorial datant de 1984 par le décret n° 91 306 du 24/08/91.

La wilaya de Blida compte près de 17875 ha soit 67,43% de la superficie totale. Elle regroupe principalement les reliefs septentrionaux des djebels Mouzaia, Guerroumane et Ferroukha situés successivement, dans les communes de Ain Romana, Chiffa, Bouarfa, Blida, Chréa, Ouled Yaïch, Bouinan, Soumaâ et Hammam Melouane . (Fig. 5)

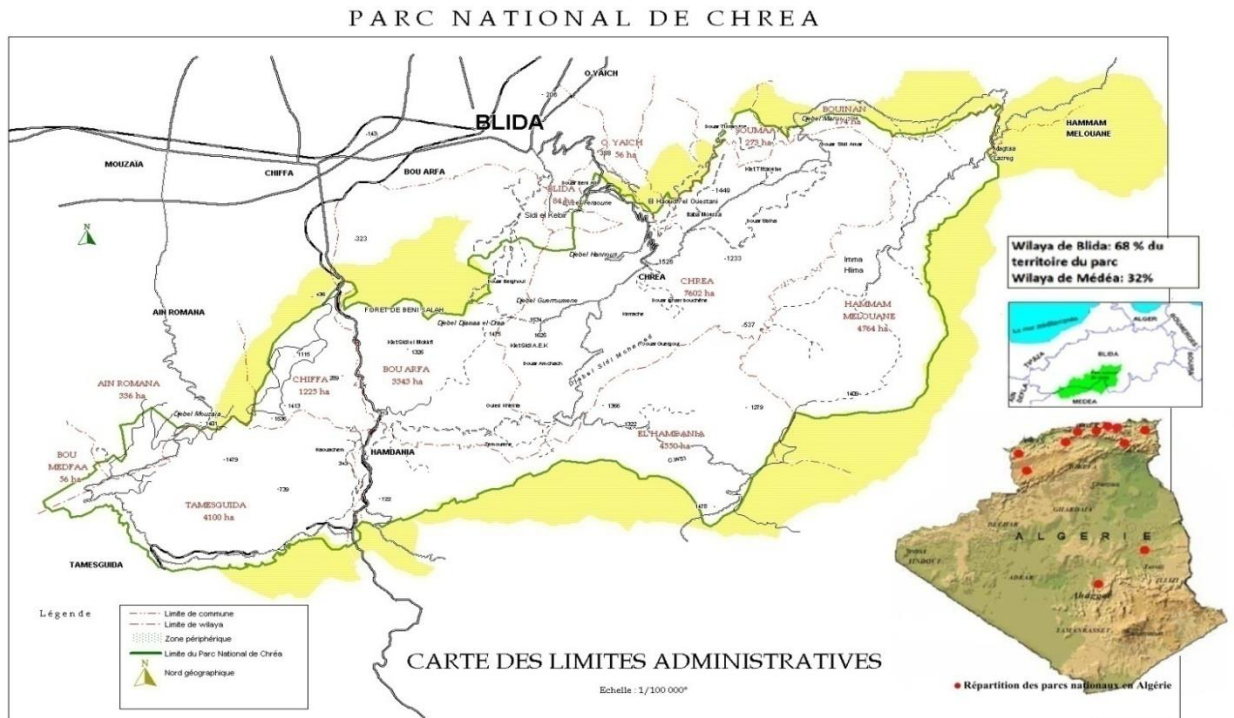


Fig. 5 : Limites du Parc National de Chréa (PNC, 2009) in Lahrech et Khenafif, 2018

2.2.3 Milieu physique

2.2.3.1 Géologie

C'est un massif montagneux composé des crêtes centrales de l'Atlas Blidéen. La ligne de crêtes du massif oscille entre 1400 et 1600 m d'altitude, sur une longueur approximative de 8 km, et culmine au Koudiat Sidi Abdelkader à 1629 m. Son orientation générale E-NE, W-SW entraîne une dissymétrie climatique et forestière, entre les deux versants d'adret et d'ubac. Au point de vue lithologique, le massif est très homogène et composé essentiellement de schistes du Crétacé inférieur, plus ou moins argileux par endroits (Faurel, 1947), donnant naissance sous les Cédraies à des sols bruns lessivés (Killian et Martin, 1957).

2.2.3.2 Relief

Le Parc National de Chréa regroupe le relief montagneux composé respectivement d'est en ouest des monts de Hammam Melouane, des crêtes de Chréa et des monts de Mouzaia, il enregistre une dénivelée très important marquée par le point culminant à 1627 m à Koudiat Sidi Abdel Kader (Crêtes de Chréa) et le point le plus bas 217m (Chiffa) (Plan de gestion du PNC, 2014).

3.3.3.3 Sol

Les sols de la région forestière de Chréa sont constitués de schistes marneux, en alternance avec des plaquettes de quartzites (Larid, 1989). Sur les fortes pentes, les sols sont dominés par des éléments grossiers, tels que les cailloux et les graviers. Les argiles et les limons sont présents en faible proportion. Dans les poches de ravins, ils sont très pauvres en phosphore, en calcaire et en chlore (Halimi, 1980).

2.2.3.4 Hydrologie

Le Parc National de Chréa occupe les parties amont de deux bassins versants: à l'Est le bassin versant de l'oued EL Harrach s'étendant sur 12.4500 ha, et à l'Ouest le bassin versant de l'oued Mazafran s'étendant sur 14.137 ha.

Le Parc National de Chréa totalise une longueur de chevelu hydrographique évaluée à 657 km linéaire soit une densité hydrographique de 24.71 ml/ha avec ce potentiel hydrique, il participe à l'alimentation en eau potable de sa région environnante et contribue aussi au ressourcement continu de la nappe phréatique de la Mitidja avec près de 01 milliard de m³ par an

Le réseau hydrographique est caractérisé par la présence :

- D'oueds à écoulement permanent (Chiffa, Tamada,...)
- De cascade d'eau (Merdja, Chiffa,...)
- De réserves naturelles d'eau (Oued EL Harrach, Oued Chiffa,...)
- D'un lac de haute altitude situé à 1230 m au niveau de Djebel Tamesguida.
- De nombreuses sources et points de résurgences (P.N.C., 2010)

2.2.4 Les données climatiques

L'Atlas Blidéen comme le reste de l'Algérie du Nord, appartient au climat méditerranéen, caractérisé par des pluies peu fréquentes et de courtes durées et surtout par une longue sécheresse estivale (Bidault et Debrach ,1948 ; in Djellouli, 1990).

Le climat du parc est généralement de type méditerranéen humide, à hivers pluvieux doux et été chauds et secs et c'est un climat conditionné par l'altitude, l'exposition des versants (Nord-est, Sud-ouest), captant toutes les influences

maritimes chargées d'humidité. De par sa situation géographique, le Parc National de Chréa se caractérise par deux ambiances climatiques sous deux influences; maritime et présaharienne (Sahli, 2016).

A cause du non fonctionnement des stations météorologiques au niveau du Parc National de Chréa et l'absence de données climatiques, nous nous sommes basés, pour notre expérimentation, sur le travail de Lahrech et Khenafif (2018), qui ont procédé à une correction des données climatiques (pluviométrie et température) de la station de Médéa selon la méthode proposée par Seltzer (1946). (Tableau 3)

Tableau 3 : Moyenne des températures et précipitations dans le PNC (2000- 2014)

Mois	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
<i>Moyenne P mm</i>	101,6	90,5	74,0	76,4	65,4	10,9	4,1	6,8	40,4	51,4	115,0	109,5
<i>Moyenne T C°</i>	4,96	5,21	8,32	10,85	15,04	20,94	24,65	24,28	19,41	15,66	9,24	5,82

(Lahrech et Khenafif, 2018)

2.2.4.1 La température

La température représente un facteur limitant puisqu'elle contrôle l'ensemble des phénomènes métaboliques et conditionne de ce fait, la répartition de la totalité des espèces et des communautés d'êtres vivants dans la biosphère (Ramade, 1984).

2.2.4.2 Les précipitations

La quantité pluviométrique et sa dispersion a une influence considérable sur la biologie des espèces (Mutin, 1977). Elle agit sur la vitesse de développement de la faune et de la flore et sur leurs longévités et leurs fécondités (Dajoz, 1971). La station de Chréa à 1550 m d'altitude reçoit des précipitations de 1400 mm/an (Halimi, 1980).

2.2.4.3 Le vent

Le vent est un facteur qui active l'évaporation par conséquent la sécheresse. À Chréa les vents du nord-est prédominent toute l'année. Le vent chaud du sud (sirocco) se manifeste jusqu'à 3 fois par an (Halimi, 1980).

2.2.4.4 La neige

À partir du mois de décembre mais le mois de janvier reçoit les plus fortes chutes de neige et le mois de mars l'emporte sur la persistance (Attal-Badreddine, 1995).

2.2.4.5 La gelée et la grêle

Ces deux facteurs ont une influence néfaste sur la croissance des végétaux. Au Parc, les gelées et la grêle apparaissent au mois d'octobre et disparaissent au début du printemps (Halimi, 1980). Selon Hopkins (1999), beaucoup de plantes, en particulier celles originaires de régions à climat chaud, sont endommagées par une exposition à des températures basses au-dessous de 0°C.

2.2.4.6 Le brouillard

Le brouillard est relativement fréquent dans les parties hautes du Parc National de Chréa qui sont souvent plongées dans les nuages. Pour le col de Chréa, les observations faites sur une dizaine d'années seulement ont donné 104 jours/an de brouillard. (Halimi, 1980).

2.2.5 La synthèse climatique

Elle est définie par deux composantes ; le diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gaussen qui permet définir la durée de la période sèche de l'année et le Climagramme pluviométrique d'Emberger qui permet de localiser une station donnée dans un étage ou sous étage bioclimatique.

2.2.5.1 Le diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gaussen

Selon Bagnouls et Gaussen (1953), le mois sec est défini par la somme des précipitations moyennes exprimée en (mm), est inférieure au double de la température de ce mois ($P/2T$), exprimé par le Diagramme ombrothermique sur lequel sont juxtaposées les précipitations et les températures. Le diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen révèle la présence de deux saisons contrastées. Une saison froide correspondant à la saison pluvieuse et une saison sèche correspondant à la saison chaude. La saison froide assez longue, débute à la mi-septembre et se prolonge jusqu'à fin mai, alors que la saison sèche s'étale du début juin jusqu'à la mi-septembre pour la période 2000-2014 (Fig. 6).

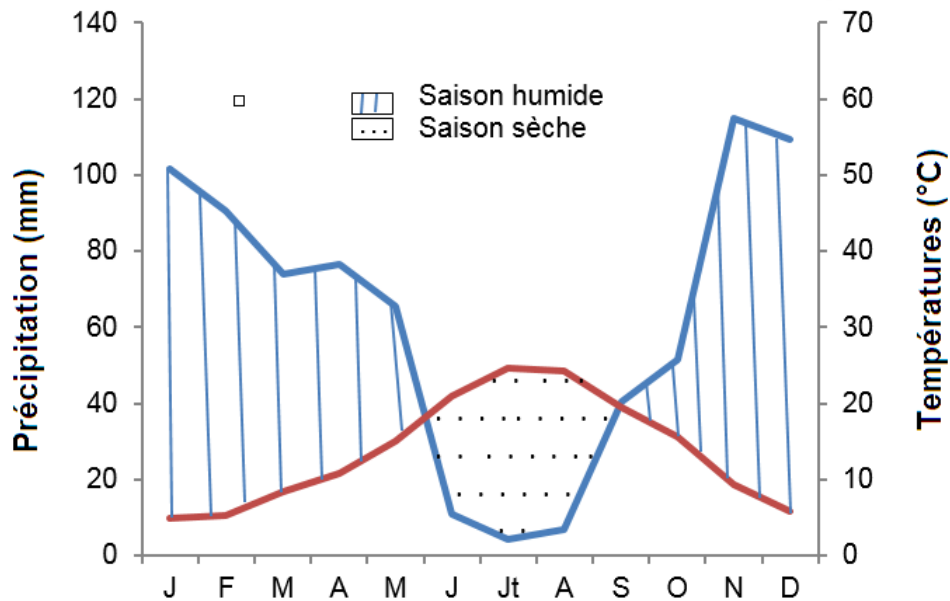


Fig. 6 : Diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gausсен du PNC (2000 - 2014)

2.2.5.2 le Climagramme pluviométrique d'Emberger

Pour identifier le climat de la région de l'Atlas Blidéen, nous avons fait appel au quotient pluviométrique d'Emberger qui se base sur le régime des précipitations et des températures. Le coefficient pluviométrique d'Emberger est calculé selon la formule de Stewart (1969)

$$Q_2 = 3,43 [P / (M - m)]$$

P : Pluviométrie annuelle exprimée en mm.

M : Moyenne des températures maximales du mois le plus chaud exprimée en °C.

m : Moyenne des températures minimales du mois le plus froid exprimée en °C.

La température moyenne minimale du mois le plus froid (4,96°C), placée en abscisses et la valeur du coefficient pluviométrique Q2 placée en ordonnées, donnent la localisation de la station météorologique choisie dans le Climagramme d'Emberger. La valeur de Q2 calculée à partir d'une synthèse de 15 années est de 129,95, ce qui permet de classer notre zone d'étude dans l'étage bioclimatique subhumide à hiver doux. (Fig. 7)

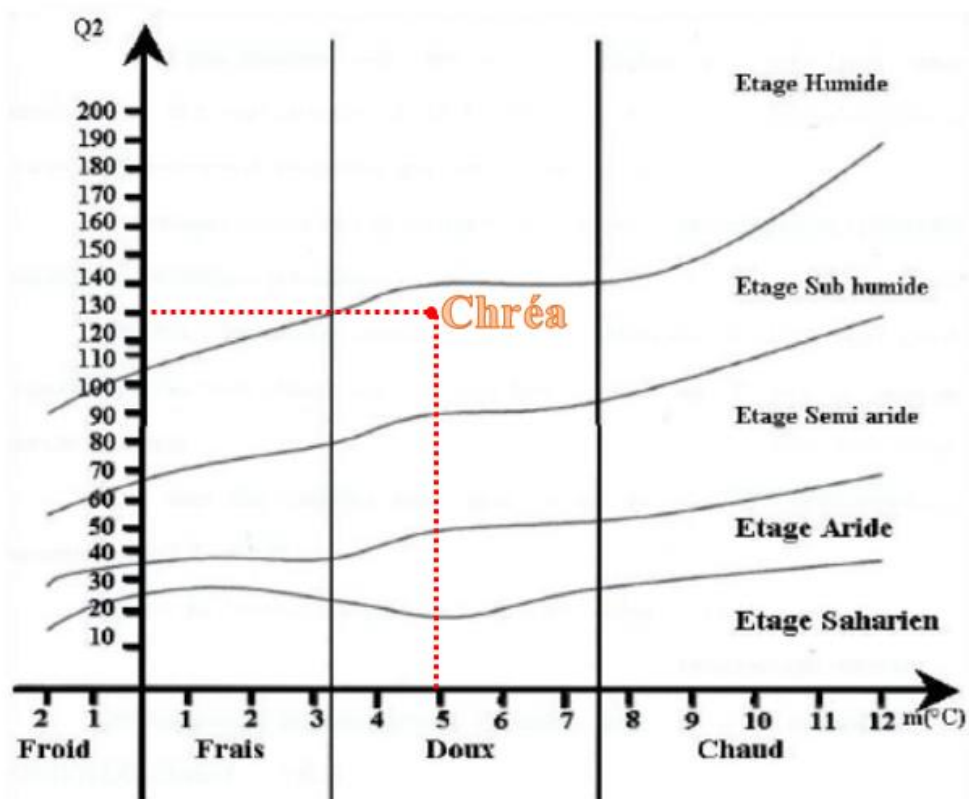


Fig. 7 : Localisation de la région de Chréa sur le Climagramme d'Emberger

2.2.6 Les richesses naturelles du Parc National de Chréa

Le Parc National de Chréa, situé en plein cœur du massif Blidéen offre des paysages remarquables par leur beauté et leur richesse floristique et faunistique. Le parc est un grand laboratoire pour tous les chercheurs qui s'intéressent à la flore et la faune, il permet aux chercheurs d'étudier des thématiques scientifiques diverses dont les résultats enrichissent la base de données du parc.

Le parc de Chréa est un ensemble d'écosystèmes boisés d'importance nationale, régional et mondiale. Son immense couverture verte et la richesse de sa flore (l'existence d'une belle collection de cèdre notamment) et de sa faune en font un site original comparé aux autres parcs nationaux. Il abrite de nombreuses espèces végétales estimées à 1600 avec des peuplements de cèdres sur près de 1.200 ha. Cette formation forestière offre un microclimat particulier qui constitue le poumon de la région centre. Les 29 espèces de lichens recensées sur le territoire témoignent de la pureté de son air. Le site renferme aussi un grand nombre d'espèces protégées (Sahli, 2016).

C'est aussi un site sensible et fragile et fortement influencé par le caractère instable du climat et par la configuration du relief ; ses ressources subissent de fortes pressions anthropiques dues aux énormes afflux touristiques, le site cours d'autres risques comme les incendies, la pollution et l'augmentation des cas de cueillettes et de prélèvements illicites des ressources mettant en danger les formations végétales et les richesses faunistiques locales (Sahli, 2016).

2.2.6.1 Les ressources faunistiques

Le parc national de Chréa renferme 21,40 % de la richesse faunistique nationale et l'inventaire faunistique à permis de compter 686 espèces, dont 31 mammifères où le singe magot constitue la principale espèce ainsi que certaines espèces rares et endémique comme l'hyène, 130 espèces d'oiseau appartenant à 35 familles différentes, les reptiles 13 espèces, 11 espèces d'amphibiens, 470 espèces d'insectes (Sahli, 2016).

2.2.6.2 Les ressources floristiques

Les grandes unités physiologiques proposées par Boudy (1955), les associations végétales décrites par Halimi (1980) permettent d'avoir une connaissance globale du paysage phytocénotique de l'Atlas Blidéen. Les principales unités végétales distinguées de la base vers le sommet sont les suivantes:

- formations à Oléo-lentisque.
- Formations à Pin d'Alep.
- Formation à Chêne liège.
- Formation de Chêne zeen.
- Formation de Thuya de Berbérie.
- Formations de ripisylves.
- Formation du Chêne vert.
- Formation du Cèdre de l'Atlas.

2.3 Méthodologie

Pour la réalisation de ce travail expérimental il est indispensable de passer par les étapes suivantes:

- Sorties sur terrain pour le choix des sites d'étude.
- Choisir la méthode qui doit être appliquée dans cette étude qui est la méthode de l'échantillonnage aléatoire des deux sites (Nord et Sud) au niveau Parc National de Chrèa. (Fig. 8)
- Délimitation des deux sites par des quadras de 20x20m (400 m²). Elles sont composées par un peuplement pur de Cèdre de l'Atlas.
- Comptage des cônes sur les arbres du Cèdre de l'Atlas durant les mois de Mars, Avril et Mai 2020.
- Mesures de quelques données dendrométriques :
 - **La hauteur de l'arbre** (m): à l'aide d'un Blume-Leiss à une distance qui correspond approximativement à la hauteur de l'arbre.
 - **Le diamètre de l'arbre** (cm) : à l'aide d'un compas forestier pour les grosses tiges et d'un ruban mètre pour les tiges moins grosses.
 - **La hauteur du houppier** (m) : qui correspond à la hauteur du houppier depuis la première branche.
 - **Le diamètre du houppier** (m): La mesure du diamètre du houppier se fait à l'aide d'un décamètre en tenant compte de la projection horizontale du houppier (la plus longue branche).
 - **La densité (tiges/ha)**: qui représente le nombre de tiges de chaque station ramenés à l'hectare.

2.3.1 Présentation du site d'étude : Station des quatre bancs

Située à latitude Nord 36°25'52" et longitude Est 2°53'16", qui se trouve au centre du Parc près de la station de ski d'une distance de 400 m et à une altitude de 1550 m. (Fig. 9)

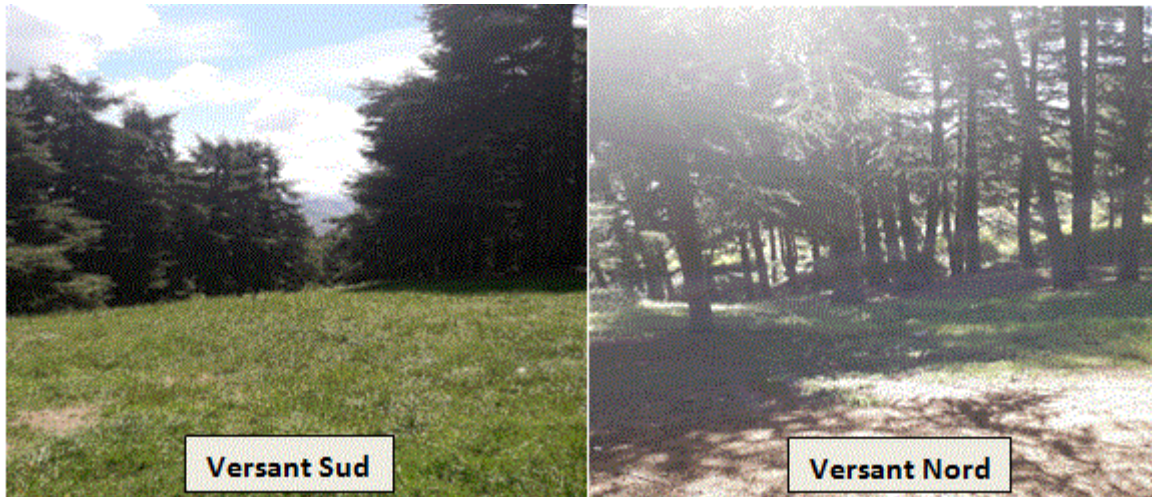


Fig. 8 : Station des quatre bancs des deux versants : Nord et Sud (Original 2020)

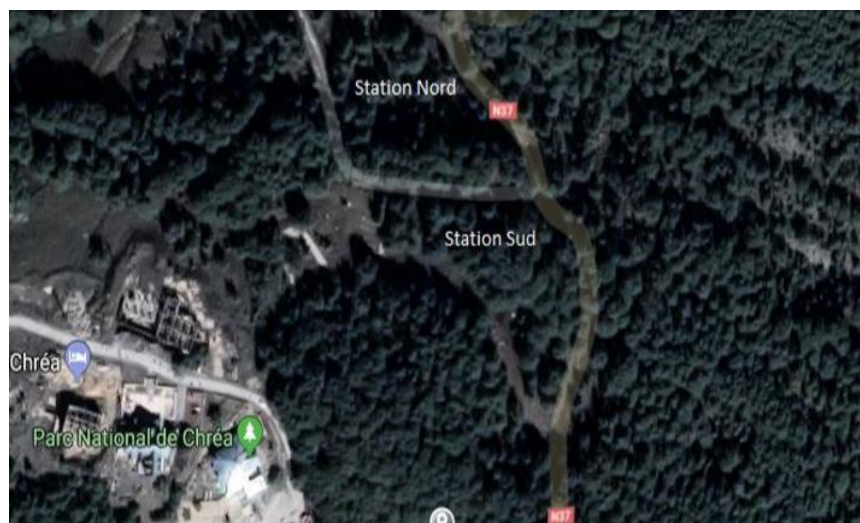


Fig. 9 : Station des quatre bancs extrait Google Earth

2.3.2 Outils nécessaires pour l'échantillonnage

Les outils nécessaires pour les différentes mesures sont : (Fig. 10)

- Un Blume-Leiss (dendrom tre); pour mesurer la hauteur des arbres
- Un GPS pour la détermination des paramètres : altitude, latitude et longitude.
- Un décamètre pour la délimitation des placettes.
- Un mètre ruban pour mesurer le diamètre des arbres, et la hauteur depuis la première branche ainsi que le diamètre du houppier.
- Un compas forestier pour mesurer le diamètre des arbres à grosses tige.
- Une Boussole pour détecter l'orientation (exposition).
- Une paire de jumelle pour le comptage des cônes qui ne sont pas visibles à l' il nu.

- Un bloc notes pour rapporter toutes les mesures et toute autre remarque et renseignements liées au travail.
- Un appareil photo.
- La craie pour marquer les arbres déjà mesurés.



Fig. 10 : Quelques appareils nécessaires pour effectuer les différentes mesures sur le terrain (Original, 2020)

2.4 Analyses statistiques

Normalement les données obtenues sont calculées en utilisant le logiciel «**EXCEL STAT PRO** ». Cette méthode permet de comparer les moyennes (de chaque paramètre), les résultats obtenus font l'objet d'une analyse de la variance multivariée pour évaluer la signification entre les mois, les sites (versants) et les moyennes des données dendrométriques et qui vont être comparés par le test One Way Anova.

CHAPITRE 3

DISCUSSION

Concernant le Cèdre de l'Atlas, de nombreux travaux ont été consacrés à la régénération et à l'examen des graines et de leur qualité. En revanche, peu de travaux ont été consacrés à l'étude de l'effet de l'arbre sur la production de cônes et au comptage de ces derniers. Parmi les travaux réalisés dans ce contexte on peut citer (Toth, 1978 ; 1984) ; (Khenfouci, 2005) ; (Krouchi, 2010) et (Tahanout, 2018).

Ces travaux traitant dans une partie ou dans l'ensemble l'effet de l'année, l'arbre et la station sur la production de cônes de Cèdre de l'Atlas.

3.1 Phénomène d'alternance entre les années de production de cônes : Pour le phénomène d'alternance entre les années bonne production de cônes avec les années de faible production, (Toth, 1978) a enregistré que l'année 1976, est la meilleure sur les six autres années de son étude car elle se détache nettement avec 276 arbres fructifères produisant 15618 cônes/ha et à raison d'une moyenne de 57 cônes/arbre. Quand à la plus mauvaise production enregistrée c'est celle de 1975 avec 64 arbres fructifères qui ont donné 412 cônes/ha en moyenne 06 cônes/arbre.

Selon (Khenfouci, 2005) cette alternance annuelle, résulte de l'impossibilité pour l'arbre de mener à terme les bourgeons floraux jusqu'au stade fruit. Selon lui, les arbres répartissent probablement leur énergie entre les deux cycles. D'après (Krouchi, 2010) la variation entre les années très significative a été enregistrée où le nombre de cônes par arbre varié de 0 à 770. Le comptage pluri - annuel de la production de cônes, a donné lieu à une analyse de l'effet « station » ; « arbre » et « année » sur l'importance de ces contributions. Les résultats ont révélé un effet « année » significatif se soldant par l'existence d'un phénomène d'alternance pour la production de cônes. L'analyse sur 3 années consécutives (1992, 1993 et 1994) sur deux populations a révélé des effets significatifs sur l'année et la population où le nombre total de cônes observés variait de 905 (en 1992) à 9706 (en 1993), le nombre moyen de cônes par arbre variait de 3 (1992 dans la population 2) à 77 (1993 dans la population 1), l'arbre ayant la contribution la plus élevée en 1992 (195 cônes)

représentait 22 % de la récolte totale de cônes tandis que la contribution la plus élevée en 1993 (592 cônes) ne représentait que 6% de la récolte totale de cônes. Et l'analyse de la production de cônes au sein de la population¹ au cours de la période de 7 ans a confirmé l'effet de l'année sur les arbres. Dans cette population le nombre total de cônes produits annuellement variait de 398 (1999) à 7822 (2000) en 1993, 2000, et 2002, le nombre annuel moyen de cônes est de 77 cônes par arbre, alternativement avec des années de faibles productions en 1992, 1994, 1999 et 2001, avec un nombre moyen de 7,15, 4 et 6 cônes par arbre respectivement. Chaque année, de nombreux arbres ne produisaient pas de cônes, mais seulement 15 individus n'ont produit aucun cône du tout pendant toute la période d'étude. A l'exception de l'année 1994, la corrélation entre les années était significativement positive montrant que la production relative de cônes des arbres était presque la même au cours des années antérieures. Avec quelques rearengements d'une année à l'autre.

D'après (Tahanout, 2018) sur l'ensemble des 547 individus évalués pour leur production de cônes durant deux années successives (2017-2018), il apparaît que la production de 2017 est supérieure à celle de 2018 avec un total de 10226 cônes produits durant l'année précédente et 732 cônes produits durant l'année suivante, ce qui indique une alternance dans la production de cônes de Cèdre.

3.2 Effet de l'exposition : pour l'effet de l'orientation, l'exposition Nord limite la production de cône contrairement à celle du Sud où (Toth, 1978) a enregistré une production moyenne annuelle des cônes sur 7 ans de 27.4 cônes seulement pour le versant Nord tandis qu'elle est de 265.7 cônes pour le versant Sud.

Selon (Malki et *al.* 2006) les versants Nord sont mieux fructifères que les versants Sud, 1433 cônes pour le versant Nord contre 777 cônes pour le versant Sud. Pour (Tahanout, 2018) quatre stations où aucune production n'a été trouvée en 2017 et 2018 sont toutes situées à l'exposition Nord ou Nord-Est.

3.3 Effet de l'arbre (niveau de hauteur des branches, diamètre des tiges ...)
sur la production de cônes : Les résultats de (Krouchi, 2010) ont révélé un effet « arbre » significatif, cet effet s'est traduit par des variations inter -arbres significatives. D'après (Tahanout, 2018) sur les 547 individus évalués à l'échelle des 19 stations de son étude seuls 81 arbres ont participé à la production des cônes en 2017 contre 8 arbres en 2018, pour la participation commune aux deux années, elle n'a concerné que 7 individus contre 74 individus n'ayant pas participé à la production en 2017 et 01 individu n'ayant pas participé en 2018, parmi les 7 arbres ayant participé durant les deux années successives, 6 ont assuré une production plus élevée en 2017 et un seul le contraire. Selon les individus, la production de 2018 représente entre 1 et 88,61 % de celle de 2017, Ce qui montre une contribution individuelle différente et variable d'une année à l'autre, la production moyenne par arbre est de 131 et 32 cônes respectivement en 2017 et 2018. Ces moyennes diminuent à 16.52 et 1.18 respectivement quand on prend en considération les productions nulles. De plus dans certaines stations, jusqu'à 85% la production de 2017 a été assurée par un seul arbre alors que dans d'autres, elle est répartie sur plusieurs arbres.

3.4 Corrélation entre la dimension de l'arbre et la capacité de reproduction
 Krouchi (2010) a montré que la corrélation entre la circonférence et les paramètres de fécondité est très significative, cette bonne corrélation entre la dimension de l'arbre et la capacité de reproduction est due au fait que la dimension de l'arbre est liée à son âge et donc à sa fertilité, et sa vigueur, mais aussi à la compétition locale et aux conditions environnementales locales.

3.5 Position des arbres au niveau des stations : les arbres isolés ou ceux situés en périphérie présentent une fructification beaucoup plus importante que celle des peuplements d'autant plus que ces derniers sont denses, en raison de leurs surface du houppier plus développée et même résultats sont enregistrés pour les peuplement fermés et ceux ouvert où ces derniers enregistrent des résultats plus élevés en terme de nombre de cônes par arbre, la densité élevée d'un peuplement limite le développement des houppiers et donc limite la surface réceptive à la lumière du coup elle limite aussi la production en cônes (Toth, 1978) ; (Krouchi, 2010).

3.6 La production des cônes par niveau de hauteur des branches : (Toth 1978) a signalé que la production est plus forte à la partie supérieure du houppier avec 203.9 de cônes tandis qu'elle régresse légèrement à la partie médiane avec 191.4 de cônes et une chute importante à la partie basse avec 107.1 de cônes seulement. D'après (Malki et *al.* 2006) les branches hautes portent plus de cônes que les branches basses.

3.7 Effet de la station : Selon (Tahanout, 2018), à l'échelle des 19 stations échantillonnées, une variabilité de la production de cônes en 2017 a été enregistrée pour les quatre (04) stations où il ya eu une production de cônes, la production maximale en 2017 a atteint 2335, 2152 puis 1691, et enfin 1310 cônes. Dans ces quatre stations, le nombre moyen de cônes produit par arbre est de 292, 239, 154 et 94 cônes respectivement. Ces stations appartiennent à la cédraie mixte et se répartissent dans une tranche altitudinale de 1287 à 1487m, des pentes de 15 à 68% et un recouvrement de 25-60%. En ce qui concerne les productions totales comprises entre 100 et 1000 cônes, elles ont été enregistrées dans sept (07) stations avec 737, 388, 297, 263, 254, 200, et 140 cônes. Ces sept stations se répartissent en trois stations pures et quatre stations mixtes ; elles ont des pentes allant de 25 à 65%, un recouvrement entre 25 à 75% et occupent une tranche d'altitude de 1300 à 1763 m. Concernant les productions totales inférieures à 100 cônes, elles ont été observées dans les 3 stations avec 70, 64, 17 cônes sur une tranche d'altitude de 1388 à 1576m. Les stations sans production en 2017, sont localisées au versant Nord pour trois (03) d'entre elles et une (01) au Nord-Est.

3.8 L'effet du recouvrement sur la production de cônes, selon (Tahanout, 2018) la production totale de cônes par station pour l'année 2018 varie entre un minimum de 25 et un maximum de 550 cônes. Le nombre total de cônes produits par station est inférieur à 100 cônes pour 3 stations et de plusieurs centaines pour une station, trois de ces stations appartiennent à la cédraie mixte et une à la cédraie pure, leur recouvrement varie de 25 à 50%, leur pente de 15 à 70% et leur tranche d'altitude de 1287 à 1743m.

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Au terme de cette première étude sur l'effet de l'arbre sur la production de cônes chez le Cèdre de l'Atlas dans le Parc National de Chrèa.

Notre objectif avait pour but d'évaluer la variation de la production de cônes (inter-individus de la même station et inter-stations (versants)) ainsi que quelques paramètres dendrométriques des sujets de Cèdre de l'Atlas prélevés des deux versants (Nord et Sud) de la station de Chrèa située au Parc National de Chrèa.

La méthodologie optée pour cette étude est l'échantillonnage aléatoire des deux stations (Nord et Sud), la délimitation des stations par la méthode des quadrats, avec la réalisation des mesures dendrométriques (La hauteur et le diamètre de l'arbre, la hauteur et le diamètre du houppier et la densité) sur un peuplement pur de Cèdre de l'Atlas au niveau du site des quatre bancs.

Dans tous ça on a eu droit à une seule et unique sortie, durant laquelle on a fait le choix des sites ainsi que leurs délimitation, appartenant au deux versants (Nord et Sud) au niveau du site expérimental des quatre bancs, car au moment où on s'apprête à sortir sur le terrain pour entamer la partie expérimentale il y a eu la survenue de la pandémie de COVID-19 et du confinement juste après, ce qui nous a obligé à repousser la date des sorties sur le terrain jusqu'à la fin du confinement.

Malheureusement avec ces conditions qui ont chamboulées la réalisation de notre étude non seulement ralenties le travail mais elles ont rendu les sorties sur le terrain quasiment impossible. C'est pour cela qu'en perspectives, nous espérons voir plus de travaux dans ce contexte pour mieux cerner et évaluer la capacité du Cèdre de l'Atlas dans la production des graines, ainsi de proposer d'implanter des stations météorologiques dans différents sites dans le Parc National de Chrèa pour avoir des données climatiques exactes et fiables.

Ces travaux devront être effectués dans les mêmes stations proposées dans cette étude pour avoir des résultats et un suivi sur une longue période de production, ainsi que de viser de nouvelles stations au niveau du Parc National de Chrèa afin de garantir la pérennité et de savoir protéger cette essence forestière du dépérissement.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Abdessemed K., 1981 - Le cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti) dans les massifs de l'Aurès et Belazma - Etude phytosociologique et problème de conservation et d'aménagement - Thèse de Doc. Univ d'Aix Marseille III, 199p.

Abourouh, M. et Morelet, M., 1999 - Les champignons parasites du Cèdre de l'Atlas en Afrique du Nord et en France", forêt méditerranéenne t. xx, n°4, (décembre 1999) 198 – 202.

Addar A., Khedache Z., Righi H. & Dahmani-Megrerouche M., 2016 - Suivi de la régénération naturelle du cèdre de l'atlas dans les premiers stades de développement dans quelques stations du massif forestier de chréa (atlas blidéen, algérie) *Revue d'Ecologie (Terre et Vie)*, Vol. 71 (4), 2016 : 367-384

Attal-Bedreddine., 1995 - Contribution à l'étude de l'entomofaune du Chêne vert (*Quercus ilex* L.) dans le parc national de Chréa. Thèse magistère Inst. Nat. agro. El harrach, 250p.

Benabid, A., 1994 - Biogéographie phytosociologie des cédraies de l'Atlas à *Cedrus atlantica* Manetti", *Ann. Rech. For. Maroc*, 27, 62 - 76.

Aidrous L., 2007 - Exploration de la variabilité géographique des cèdres méditerranéens, *Cedrus atlantica*, *Cedrus libani* et *Cedrus brevifolia*. Thèse de Magistère de l'Institut National d'Agronomie d'Alger.

Alexandrian D. et Gourian M., 1992 - Les causes des incendies. Levons le voile! Forêt méditerranéenne, n° 1, Pp: 41-47.

Andrea C. & Roberto M. 1994 - Growth performances of a thinned Atlas cedar (*Cedrus atlantica* Man.) Stand. In : Le Cèdre de l'Atlas. Actes du séminaire international sur le Cèdre de l'Atlas. Ifrane (Maroc), 7 - 11 Juin 1993. *Annales de la recherche forestière au Maroc* 27 (spécial) : 282-293.

Arbez M., 1987 – les ressources génétiques forestière en France. Les conifères 1.INRA. Paris.

Aussenac, G. & Valette, J.C. 1982 — Comportement hydrique estival de *Cedrus atlantica* Manetti, *Quercus ilex* L. et *Quercus pubescens* Willd. et de divers pins dans le Mont Ventoux. *Ann. Sci. For.*, 39: 41-62.

Aussenac, G. & Finkelstein, D. 1983 — Influence de la sécheresse sur la croissance et la photosynthèse du cèdre. *Ann. Sci. For.*, 40: 67-77.

Bagnouls F. & Gaussen H., 1953 - Saison sèche et indice xérothermique. *Bull. Soc. Hist. Nat.*, Vol 8, pp 193-239.

Bahri B., 2007 - Contribution à l'étude de l'influence des facteurs édaphiques, orographiques et biologiques sur la régénération naturelle du cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica*. M) dans les monts des Ouled Yagoub Thèse de Magistère de l'Université colonel el hadj lakhdar batna faculté des sciences département d'agronomie 138 P.

Bakry, M. et Abourouh, M., 1992 - La fonte des semis - premiers résultats sur les pertes en pépinières forestières", *Annales Recherche Forestière Maroc*, T. 26, 113 - 126.

Bared A., 2016 - Contribution à l'étude dendrométrique du cèdre de l'Atlas de la forêt d'Ain Antar (Wilaya de Tissemsilet), Thèse de Master de l'Université de Tlemcen.48p.

Bariteau, M. ; Panetsos, K.P. ; M'hirit, O. et Scaltsoyiannes, A., 1999 - Variabilité génétique du cèdre de l'Atlas en comparaison avec les autres cèdres méditerranéens. For. Med. T.XX, n°4. décembre 1999. Pp : 175-190.

Belloula S., 2010 - Etude sur le dépérissement du Cèdre de l'Atlas dans le parc national de Belezma (Batna).Apport de la télédétection et SIG. thèse de Magister. Université El-Hadj Lakhdar, Batna. 136p.

Benabid A., 1994 - Biogéographie phytosociologique et phytodynamique des cédraies de l'Atlas (*Cedrus atlantica* manetti). Ann. Rech. For.Maroc T(27), 61-76.

Benslimane K. ,1989 - Guide botanique de quelques essences forestières d'Algérie INRF Ministère de l'hydraulique Département reboisement.BULTIN TECFORESTIERNOV 81 N°6.

Bentouati A., 1993 - Croissance, productivité et aménagement des forêts de pin d'Alep (*Pinus halepensis* M.) du massif de Ouled Yagoub. (Khenchela-Aurès). Thèse Doct. Université de Batna .116 P.

Boudani F., 1989 - Contribution à l'étude de l'influence de l'altitude, du PH et du peuplement arborescente sur l'évolution de la strate herbacée de Chréa (versant nord). Mémoire, Ing. Inst. Agro. El harrach, 184p.

Boudy P., 1950 - Economie forestière Nord- Africaine, Tomme 2 Monographie et traitement des essences forestières, Fasc II.Ed. Larousse, Paris 638 p.

Boudy P., 1952 - Guide du forestier en Afrique du Nord. *Ed. La Maison Rustique.* 505 p.

Boudy P., 1955 - Economie forestière nord-africaine. Tome IV, Description forestière de l'Algérie et de la Tunisie. 483 p. Ed. Larose,

Brunetti B., Decapua E. L., Macchioni N. & Monachello S., 2001 - Natural durability, physical and mechanical properties of Atlas cedar (*Cedrus atlantica* Manetti) wood from Southern Italy. *Annals of forest science* **58**. Pp : 607-613.

Chau N. et Messaoudi K., 2012. Etude de la variabilité intra-population de la morphologie et de l'anatomie des aiguilles du cèdre de l'Atlas à Tala-Guilef (Djurdjura Nord-Ouest). Mem. Ing. Agro. Ummto. 38p.

CSABA M. 1994. - Results of introduction trials with *Cedrus atlantica* in Hungary. In : Le Cèdre de l'Atlas.Actes du séminaire international sur le Cèdre de l'Atlas. Ifrane (Maroc), 7 - 11 Juin 1993. *Annales de la recherche forestière au Maroc* 27 (spécial) : 220-222.

Dahman M. et Khouja M. L (1994) - Résultats des essais d'acclimatation du cèdre en Tunisie. Ann. Rech.For. Maroc T(27) (spécial), 129-137.

38

Dajoz R., 1971. – Précis d'écologie. Ed. Dunod, Paris, 434p.

Dajoz R. 2007 - Les insectes et la forêt rôle et diversité des insectes dans le milieu forestier Edition. Paris Ed. Tec et doc Lavoisier DL.

Debazac E.F. 1964 - Manuel des conifères. Nancy, *École nationale des Eaux et Forêts*, 172 p.

Delkov A. et Grozev O. 1994 - Résultats de l'introduction du *Cedrus atlantica* Manetti en Bulgarie de Sud-Ouest. In : Le cèdre de l'Atlas. Actes du séminaire international sur le cèdre de l'Atlas. Ifrane (Maroc), 7 – 11 Juin 1993. Ann. Rech. For. Maroc 27 (spécial). Pp : 174-185.

Demarteau M., Francois L., Cheddadi R. & Roche E. - Réponses de *Cedrus atlantica* aux changements climatiques passés et futurs *Geo-Eco-Trop*, 2007, 31: 105 – 146.

Derridj, A. 1990 - Etude des populations de *Cedrus atlantica* M. en Algérie. Thèse Doc. U.P.S. Toulouse.(France) 288 p.

Djellouli Y., 1990 - Flores et plantes en Algérie septentrionale. Déterminisme de la répartition des plantes. Thèse Doct. es Sci., USTHB, Alger, 262 p.

Doumandji S. et Doumandji-Mitich B. (1993) - Les mantes du parc national de chréa. Ann. Soc. Entomol. Fr., 29 (1) : 105-106. (29).

El Azzouzi, K. et Keller, R. - Propriétés technologiques du bois de cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti), *Forêt méditerranéenne*, 19, (1989) : 11 - 33.

Emberger, L. 1938 - Contribution à la connaissance des cèdres en particulier du Deodar et du cèdre de l'Atlas. Rev. de Bot. App. et d'Agr. tropicale. Bull. n° 198 Fev. Tome XVII, pp. 77- 91.

Emberger L., 1955 – Une classification biogéographique des climats. Rec. Trav. Lab. Bot. Géol. Zool., Univ. Montpellier, (7), pp.: 3 – 4.

Ezzahiri M., 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.

Fabre JP., Mouna M., Du Merle P., Benhalima S., 1999 - Le point sur certains ravageurs du cèdre de l'Atlas en Afrique du Nord, en France et en Europe. *Forêt méditerranéenne* t, XX, n°4 : 203-218.

Faurel L., 1947 - Note sur le cèdre de l'Atlas de B lida, ses sols et ses associations végétales. c.R. Congo Pédologie, Montpellier-Alger

Finkelstein, D. (1981) - Influence des conditions d'alimentation hydrique sur le débourrement et la croissance de jeunes plants de cèdres (*Cedrus atlantica* Manetti) cultivés en serre. *Ann. Sci. For.*, 38: 513-530.

Gausson H., 1955 - Détermination des climats par la méthode des courbes ombrothermiques, *C.r Acad.Sc.*, 240 p.

George, J. 1980 - La récolte des graines de cèdre. *Revue d'Economie Forest* 39 N°6, Pp : 544 – 546.

Halimi A., 1980. - L'Atlas Blidéen: climats et étages végétaux. Ed. N°648 O.P.U., Alger, 523 p.

Hopkins. (1999). - Introduction to plant physiology. Second edition. The university of western Ontario. Edit. John Wilay and sons., Inc, 512 p.

Jacquot C. et Fougousse M., 1972 - Guide pour l'utilisation pratique de la durabilité naturelle des bois, *Paris: C.T.B, 15 p.*

Khanfouci M S., 2005 - Contribution à l'étude de la fructification et de la régénération du cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti) dans le massif du Belezma. Debazac E F., 1964. Manuel des conifères. Nancy, École nationale des Eaux et Forêts, 1964. 172 p.

Killan CH. et Martin M., 1957 Erosion, humidification, respiration des sols dans le Massif de Chréa. Bull. Soc Hist. Nat., Afr, Nord 48 (5/6) : 385 - 402.

Krouchi, F. (2010). — *Étude 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 de Doctorat de l'Université Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou (UMMTO). , 127p.

Lahrech B. et KHENAFIF H., 2018 - Evaluation de la biodiversité du Parc National de Chréa Thèse de Master de l'Université de Blida1, 82p.

Larid D., 1989 – Comparaison faunistique entre trois stations au mont Mouzaïa dans le Parc National de Chréa. Mém. Ing. Agr., I.N.A., Alger, 95 p.

Lasram M. 1994 - Le Cèdre de l'Atlas. Actes du séminaire international sur le cèdre de l'Atlas. Ifrane (Maroc), 7 - 11 Juin 1993. *Annales de la recherche forestière au Maroc, 27* (spécial) : xxxv-xxxvi.

Lecompte M., Lepoutre B., 1975 - Bilan de l'eau et conditions d'existence de la cédraie dans le Moyen-Atlas basaltique – utilisation d'une analyse de l'information mutuelle entre les espèces et les variables du milieu Ann. Rech. Forest. Maroc, Tome 15 pp. 149-269.

Lepoutre B. 1963, - Recherche sur les conditions édaphiques de régénération des cédraies.

Lepoutre, B. 1964. - Suite d'observations sur la régénération du cèdre par taches. *Ann. Rech. For. Maroc, 7:* 1-20.

Malki, H., 1992 - Contribution à l'étude de l'influence du climat des facteurs physiques sur la végétation naturelle du cèdre de l'Atlas (*Cedrus Atlantica* Manetti) dans les monts du Belezma (Algérie)", Thé. Doc. Uni. Paris-Sorbonne, 187 p.

Malki H. Bentouati A. Bertella N. & Kherchouche D., 2006 - Régénération, croissance et protection de deux espèces forestières : cèdre de l'atlas (*Cedrus atlantica M.*) et pin d'alep (*Pinus halepensis Mill*) dans les aures. Rapport final d'un projet de recherche CNEPRU Code du projet F0501/06/06.47p

Mate. 1997 - Elaboration d'un bilan et d'une stratégie national de l'environnement durable de la diversité biologique. Revue INRF 2013.

Maire R., 1952 – *Flore de l'Afrique du Nord (Maroc, Algérie, Tunisie, Tripolitaine, Cyrénaïque et Sahara).* Paris : éditions Le Chevalier ; 16 vol. parus.

Mazari G., 1995 - Etude fauristique de quelques stations du Par National de Chréa . Thèse : Magistère Sciences Agro, INA, El-Harrach,Alger, 165p

Mazari G. 1988 - Premières notes sur l'inventaire de la faune du Parc National de Chréa. Ann.Inst. Agro.El-Harrach, vol 12 n° SP2CIAL, 1988. Pp : 325-354.

Meddour, R. 1994 — La cédraie de l'Atlas blidéen (Algérie): valeurs bioclimatique, syntaxonomique et dynamique. *Ann. Rech. For. Maroc*, 27: 105-127.

Meddour, R. 2002 - Bioclimats, étages et séries de végétation de l'Atlas Blidéen (Algérie). *Phytocoenologia*, 32, 101-128.

Mediouni K. et Yahi N., 1994, Phytodynamique et autoécologie du *Cedrus atlantica* dans le Djurdjura. *Ann. Rech. For. Maroc*. 27(n° spécial) : 77-104.

Messaoudene, M., Loukkas, A., Janin, G., Tafer, M., Dilem, A. et Goncalvez, J., 2004 - Propriétés physiques du bois d'éclaircie des cèdres (*Cedrus atlantica*), contenant du bois de compression, provenant de l'Atlas du Djurdjura (Algérie)". *Ann. For. Sci.*, 61, 589 - 595.

M'herit, 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), 499 p.

M'herit O., 1987 - Etat actuel des connaissances sur le cèdre – Eléments pour un programme de recherche. Comité CFA/CEF/CFPO des questions forestières méditerranéennes "Silva Mediterranea " . FAO, Rome, 3 8p.

M'herit O., 1994 - Le cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti) présentation générale et état des connaissances a travers le réseau Silva mediterranea "Le cèdre". *Ann. Rech. For. Maroc*, T (27). Pp : 3-21.

M'herit, O. 1999 — Le cèdre de l'Atlas à travers le réseau Silva Mediterranea "Cèdre". Bilan et perspectives. *For. Méd.*, 20: 91-100.

M'herit, O., Benzyane, M., 2006 — taxonomie et répartition historique, in *Le cèdre de l'Atlas*. Ed. Mardaga. Pp : 13-26.

Miri Y, 1988 -Essai de cartographie de la végétation sur la région de Ghellaie dans le parc national de Chréa, Thèse Ing. Agro., INA. Alger, 122p.

Mutin L., 1977 – La Mitidja – décolonisation et espace géographique. Ed. office publ. Univ., Alger, 607p.

Philippe, G., 2006 - Partie1 : du méristème à la graine. In: J. Baudel (ed.). *Reproduction sexuée des conifères et production des semences en verger à graines*. Collection Synthèses, Cemagref

Pradal, F. 1979 - Variabilité génétique et écophysologie du cèdre (Résumé). 6 p.

Quezel P., Medail F., 2003 - Ecologie et biogéographie des forêts du bas méditerranéen. Ed. Sc. Med. Elsevier SAS. Paris, 571p. 41

Quezel P. & Santa S., 1962, – *Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionale*. C.N.R.S. Paris. . Tome I, 618p

Quezel P., 1998 - Cèdres et cédraies du pourtour méditerranéen : signification bioclimatique et phytogéographique Forêt Méditerranéenne. T XIX n° 3 pp. 243-257

Ripert C. et Boisseau B. 1994 - Ecologie et croissance du cèdre de l'Atlas en Provence *Ann. Rech. For. Maroc*, T (27), 155-171..

Ramade F., 1984 - Éléments d'écologie : Écologie fondamentale, Dunod, coll. « Sciences Sup », 2009, 4e éd. 397p.

Sbabdji, M., 2012 - Étude des infestations de la cédraie de Chréa par la processionnaire du pin, *Thaumetopoea pityocampa* Schiff.: description spatiotemporelle et interaction arbre-défoliateur”, Thèse de doctorat, ENSA, El Harrach, Alger, Algérie.. 115 p

Sahli Z. 2006. - Améliorer la gouvernance des espaces boisés méditerranéens à travers la mise en œuvre de démarches participatives, Parc National de Chréa. Algérie. Plan Bleu. Valbonne.

Seltzer, P., 1946 - Climat de l'Algérie”, Inst, nati, météo, phys., Globe de l'Algérie, Alger, 219 p.

Slimani S., 2014 - Reconstitutions dendrochronologiques du climat et de l'histoire des incendies dans les régions des Aurès et de Kabylie, nord de l'Algérie. Th. Doct. Bio. Ummto.171p.

Stewart, P (1969) - Quotient pluviométrique et dégradation de la biosphère Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Du Nord ; Alger

Tahanout M. 2018 - Analyse de l'effet de l'année et de l'arbre sur la production de cônes du cèdre de l'Atlas *Cedrus atlantica* Manetti à Tala-Guilef (Djurdjura Nord-Ouest). Thèse de Master de l'Université Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou (UMMTO). , 24p.

Talbi Y., 2010. - Contribution à l'étude des insectes associés au dépérissement du cèdre de l'atlas (*Cedrus atlantica* m.) dans la région de Batna : Cas de la cédraie de Belezma. Mém. Magister. Université El-Hadj Lakhdar, Batna.115p.

Terrab, A., Hampe, A., Lepais, O., Talavera, S., Vela, E. & Stuessy, T.F., 2008 - Phylogeography of North African Atlas cedar (*Cedrus atlantica*, Pinaceae): combined molecular and fossil data reveal a complex quaternary history”, Am. J. Bot., 95, 1262 - 1269.

Toth, J. 1970 - Plus que centenaire et plein d'avenir : Le cèdre en France. *Rev. For. Fr.*, 22: 355-364

Toth J., 1971 - Le cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* en France). Bulletin de la vulgarisation forestière. (4). Pp : 5-19.

Toth J. 1973 - Premières approches de la production potentielle du Cèdre dans le sud de la France. Pour plus d'information, se référer à l'étude complète. 42

Toth, J., 1978 - Contribution à l'étude de la fructification et de la régénération du Cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* M.) dans le Sud de la France”. Thèse Doc. Ing. Fac. St. Jérôme. Marseille, France. 136 p.

Toth J. ,1980 - Le cèdre dans quelques pays du pourtour méditerranéen et dans deux autres pays à grande importance forestière. *For. Méd.*, 2: 23-30.
Toth 1994.

Toth, J. 1984 - La prévision des possibilités de récoltes de cônes de cèdre de l'Atlas(*Cedrus atlantica* Manetti). Bull. Tech. n° 15 O.N.F : 39 -- 51.

Toth J., 1990 - Le cèdre II. Utilisation et qualité technologique du bois . La Forêt Privée, n° 1 97, p. : 57-60.

Toth J., 1994 - Le Cèdre de l'Atlas. Actes du séminaire international sur le cèdre de l'Atlas. Ifrane (Maroc), 7 -11 Juin 1993. Annales de la recherche forestière au Maroc 27 (spécial) : 322-335. **TOTH J. 2005.** Le Cèdre de France. Étude approfondie de l'espèce. Paris, L'Harmattan. Bio.

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

Yahi N. et Djellouli Y. 2010 - Groupements forestiers et préforestiers à *Cedrus atlantica* Manetti d'Algérie : état des connaissances et dynamique des syntaxons Rev. For. Fr. LXII - 3-4.

Zeraia L., 1969 — ARBORITUM DE MEURDDJA Étude Ecologique. 3^{ème} semaine forestière magrebine Alger du 15 au 21 septembre 1969. Centre Algérien de Recherche et d'Expérimentation Direction des Forêts et de la D.R.S. Forestière., 32+9 annexes.