



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Abdelhamid Ibn Badis



- Mostaganem -

Faculté des Sciences et sciences de la nature et de la vie
Département d'Agronomie

Mémoire en vue de l'Obtention du Diplôme
Du Master 2 en Agronomie

Option : gestion conservatoire des eaux, des sols et de l'environnement

Thème

**Etude dendroécologique du pin pignon (*Pinus pinea* L.)
dans la forêt d'Akboub Mostaganem.**

Réalisé par : **BENICHOU Hafsa**

Devant le jury composé de :

Président	Mr BOUALEM Abdelkader	MCB	Université de Mostaganem
Promoteur	Mr HADDAD Ahmed	Pr.	Université de Mostaganem
Co-promoteur	Mr SBABDJI Mohamed	MCA	E.N.S.A. Alger
Examineur	Mr CHOUIEB Mohamed	MCB	Université de Mostaganem

Année Universitaire 2016/2017

Dédicace

*Je dédie ce modeste travail, à ceux qui représentent pour moi les
symboles de tendresse et de sacrifice.*

A mes très chers parents qui m'ont porté la vie et l'amour.

A l'âme de mon très cher, deuxième père Nourrdine.

*A ma chère deuxième mère qui sans ses sacrifices, son amour et son
encouragement je n'aurai jamais pu avancer.*

A ma sœur et mes frères.

A ma nièce Romeissa

Tous mes professeurs qui ont contribué à ma formation

Toute ma famille

Tous mes amis(e) et mes collègues sans exception.

A notre cher ami et collègue BELARBI Azzedine Que Dieu bénisse

Son âme.

BENICHOU Hafsa

Remerciements

Je tiens à remercier le bon Dieu qui m'a donné le courage pour accomplir ce modeste travail. Ainsi que, toute personnes ayant participé à la réalisation de mon mémoire et notamment j'aimerais adresser mes sincères remerciements à :

- ❖ Monsieur HADDAD Ahmed enseignant chercheur au département d'agronomie qui m'a fait l'honneur d'accepter de m'encadré.*
- ❖ Monsieur SBABDJI Mohamed mon Co-encadreur qui m'a fait l'honneur d'accepter aussi de m'encadré.*
- ❖ Monsieur CHOUIEB Mohamed enseignant chercheur au département d'agronomie qui m'a fait l'honneur d'accepter d'examiner mon travail.*
- ❖ Monsieur BOUALEM Abdelkader enseignant chercheur au département d'agronomie qui m'a fait l'honneur d'accepter de présider le jury de ma soutenance.*
- ❖ Tous mes enseignants pour la formation qu'ils m'ont inculquée, notamment ceux de l'option Gestion conservatoire des eaux, des sols et de l'environnement pour la qualité des cours dispensés durant mon cursus de formation en spécialité.*
- ❖ Toutes les personnes de la conservation des forêts de Mostaganem et de la circonscription d'Ain Tadless pour m'avoir facilité l'accès à toute l'information relative à mon sujet.*
- ❖ Et finalement à tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin à accomplir ce travail.*

A tous je dis merci beaucoup

BENICHOU Hafsa

Liste des tableaux

Tableau 1: les domaines d'étude de la dendrochronologie	11
Tableau 2: Contenance des cantons de la forêt d'Akboub.....	17
Tableau 3: Exposition des versants dans la forêt d'Akboub.....	19
Tableau 4: Les différentes classes des pentes	20
Tableau 5: Coordonnées géographiques de la station climatique de l'office national météorologique (ONM-Mostaganem).....	22
Tableau 6: Régime saisonnier des précipitations au niveau de la zone d'étude.....	23
Tableau 7: Indice de continentalité de la zone d'étude.	25
Tableau 8: Indice de sécheresse estivale de la zone d'étude.....	26
Tableau 9: Etage de végétation de la zone d'étude.	26
Tableau 10: Valeur du « Q2 » et étages bioclimatiques.....	28
Tableau 11: les années caractéristiques.....	38
Tableau 12: Coefficients de corrélations Précipitations-Cernes	41

Liste des figures

Figure 1 : Aire de répartition naturelle du <i>Pinus pinea</i> L. dans le monde (Seigue, 1985).....	4	
Figure 2 : Situation du pin pignon dans la wilaya de Mostaganem.	5	
Figure 3 : Peuplement de <i>Pinus pinea</i> L. dans la forêt d'Akboub (Mostaganem).	10	
Figure 4: Situation géographique de la forêt d'Akboub.....	18	
Figure 5: Précipitations moyennes mensuelles (mm) pendant les deux périodes de référence de la zone de Mostaganem (SELTZER, 1946) et (ONM Mostaganem, 2010).....	23	
Figure 6: Variations mensuelles et annuelles des températures durant les deux périodes de référence de la zone de Mostaganem (SELTZER, 1946) et (ONM Mostaganem, 2010)	24	
Figure 7: Courbes Ombrothermiques de BAGNOULS et GAUSSEN (1953) de la zone d'étude.	27	
Figure 8: Humidité relative de l'air de la zone de Mostaganem durant les deux périodes de référence (SELTZER, 1946) et (ONM Mostaganem, 2010).....	28	
Figure 9: Peuplement de <i>Pinus pinea</i> L. avec <i>Retama monosperma</i> dans la forêt d'Akboub (Mostaganem).....	30	
Figure 10: Prélèvement d'une carotte	Figure 11: La Tarière de Pressler (Mr Haddad)..	31
Figure 12: La table dendrochronologique		32
Figure 13: les chronologies élémentaires		37
Figure 14: Les chronologies individuelles		38
Figure 15: Courbe moyenne "maîtresse"		39
Figure 16: la courbe maitresse standardisée.....		40

Sommaire

Introduction générale.....	1
1. Présentation du Pin pignon (<i>Pinus pinéa L.</i>)	3
1.1. Généralité sur le Pin Pignon.....	3
1.2. Répartition Géographique	3
1.2.1. Aire naturelle	4
1.2.2. Aire d'introduction	4
1.3. Systématique	6
1.4. Eléments d'autoécologie.....	6
1.4.1. Exigences altitudinales.....	6
1.4.2. Exigences climatiques.....	7
1.4.3. Exigences édaphiques	7
1.5. Utilisations	8
Objectif n°1: Reboisement de protection.....	8
Objectif n°2: Production ligneuse.....	8
Objectif n°3: Production fruitière	8
1.6. Biologie du Pin Pignon	9
1.6.1. Reproduction.....	9
1.6.2. Germination	9
1.6.3. Croissance	9
1.7 Conclusion.....	10
2. La Dendroécologie.....	11
2.1. Définitions.....	11
2.2. Les domaines d'étude de la dendrochronologie.....	11
2.3. Les applications possibles de la dendrochronologie	12
2.4. Les étapes de la dendroécologie.....	13
2.4.1. Sélection des sites d'étude.....	13
2.4.2. Récolte des échantillons.....	13
2.4.3. Prétraitement	14
2.5. Conclusion.....	15
3. Présentation de la zone d'étude.....	16
3.1. Introduction	16
3.2. Identification de la zone d'étude	16
3.2.1. Caractéristiques de la zone d'étude.....	16

3.2.1.1.	Situation géographique	16
3.2.1.2.	Situation administrative	16
3.2.1.3.	Situation administrative forestière	17
	Contenances	17
3.2.1.5.	Relief et topographie	18
3.2.1.6.	Réseau hydrographique	20
3.2.2.	Etude de milieu édaphique	21
-	Géologie de la zone	21
-	Les formations superficielles du milieu édaphique	21
3.3.	Etude climatique	22
3.3.1.	Choix des stations météorologiques	22
3.3.2.	Température	24
3.3.3.	Synthèse climatique	24
3.4.	Humidité de l'air	28
3.5.	Conclusion	29
4.	Matériels et Méthodes	30
4.1.	Choix du site de prélèvement	30
4.2.	Sélection des individus	30
4.3.	Prélèvement des carottes	30
4.4.	Conservation et préparation des carottes	31
4.5.	Mesures des accroissements annuels	31
4.6.	Traitement des données	32
4.6.1.	Correction des chronologies élémentaires	32
4.6.2.	Synchronisation interindividuelle et élaboration de la courbe maîtresse	32
4.6.3.	Les années caractéristiques	32
4.6.4.	Coefficient de la Sensibilité	33
4.6.4.1.	Sensibilité moyenne	33
4.6.4.2.	Moyenne des sensibilités (Ms)	34
4.6.5.	Coefficient d'interdatation R	34
4.6.6.	Standardisation	35
4.7.	Relation climat-cerne	35
5.	Résultats et Discussions	37
5.1.	Les séries des chronologies élémentaires	37
5.2.	Les série des chronologies individuelles	38
5.3.	Les années caractéristiques	38

5.4. Le coefficient d'interdatation	39
5.5. La série de la courbe moyenne "maîtresse"	39
5.6. La série maîtresse standardisée	40
5.7. Relation cerne- climat	40
Conclusion générale	42

Références bibliographique

Annexes

Introduction générale

Introduction générale

La forêt Algérienne actuellement subit une forte pression par la population riveraine qui tend à convertir les terrains occupés par les peuplements forestiers à des terrains agricoles ou autres. Autrement dit pour un riverain les peuplements forestiers n'ont pas de valeur économique et doivent être éliminés pour installer des systèmes de production qui leur permet de subvenir à ses besoins. C'est pour cette raison que le forestier doit aménager et gérer les peuplements d'une façon qui permettra à la forêt d'assurer les deux fonctions : la fonction socioéconomique en répondant aux besoins de la population locale.

Ce mode de gestion repose sur de nombreux paramètres parmi lesquels le choix des essences à utiliser pour le reboisement.

Le Pin pignon (*Pinus pinea.L*) qui est une espèce forestière anciennement introduite et naturalisée en Algérie. Son aire de répartition comprend la région septentrionale de la méditerranée, de la péninsule Ibérique à l'Anatolie jusqu'aux côtes de la mer noire.

Le Pin pignon a été utilisé en reboisement en Algérie pour la première fois en 1935, pour la stabilisation des dunes littorales de Mostaganem à Bourahma, Bouchira, Khadra (Loullou 1987). Par suite en 1974 en vue de la fixation des dunes littorales.

En effet, le pouvoir d'adaptation et d'acclimatation qu'a montré cette espèce a intéressé les forestiers pour son introduction dans le massif de Djbel Balahcel à Mostaganem, en zone continentale à la limite du semi-aride et ce pour son intérêt économique de la production de pignes. C'est une essence qui est parfois considérée comme arbre fruitier pour la rentabilité de ses fruits.

Sous l'influence de climat, l'accroissement en diamètre se fait par la formation et l'apparition de cernes ; ces derniers présentent des épaisseurs variables d'une année à l'autre. Des variations dans les diverses parties d'un même cerne peuvent être observées ainsi que parfois la disparition ou le dédoublement de tout ou partie du cerne.

La dendrochronologie étudie la succession des cernes de croissance sur des essences vivantes ou mortes, récentes et anciennes. A partir de l'observation de séquences caractéristiques de cernes pour établir la correspondance climatique.

Le but de la dendrochronologie est d'étudier la variation en épaisseur des cernes en fonction des paramètres climatiques.

C'est dans ce cadre que s'inscrit notre travail de mémoire, qui consiste à étudier la croissance radiale et son évolution pour un échantillon d'arbres de Pin pignon (*Pinus pinea L.*) de la forêt d'Akboub en fonction d'un paramètre climatique, en particulier les fluctuations annuelles des précipitations.

Nous présentons, dans :

- Le premier chapitre un aperçu sur l'espèce. L'accent est mis sur la présentation de Pin pignon (*Pinus pinea L.*), ses caractéristiques biologiques et écologiques dans son milieu forestier.
- Le second chapitre présente l'approche utilisée dans le contexte dendroécologie.
- Le troisième chapitre présente les spécificités de notre zone d'étude où se sont réalisées nos investigations.
- Le quatrième chapitre du mémoire est consacré aux principaux méthodologies et matériels utilisés dans notre étude.
- Le dernier chapitre a été consacré à l'interprétation et la discussion de nos résultats.

C'est dans ce cadre que s'inscrit notre travail de mémoire, qui consiste à étudier la croissance radiale et son évolution pour un échantillon d'arbres de Pin pignon (*Pinus pinea L.*) de la forêt d'Akboub en fonction d'un paramètre climatique, en particulier les fluctuations annuelles des précipitations.

Nous présentons, dans :

- Le premier chapitre un aperçu sur l'espèce. L'accent est mis sur la présentation de Pin pignon (*Pinus pinea L.*), ses caractéristiques biologiques et écologiques dans son milieu forestier.
- Le second chapitre présente l'approche utilisée dans le contexte dendroécologie.
- Le troisième chapitre présente les spécificités de notre zone d'étude où se sont réalisées nos investigations.
- Le quatrième chapitre du mémoire est consacré aux principaux méthodologies et matériels utilisés dans notre étude.
- Le dernier chapitre a été consacré à l'interprétation et la discussion de nos résultats.

Chapitre I :

Présentation du Pin pignon (*Pinus pinea L.*)

1. Présentation du Pin pignon (*Pinus pinéa* L.)

1.1. Généralité sur le Pin Pignon

Le Pin pignon (*Pinus pinea* L.) est l'une des essences caractéristiques de la flore méditerranéenne. Il est utilisé depuis l'antiquité en raison de son importance économique liée principalement à la production de bois et de pignes (Moussouris et Rigato, 1990 ; Calama et al.2003).

C'est une essence plastique résistante à la sécheresse et au froid, adaptée aux conditions climatiques de la région méditerranéenne, préférant les stations d'altitude et prospère également sur les dunes littorales. (Bensaid et al, 1998) rapportent que cette espèce ne pose pas de graves problèmes phytosanitaires et sa productivité dans les stations les plus favorables sur sols profonds peut atteindre jusqu'à 10m³/ha/an (Derouiche K, 1981).

Le Pin pignon a été introduit depuis fort longtemps en Afrique du Nord. En Algérie, les plantations de Pin pignon ont été réalisées entre 1935 et 1974. Il existe actuellement de très belles pineraies à pignes datant des années 1970, notamment à Oran (reboisement de Macta, à Chlef (Abou El hassen) et à Alger (Bouchaoui). Parmi les reboisements les plus récents, ceux de Sidi lakhdar où le pin pignon est mêlé au pin d'Alep et à quelques Eucalyptus (Leutreuch-Belarouci, 1991). D'autres reboisements existent dans les zones littorales à l'Est du pays sous forme de petits bouquets à proximité des habitations (Karaali, 2011).

Les hypothèses actuellement formulées sur la phylogénèse de *Pinus pinea* L. sont nombreuses.

Selon Klaus (1989), cette espèce appartiendrait au groupe de Pins méditerranéens au sens strict (*P. canariensis*, *P. halepensis*, *P. brutia*, etc.), dont *P. pinea* partagerait vraisemblablement l'origine.

Selon Francini (1958), *P. pinea* serait une espèce d'origine eurasiatique qui se serait développée au tertiaire dans un climat tempéré chaud et humide.

1.2. Répartition Géographique

Le pin pignon a une répartition circumméditerranéenne, depuis le Portugal jusqu'à la Syrie. Elle est cultivée depuis longtemps pour l'ornement et la production de graines.

L'abondance de l'espèce se trouve au Nord-ouest de la méditerranée soit l'Espagne (28000ha), l'Italie (13400 ha) (Boudy, 1952).

1.2.1. Aire naturelle

L'aire de répartition de *Pinus pinea* L. comprend la région méditerranéenne septentrionale de la péninsule ibérique à l'Anatolie jusqu'aux côtes méridionales de la mer noire (Rikli, 1943 ; Crichfield et Little, 1966).

Cette essence a fait l'objet de boisements très anciens pour la production de ses graines comestibles. En France, on le trouve principalement dans les plaines littorales et les collines méditerranéennes, en général à moins de 50 Km des côtes et à moins de 600 m d'altitude.

La superficie totale couverte par le pin pignon dans le monde est estimée à 600.000 ha ((75%) en Espagne, (9%) en Portugal, (8%) en Turquie, (7%) en Italie, (0.5%) au Maroc et le reste en Grèce, Liban, Tunisie, Algérie et en France (Seigue, 1985).

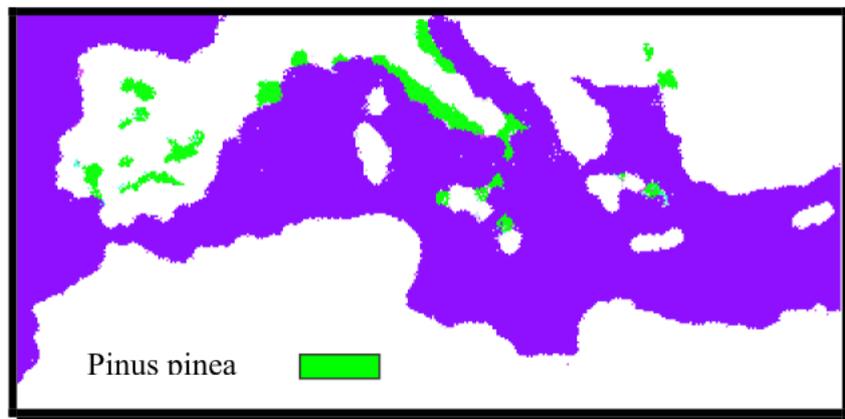


Figure 1 : Aire de répartition naturelle du *Pinus pinea* L. dans le monde (Seigue, 1985).

1.2.2. Aire d'introduction

En Afrique du nord, le Pin pignon n'existe pas actuellement à l'état spontané. Toute fois, cette absence ne s'explique pas facilement, étant donné sa diffusion dans la méditerranée occidentale et la présence en Berbérie de toutes les autres espèces euro-ibériques (Sbay, 2000). Apparemment, il s'y serait développé au cours du tertiaire, à la fin de l'oligocène.

En Tunisie, le pin pignon occupe actuellement 20000 ha environ sur les dunes littorales (utilisé comme essence principale dans les reboisements de fixation des dunes littorales), dans les subéraies dégradées et dans les maquis (Aloui, 1988).

Au Maroc, les plantations de pin pignon ont été réalisées principalement au nord du pays, le long de la côte. Les reboisements récents sont surtout localisés dans la région de Tanger, Larache et Tétouan (Sbay, 1995).

Au Liban, on estime que les peuplements sont d'origine artificielle (Post, 1933 ; Bouvarel, 1953 ; Berjaoui, 1952).

En Algérie, il pousse bien sur les dunes littorales de Mostaganem à Bourahma, Bouachria, Khadra et Stidia (figure 2). Il constitue une magnifique pineraie à Ouled Baroudi (Loullou, 1987). Comme il se trouve dans la forêt d'Akboub (Figure n°3).

Il existe aussi à Relizane, la Mactaa (Oran), El Kala, Djebel Ouahche (Conctantine), Blida, Setif et Zéralda (Zandouche, 2001).

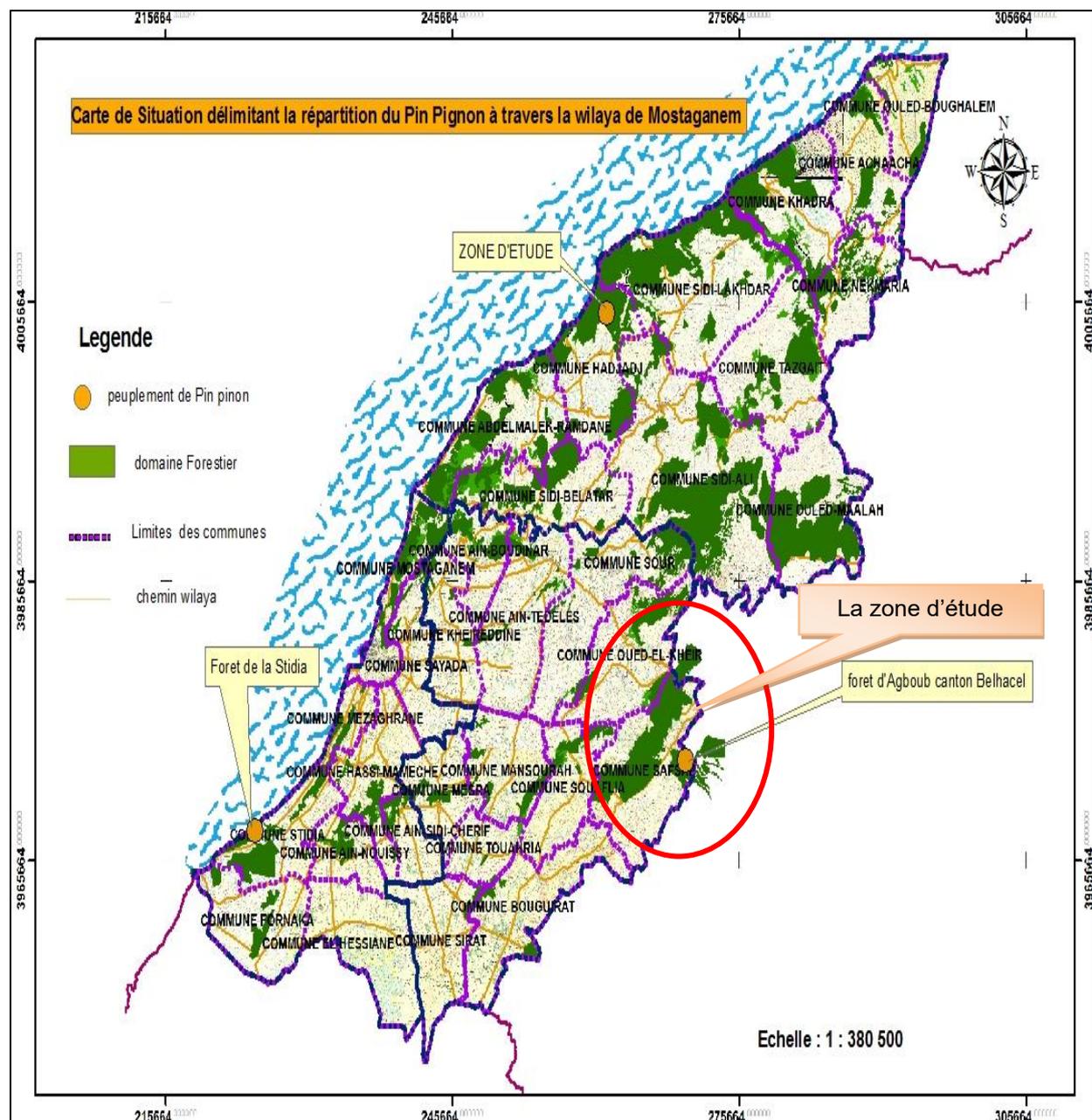


Figure 2 : Situation du pin pignon dans la wilaya de Mostaganem.(Conservation des forêts de la Wilaya de Mostaganem,2014).

1.3. Systématique

Le pin pignon ou pin parasol (*Pinus pinea* L) appartient à la famille des pinacea (sous famille des Pinoïdea).

Selon Gaussen et al. (1982) et Ozenda (1991), le pin pignon (*Pinus pinea*) appartient à la famille des Pinaceae, classe des Coniféropsidae. Sa position taxonomique est la suivante :

Nom botanique	: <i>Pinus pinea</i> L.
Nom français	: Pin pignon
Nom Arabe	: Senouber El-Tamri
Embranchement	: <i>Spermaphytes</i>
S/ Embranchement	: <i>Gymnosperme</i>
Ordre	: <i>Conifirales</i>
S/ Ordre	: <i>Pinacées</i>
Genre	: <i>Pinus</i>
Espèce	: <i>pinea</i>

Néanmoins, il existe une variété de Pin pignon appelée Fragilis Duhamel. (*Pinus pinea* .var. Fragilis hort) qui produit des graines à coque faible.

Les différences entre les graines à coques et celles de graines normales concernent leurs dimensions et leur poids. Les premières sont couvertes d'une poudre noire qu'on peut difficilement enlever (Ammannati, 1989 cité par Agrimi et Ciancio, 1993)

1.4. Eléments d'autoécologie

1.4.1. Exigences altitudinales

Les études sur le pin pignon avec des marqueurs neutres montrent une très faible diversité dans toute l'aire de répartition (Fallons et al.1997 in IFN 2001). En France le pin pignon n'est plus présent au dessus de 600 m d'altitude (Cemagref, 1987 in IFN 2001), les régions de provenance sont donc limitées à 600 m d'altitude.

Au Liban et en Turquie, il atteint les niveaux de cédraies notamment dans les régions de Barouk au Liban vers 1400 à 1500m (Quezel, 1980). En Algérie, les différents reboisements se trouvent à des altitudes variant de 50 à 280m (Ouanes, 2000).

1.4.2. Exigences climatiques

Le pin pignon est une essence héliophile et thermophile. Il se situe dans l'étage bioclimatique méditerranéen, variantes humide à semi-aride. Il est sensible aux basses températures et ce d'autant plus que l'atmosphère est humide. (IFN, 2001).

Il demande un ensoleillement pour assurer une bonne fructification (Seigue, 1985). Il se rencontre dans les étages bioclimatiques humides, subhumides à variante tempérée chaude (Quezel, 1980). Il est surtout sensible aux températures minimales absolues (Giordano, 1967).

Selon Boisseau 1993 les basses températures combinées à l'humidité seraient néfastes sur les houpriers. Il arrive à supporter les grands froids exceptionnels (-20°C) en Espagne (Alexandrian, 1986) et (-10°C à -15°C) en France (Foucard, 1994).

C'est une espèce exigeante quant à la température, supporte relativement la sécheresse, et elle est très exigeante en lumière. Sa diffusion est en effet liée au climat chaud et ensoleillé des côtes méditerranéennes (Sbay, 2006).

Les températures annuelles qui lui convient varient entre 10°C et 18°C . La moyenne des températures du mois le plus chaud est comprise entre 27°C et 23°C (Seigue, 1985). En région méditerranée, il exige une température annuelle, égale à 13.5°C , et la température moyenne de la saison de végétation égale 18°C , par contre en Corse la moyenne annuelle est égale à 14.6°C et la température moyenne de la saison de végétation égale à 18.8°C (IFN, 2001).

Concernent les précipitations, le pin pignon exige une tranche pluviométrique allant de 500 à 1500mm annuellement dont 50 à 70 mm en été (Seigue, 1985). C'est un arbre qui ne supporte pas la charge de la neige sur la cime (Alexandrian, 1982).

1.4.3. Exigences édaphiques

On le trouve sur tout type de roches, aussi bien sur calcaire que sur substrat siliceux. Cependant, il a une préférence pour les sols profonds à texture sableuse. (IFN, 2001).

L'espèce est indifférente à la nature chimique du sol; toutefois le calcaire actif et la salinité du sol, sans interdire le développement de l'arbre, peuvent en limiter la croissance.

Les caractéristiques physiques du sol (compacité, fissuration de la roche et surtout la pénétrabilité) sont par contre déterminantes. Le pin pignon préfère les sables d'origine dunaire du littoral. Il végète sur les encroûtements calcaires superficiels et supporte l'hydromorphie (pseudogley) et les sols marneux (Sbay, 2006).

1.5. Utilisations

Le pin pignon est généralement planté pour 03 objectifs :

Objectif n°1: Reboisement de protection

Il joue un rôle extrêmement important dans la lutte contre l'érosion dans les régions montagneuses et dans la fixation des dunes littorales grâce à son système racinaire généralement très bien développé (Sbay, 2006).²²

Objectif n°2: Production ligneuse

Dans les stations fertiles le pin pignon peut produire jusqu'à 75 m³/h/an. Les reboisements de production ligneuse doivent se limiter aux zones bioclimatiques humides et subhumides sur terrains fertiles (Sbay, 2006).

Du point de vue anatomique, il y a peu de différences entre le bois de *Pinus pinea* L. et celui des autres pins, il ressemble beaucoup au bois du *Pinus pinaster* mais avec des canaux résinifères plus gros (Loulou, 1987). Sur le plan production ligneuse, il est comparable aux espèces de pins les plus connus.

Les résultats obtenues par Abdallah (1999) in Khouja (2006) à partir des essais de comparaison d'espèces installées en Tunisie, ont révélé des productions intéressantes de l'ordre de 7.4m³/ha/an et de 8 m³/ha /an respectivement sous bioclimat humide et subhumide concurrençant nettement celles obtenues par d'autres espèces reconnues très productives telles que le pin radiata ou le pin maritime.

Objectif n°3: Production fruitière

La graine de pin pignon a une valeur commerciale qui peut valoir la production ligneuse. La production marocaine en graine est de l'ordre de 8 ; tonnes le prix est compris entre 30 et 70 drh/Kg en fonction de l'année et de l'importance de la fructification le rendement moyen est de 15 kg/ha/an de cône soit 3 kg d'amande /ha/an. Les plantations de production fruitière peuvent être faites dans les stations moins fertiles.

Le commerce des pignes n'est pas encore organisé, la production de graines est estimée à 500kg/ha ; chaque cône porte environ 50 graines et 100kg de cônes donne en moyenne 20 kg de graines. La quasi-totalité de la production marocaine estimée en moyenne à 70 tonnes /an est exporté en Espagne.

La production mondiale est de l'ordre de 30 000 à 40 000 tonnes / an. L'Espagne, l'Italie et le Portugal produisent plus de 25 000 tonnes de graines avec coque par an ; la majeure partie de production espagnole est exportée principalement aux USA.

1.6. Biologie du Pin Pignon

1.6.1. Reproduction

La reproduction débute vers l'âge de 8 à 20 ans selon les peuplements (Veechi, 1980). La fécondation a lieu en avril de la seconde année. La maturité du fruit, sa déhiscence et la chute des graines ont lieu en septembre de la troisième année. Ainsi il faut noter l'existence, sur la même branche, de cônes des trois générations (Khaldi, 2009).

1.6.2. Germination

Les premières plantules de Pin pignon apparaissent à la fin septembre, après les premières pluies automnales.

Vabre-Durrieu (1956) in Agrimi et Ciancio (1993) classe le Pin pignon parmi les espèces à graines sans dormance.

Le pouvoir germinatif des graines varie entre 70 et 90% et leur longévité est de 4 à 6 mois en moyenne et peut se prolonger plus d'un an lorsqu'elles sont conservées au froid sec.

La levée s'effectue 1 à 5 semaines après l'ensemencement effectué en septembre ou au printemps.

1.6.3. Croissance

Le pin pignon développe généralement un verticille par an. Il est très rare qu'il en développe plus à l'instar d'autres pins tels que *Pinus radiata* et *Pinus pinaster* Sol.

La productivité du Pin pignon varie de 0.5 à 2m³/ha/an. Dans les meilleures stations sur sols profonds, il peut donner jusqu'à 10 m³/ha/an. La productivité de cette essence varie de 2 à 7 m³/ha/an au Maroc, la production est facile en pépinière par semis.

1.7 Conclusion

Les exigences de cette espèce méditerranéenne vis-à-vis du bioclimat et du substrat sont peu variées. Elle végète sur des substrats sableux. C'est une espèce méditerranéenne parmi les moins sensibles aux maladies et parasites.

C'est pour cette raison qu'il nous a paru intéressant de porter beaucoup plus d'attention à cette espèce en comparaison avec le pin maritime et le pin d'Alep.



Figure 3 : Peuplement de *Pinus pinea* L. dans la forêt d'Akboub (Mostaganem). Photo prise 08 Mars 2017 par BENICHOU Hafsa

Chapitre II :

Etude de la Dendroécologie

2. La Dendroécologie

2.1. Définitions

La dendrochronologie est une discipline de plus en plus utilisée dans la recherche forestière pour évaluer l'impact du climat sur la croissance des arbres. Elle permet de lire l'histoire des arbres dans les cernes de leur bois où sont enregistrés les événements du passé. (DEBRUXELLES J. 2010).

Bien qu'au XV^{ème} siècle, Léonard de Vinci s'intéressât déjà aux cernes, c'est le physicien et astronome A.E. Douglass qui, au début du XX^{ème} siècle, posa les bases de la dendrochronologie moderne (du grec : dendron = arbre ; kronos= le temps ; logs = l'étude).

La dendrochronologie est une science qui repose sur la mesure des largeurs des cernes annuels de croissance et sur la datation précise. Eau du sol, et surtout les variations annuelles des cernes reflètent assez étroitement les variations climatiques, sur la croissance des arbres.

A l'heure actuelle, sous le terme dendrochronologie sont regroupées toutes les disciplines qui utilisent directement ou indirectement l'information "date" contenue dans une série chronologique de cernes. (BOURGOIS François, MERIAN Pierre, 2012)

2.2. Les domaines d'étude de la dendrochronologie

Tableau 1: les domaines d'étude de la dendrochronologie

Domaine	Discipline	Applications
Ecologie	Dendroécologie	Historiques des feux, dépérissement des forêts, dynamique et croissance
Climatologie	Dendroclimatologie	Périodes de froid et de sécheresse, reconstruction du climat passé, analyse du climat présent
Géologie	Dendrogéomorphologie	Eruptions volcaniques
Anthropologie	Dendroarchéologie Dendroglaciologie	Datation des constructions anciennes, arbres fossiles, monument historiques

Principalement utilisé dans des disciplines telles que l'archéologie ou la climatologie pour la datation précise d'arbres "fossiles" ou la reconstruction du climat passé, cet outil est plus en plus utilisé pour étudier l'environnement et détecter ses changements. Ainsi la dendroécologie, l'utilisation de la largeur de cerne comme proxy pour analyser l'influence de l'environnement sur la croissance et la dynamique des forêts, est une discipline récente de la dendrochronologie (environ 40 ans) et en plein essor dans le contexte actuel d'instabilité environnementale.

Dans les régions où le climat impose une alternance de périodes de croissance et de repos, les arbres forment chaque année un cerne de bois facilement distinguable sur une coupe transversale du tronc. Le cerne plus ou moins bien visible selon les essences, permet de compter l'âge des arbres, mais aussi de mesurer leur croissance durant chaque saison de végétation. La production du cerne, qui correspond à l'accroissement annuel du bois, est influencée par de nombreux facteurs que l'on peut qualifier d'intrinsèques (espèce, individu, potentiel génétique, âge, état sanitaire...), stationnels (climat, topographie, sol, catastrophes naturelles ...) et sylvicoles (statut social, état de concurrence). Parmi ces facteurs, le climat possède un intérêt particulier. Contrairement aux autres facteurs qui sont constants on évolue progressivement, le climat varie constamment d'une année à l'autre avec des répercussions directes sur la croissance des arbres et donc sur la largeur de cerne. Ainsi, les variations annuelles des cernes reflètent assez étroitement les variations climatiques et révèlent la sensibilité des essences au climat. Ce phénomène est à l'origine de la dendrochronologie.

Les processus environnementaux qui réagissent la croissance des arbres et des peuplements, et d'appréhender leurs évolutions futures.

La dendroécologie permet ainsi d'aborder l'autécologie des essences sous un angle inhabituel et est spécialement adaptée à l'étude de l'impact potentiel des scénarios de changements climatiques sur les essences.

2.3. Les applications possibles de la dendrochronologie

Dans le domaine forestier, depuis quelques décennies la dendrochronologie est plus spécialement étudiée pour détecter l'influence de facteurs environnementaux, comme la fertilité ou la disponibilité en loin, titre "Prétraitement", il reste une grande quantité de paramètres écologiques pouvant expliquer les variations de la croissance. Il est clairement démontré que la largeur de cerne est sensible au climat de l'année. (BOURGOIS F, 2010).

Toutefois, l'analyse dendroécologique n'est pas si simple. Tout d'abord, avant d'analyser l'impact des conditions environnementales, et en particulier du climat, sur la largeur de cerne, il importe d'éliminer les effets de l'âge et des éclaircies.

L'âge affecte directement la largeur du cerne. Lorsqu'un arbre est jeune, l'accroissement est vigoureux et assez soutenu. En vieillissant, l'accroissement diminue progressivement jusqu'à la mort de l'arbre. L'âge influence la largeur des cernes d'un arbre. Plus il est jeune, plus elle est grande.

La vitalité d'un arbre et la compétition qu'il subit influencent aussi fortement son potentiel d'accroissement et sa réactivité à toute perturbation. En cas d'éclaircie forte par exemple, les arbres dominants et sains sont les premiers à profiter de l'apport de lumière et du nouvel espace disponible et forment directement de larges cernes dès l'année suivante.

Le démarrage de la croissance d'un arbre est surtout tributaire de l'élévation de la température.

La caractérisation des conditions stationnelles (régime hydrique et trophique, micro climat) est donc primordiale lors d'études dendrochronologiques.

Une étude dendroécologique allant de la récolte des données à la construction des chronologies de référence utilisées pour l'étude des relations cerne-climat (Mérian, 2012).

2.4. Les étapes de la dendroécologie

2.4.1. Sélection des sites d'étude

La sélection, des peuplements et des arbres à échantillonner dépend des objectifs de l'étude. Il est cependant nécessaire de se baser sur un nombre minimum d'arbres (une douzaine généralement) et d'échantillons (deux voire trois par arbre) de manière à éviter toute influence particulière d'ordre génétique, micro-stationnel ou accidentel. (DEBRUXELLE J, 2010).

2.4.2. Récolte des échantillons

La mesure des largeurs de cerne est réalisée sur des échantillons de bois pouvant prendre la forme de carottes ou de rondelles.

Les carottes sont prélevées par forage dans le tronc à l'aide d'une tarière de Pressler (manuelle ou motorisée). Le prélèvement s'effectue généralement à cœur (c'est-à-dire) jusqu'à

atteindre la moelle) à une hauteur de 1.30 mètre pour que les accroissements mesurés puissent être directement reliés avec les mesures dendrométriques habituelles. Un arbre peut être carotté plusieurs fois dans différentes directions

2.4.3. Prétraitement

Une fois les mesures effectuées, il est nécessaire d'attribuer avec certitude à chaque cerne son année d'élaboration. Cette opération, appelée interdatation n'est pas aisée car outre les erreurs de mesures il peut y'avoir des cernes manquants ou des faux cernes pouvant générer un décalage d'une ou plusieurs années. Un cerne manquant résulte d'une croissance presque nulle et est donc difficilement perceptible. Un faux cerne résulte d'une variation de croissance intra-annuelle pouvant être causée, par exemple, par une courte sécheresse au cours de la saison de végétation.

L'interdatation est rendue possible grâce aux années dites "Caractéristiques" pour les quelles on peut observer des conditions de croissance remarquables. Lors de ces années, certains facteurs généralement climatiques, limitent ou stimulent fortement la croissance ; on peut donc les repérer assez facilement sur chaque série chronologique et corriger le décalage.

En fonction des objectifs de l'étude, on cherche à mettre en évidence certaines fréquences, qui sont alors considérées comme le signal à étudier, tandis que les autres fréquences constituent un "bruit de fond" à éliminer. Cette procédure est appelée standardisation des séries chronologiques.

La standardisation consiste à ajuster les données brutes (les largeurs de cerne) par une fonction mathématique qui fournit des valeurs prédites.

Le rapport entre les valeurs brutes et les valeurs prédites fournit un indice de cerne standardisé.

Chaque arbre échantillonné est donc caractérisé par une série chronologique, qu'elle soit standardisée ou non. En faisant la moyenne de toutes ces chronologies pour un même site, on obtient la " chronologie maîtresse" (Figure n°15). C'est cette dernière, représentant au mieux le peuplement, qui sera mise en relation avec les facteurs à étudier.

La procédure d'interdatation et de standardisation et la création de la série "maîtresse" permettent donc d'atténuer voire d'éliminer l'effet des arbres au comportement particulier et toutes erreurs ou aberrations pouvant être générées aux différentes étapes du processus.

Les largeurs ou les indices de cerne sont mis en relation avec les variables écologiques au sein d'une matrice de corrélation pour mettre en évidence les variables qui influencent le plus l'accroissement (corrélation positive ou négative).

Les comparaisons interannuelles permettent aussi de mettre en évidence les années caractéristiques : c'est-à-dire celles qui induisent une forte variation de l'indice de cerne. Ces années sont particulièrement intéressantes à considérer car elles sont souvent chargées d'informations sur la relation entre le climat et la croissance.

Enfin, on peut aussi modéliser l'effet combiné des différents facteurs étudiés sur l'accroissement.

2.5. Conclusion

La dendrochronologie est une discipline vaste qui consiste à analyser les chronologies de largeurs des cernes annuels de croissance des arbres. Les domaines d'application de cette discipline sont très variés (géologie, anthropologie, climatologie) et, à l'heure actuelle, sous elle regroupe toutes les disciplines qui utilisent directement ou indirectement l'information « date » contenue dans une série chronologique de cernes.

Chapitre III :

Présentation de la zone d'étude

3. Présentation de la zone d'étude

3.1. Introduction

La forêt domaniale d'Akboub est l'une des principales forêts résineuses de la wilaya de Mostaganem (BENAICHE, 2005). Elle a intégré le régime forestier sous l'arrêté gouvernemental du 26 avril 1858 pour une contenance de 3270 ha. Actuellement, elle occupe une superficie totale de 3812 ha, divisée en 7 cantons (ANONYME, 1914). Cette dernière est située sur le long de la commune de Safsaf et Oued El Kheir, Daïra de Bouguirat (ANONYME, 2011).

3.2. Identification de la zone d'étude

La carte d'état-major à l'échelle de 1/25000 indique les coordonnées géographiques de la forêt domaniale d'Akboub qui sont : 2 G2 à G1 : de latitude Nord ; 39 G 93 0 ; 39 ; G38 : de longitude Ouest (C.F.M ,2010).

3.2.1. Caractéristiques de la zone d'étude

3.2.1.1. Situation géographique

La forêt d'Akboub est située à 35 Kilomètres à l'Est du chef lieu de la wilaya de Mostaganem et à l'Ouest de la wilaya de Relizane. Elle se localise dans la commune de Safsaf précisément est insérée entre deux vallées, à savoir la vallée de Soiflia à l'Est et celle de la soif à l'Ouest. Par ailleurs, la forêt d'Akboub est encadrée par des massifs et des montagnes notamment (KHATTAB, 2007). Elle est limitée :

- A l'Ouest par le Djebel de Djazzar (341m),
- A l'Est par le Djebel de Bel hacel (527m),
- Au Sud-ouest par le massif d'Ennaro (395m),
- Au Nord la route départementale N°22 (C.F.M).

3.2.1.2. Situation administrative

Wilaya : Mostaganem

Daïra : Ain Tadles

Commune : Saf- Saf

3.2.1.3. Situation administrative forestière

La forêt d'Akboub appartient au domaine de l'état de la circonscription d'Ain Tadle

Contenances

La contenance de la forêt domaniale d'Akboub est évaluée à 3812 ha divisé en 7 cantons dont les superficies sont comme suit :

Tableau 2: Contenance des cantons de la forêt d'Akboub

Commune	Cantons	Superficies
Farnaka	Ain Elgetar	333 ha
	Chelefa	150 ha
	Ggoufirat Ouled Dani	802 ha
	Les Marabouts	619 ha
	Ouled Sidi Youcef	569 ha
	Z'Gaier	426 ha
	Bel Hacer	912 ha

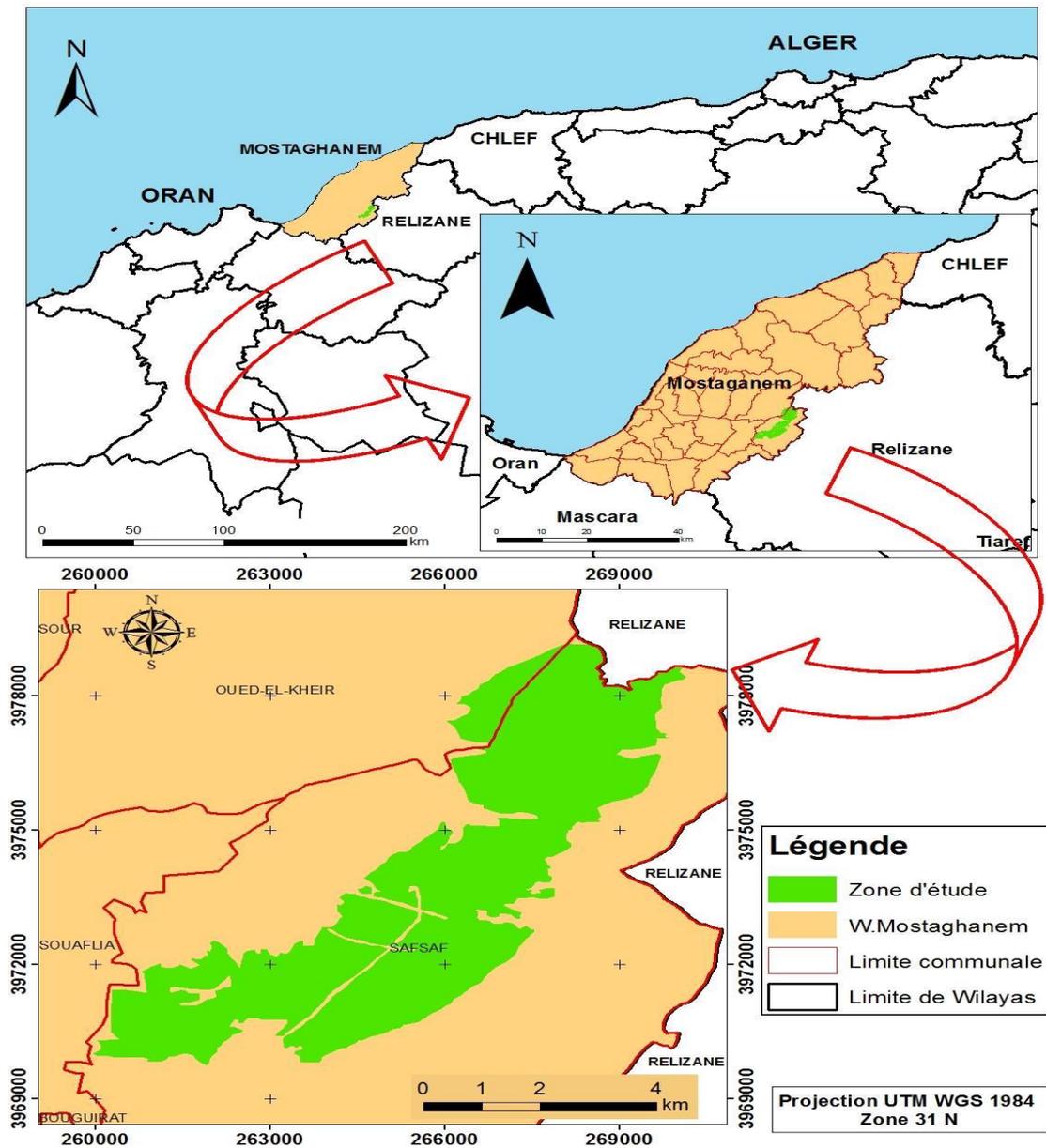


Figure 4: Situation géographique de la forêt d'Akboub

3.2.1.5. Relief et topographie

- Relief

Le relief est le reflet topographique des matériaux géomorphologiques d'un terrain naturel qui a au cours des années subi des modifications dues aux agents climatiques entraînant ainsi les variations sur le plan biotique. La forêt d'Akboub est plus ou moins accidentée, dont la majeure partie elle est comprise entre 300 à 400 m d'altitude, Au Nord-ouest, le massif s'affaisse et l'altitude diminue jusqu'à 180 m au Douar Ouled El Dani (FAO, 2000).

- Exposition

L'exposition des versants a une influence sur la production végétale. En effet un versant exposé au Nord reçoit plus d'eau que celui du Sud qui reçoit une forte insolation par conséquent l'évapotranspiration est très élevée (FAO, 2000). Le tableau 2 représente la répartition des différentes expositions dans la forêt domaniale d'Akboub.

Tableau 3: Exposition des versants dans la forêt d'Akboub

Exposition des versants	Forêt d'Akboub	
	Superficie	Pourcentage
Nord	800	13
Nord-est	724	13
Est	360	13
Sud-est	153	13
Sud	120	13
Sud-ouest	280	4,45
Ouest	145	4,45
Nord-Ouest	360	60

D'après le tableau 03, l'exposition dominante est l'exposition Nord. Cette dernière peut avoir une influence sur la végétation à cause du vent marin tandis que le reste des expositions notamment l'exposition Sud sont moins influencées par l'action mécanique du vent marin, favorisant ainsi la propagation des feux car elles reçoivent plus de lumière et de chaleur (FAO, 2000).

- Pentes

Comme les autres agents topographiques, la forte pente entrave la croissance des arbres, favorise le ruissellement superficiel des eaux et la vitesse de propagation des feux.

La pente donne une indication sur la situation topographique du terrain (accidenté ou non). Les valeurs des pentes sont regroupées dans le tableau n°4 ci dessous (cf. carte des pentes).

Tableau 4: Les différentes classes des pentes

Classe(%)	Catégorie	Superficie (ha)	Pourcentage (%)
0-3	Nulle à Faible	3	3
3-12,5	Moyenne	45	45
12,5-25	Assez Forte	51	50
25 et plus	Forte	1	1

Il ressort de ce tableau que 96% de la superficie se caractérise par une pente moyennement assez forte

➤ **Classe des pentes**

a. Classe 0-3 %

C'est la classe des plaines, elle a une grande valeur agricole de point de vue de la stabilité de ces sols et la possibilité et la facilité d'irrigation.

b. Classe 3-12 %

Cette classe représente les zones à pente faible, correspond à la transition entre les plaines et les hauts piémonts. Les sols de cette classe sont moins stables à cause de l'effet de l'érosion. Cette classe est favorable à une agriculture extensive en sec et à l'arboriculture.

c. Classe 12-25 %

Cette classe caractérise les terrains à pente moyenne, elle n'a pas une grande valeur agricole à cause de la faible possibilité d'irrigation, et de la difficulté d'utiliser des moyens mécaniques. Cette classe est destinée à l'arboriculture.

d. Classe >25 %

Elle caractérise les hauts piémonts, où les pentes sont supérieures à 25 % (pente très forte). Cette classe est pour l'arboriculture rustique et forestière.

- ❖ La pente de la forêt d'Akboub varie entre 3-12.5% représentant 45.05 % et 12.5-25% à représentant 50.62%. (Source conservation des forêts de Mostaganem).

3.2.1.6. Réseau hydrographique

- **Hydrographie**

La forêt d'Akboub est pauvre en ressources hydrographiques, elle ne comprend aucun Oued sauf quelques sources qui sont caractérisés par un débit irrégulier assez fort en période pluvieuse.

- **L'infrastructure**

Au niveau d'une forêt, la présence des routes, pistes, et tranchées pare-feux joue un rôle très important dans l'organisation et le bon déroulement des différents travaux d'aménagement et de défense forestière contre les incendies. Sur le plan de l'infrastructure de la forêt d'Akboub est bien desservi avec 36km de piste, un réseau de tranchées pare-feu de 2 km, la route nationale n°13 reliant Mostaganem-Alger et un seul poste de vigie.

3.2.2. Etude de milieu édaphique

- **Géologie de la zone**

Après la consultation des travaux réalisés par GAUCHEZ(1964). (Notice explicative et carte géographique au 1/ 25000 11 et 12 de Bosquet, Mostaganem), on note que le massif d'Akboub donne la conformation d'un manteau sableux, particulièrement important dans la vallée de Soiflia, sur les versants Akboub et Bel Hacer, localement assez mouvant et envahissant, donnant naissance à de véritables dunes continentales qui recouvre la végétation et détériorent le sol.

Des Grés calcaires affleurent sur le versant Sud-est (Mekaalia) et dans le canton de Bel hacer ; ces affleurements grésocalcaire proviennent de phénomène d'encroûtement des terrains grésosableux (LOULOU, 1987).

- **Les formations superficielles du milieu édaphique**

Les sols du manteau de Mostaganem sont soumis à l'érosion éolienne et sont entraînés surtout partout où les sols ne sont pas protégés où s'accumulent pour former des dunes continentales.

Les accumulations des sables sont particulièrement importantes dans les vallées de la Soiflia et par endroit sur versants Nord-ouest d'Ennaro et de Bel hacer.

Au sommet des sols fertiles apparaissent très souvent des carapaces grésocalcaires provenant du phénomène d'encroûtement des terrains grésosableux ou des grés d'une épaisseur variable généralement peu épaisse et recouvrent une croûte calcaire plus ou moins discontinue affleurant par endroit. Les sols sont à caractère rendzine forme généralement trop sableux pour donner de vrai rendzines (LOULOU, 1987).

3.3. Etude climatique

La région de Mostaganem correspond à une des zones du nord algérien, qui se caractérise par un climat semis- aride, compte tenu de la proximité de la mer. L'influence de la mer étant limitée à une bande étroite bordant le littoral. L'influence de la mer se traduit par des températures hivernales plus élevées et des températures estivales plus faibles (BOULINE, 1955).

3.3.1. Choix des stations météorologiques

Le choix de la station météorologique a été réalisé par rapport à la proximité de notre station d'étude et dans un souci de bien cerner les influences climatiques sur les conditions locales, nous avons choisi la station de Mostaganem.

Tableau 5: Coordonnées géographiques de la station climatique de l'office national météorologique (ONM-Mostaganem)

Station	Longitude	Latitude	Altitude
Mostaganem	00°07'E	35°53'N	137m

3.3.1.1. Précipitations

3.3.1.1.1. Répartition mensuelle moyenne des précipitations

La fréquence, l'intensité et même la régularité des pluies ont une grande influence sur les sols, la nutrition des faunes et des flores et par conséquent sur l'intensité des feux.

Les figures suivantes désignent les quantités de pluies moyennes mensuelles pendant les deux périodes de référence de la zone d'étude.

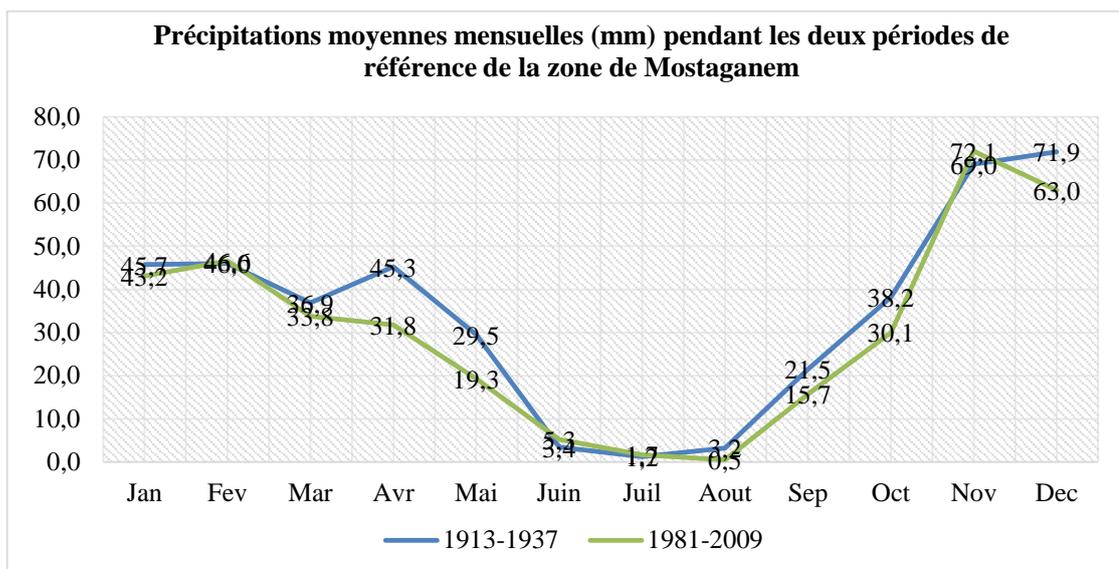


Figure 5: Précipitations moyennes mensuelles (mm) pendant les deux périodes de référence de la zone de Mostaganem (SELTZER, 1946) et (ONM Mostaganem, 2010).

La lecture de cette figure montre que les valeurs moyennes des hauteurs des pluies varient globalement d'un mois à l'autre.

Le régime pluvial est plus marqué dans les mois de Janvier, Février, Mars, Avril, Mai, Septembre, Octobre, Novembre et décembre (> 10 mm). Les autres mois affichent des tranches pluviométriques moins accusées surtout entre Juin et Août (< 10 mm).

3.3.1.2. Régime saisonnier des précipitations

La distribution saisonnière des pluies pour les deux périodes de référence est mentionnée dans le tableau 06.

Tableau 06: Régime saisonnier des précipitations au niveau de la zone d'étude

Zones d'étude	Période /Saison	Été	Automne	Hiver	Printemps	Type de
		(J-Jt-A)	(S-O-N)	(D-J-F)	(M-A-M)	Régime
Mostaganem	1913-1937	8	129	164	112	HAPE
	1981-2009	7,5	118	153	85	HAPE

A travers ce tableau, nous remarquons qu'en zone littorale à ambiance maritime le régime saisonnier des précipitations est de type HAPE pour les deux périodes. Ceci explique que le maximum des pluies est concentré en hiver et en automne et avec un degré moindre en printemps.

3.3.2. Température

Elle constitue aussi un facteur écologique important dans le déroulement des diverses fonctions physiologiques des végétaux. Elle joue par ailleurs, un rôle majeur dans la détermination du climat local à partir de ses valeurs moyennes annuelles « T » (DAJOZ, 1998).

3.3.2.1. Températures moyennes mensuelles et annuelles (T°C)

La figure 06 illustre la répartition des températures moyennes mensuelles et annuelles de la zone d'étude pendant les deux périodes de référence.

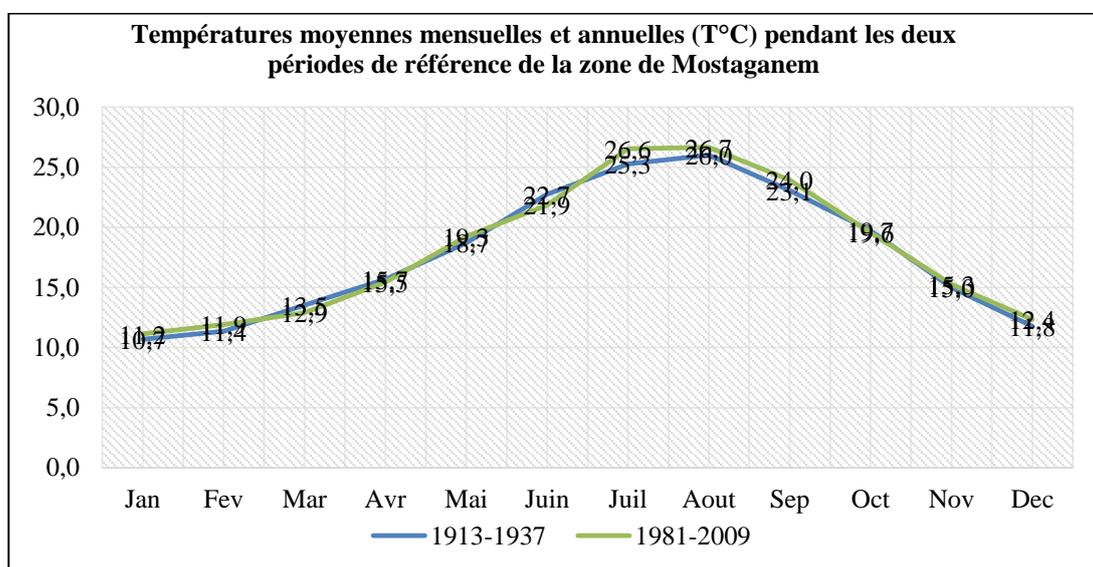


Figure 6: Variations mensuelles et annuelles des températures durant les deux périodes de référence de la zone de Mostaganem (SELTZER, 1946) et (ONM Mostaganem, 2010).

D'après cette figure, nous constatons que les températures moyennes mensuelles et annuelles dans cette région sont de l'ordre de 18°C. Le mois de janvier reste en général le mois le plus froid et le mois d'août le plus chaud.

3.3.3. Synthèse climatique

La pluviométrie dans notre zone est irrégulière le long de l'année, abondante en automne et en hiver et parfois en printemps et presque nulle en été. La disposition topographique de la zone, son altitude et sa localisation géographique agissent sur la végétation. La synthèse des données climatiques nous permet de caractériser au mieux le climat afin de se rendre compte sur la

répartition et le comportement des différents groupements végétaux surtout. Cette synthèse fait appel à plusieurs indices, dont nous retenons plus particulièrement :

3.3.3.1. Amplitude thermique extrême moyenne ou indice de continentalité

L'amplitude thermique extrême ($M - m$) est un paramètre climatique très important car il permet de définir à partir d'un indice appelé « indice de continentalité » ; si la zone est sous influence maritime ou continentale. Il permet aussi, à travers ses valeurs, de caractériser le mode de croissance de certaines essences forestières (tableau 7).

Tableau 7: Indice de continentalité de la zone d'étude.

Zone d'étude	Périodes	M (°C)	m (°C)	M-m (°C)	Type de climat
Mostaganem	1913-1937	32,2	6	26,3	Littoral
	1981-2009	28,4	9	19,4	

En se référant à la classification de DEBRACH (1953), il apparaît clair que la zone de Mostaganem jouit depuis longtemps d'un climat typiquement littoral bénéficiant de la brise maritime durant l'année qui adoucit les températures de l'hiver (m) et de l'été (M).

3.3.3.2. Indice de sécheresse estivale

Cet indice s'exprime par le rapport entre les valeurs moyennes des précipitations estivales P (mm) et la moyenne des maxima du mois le plus chaud M (°C), selon la formule d'EMBERGER (1942) :

$$I_e = P.E / M$$

Où

I_e = Indice de sécheresse estivale

$P.E$ = Pluviométrie estivale

M = la moyenne des maxima du mois le plus chaud M (°C).

Les résultats du calcul de cet indice pour les deux périodes de référence sont indiqués dans le tableau 08.

Tableau 8: Indice de sécheresse estivale de la zone d'étude.

Zones d'étude	Période	Pluviosité estivale P.E	Valeur de M	« Ie »
		(mm)	(°C)	
Mostaganem	1913-1937	7,90	32,20	0,24
	1981-2009	7,50	28,40	0,26

Il ressort de ce tableau que l'indice de sécheresse est très inférieur à 5. Ceci indique l'appartenance de la zone au climat méditerranéen selon la grille de DAGET (1977), mais à sécheresse bien avancée.

3.3.3.3. Etage de végétation ou zonation altitudinale

Sur la base des travaux d'EMBERGER (1930), RIVAS MARTINET (1982), QUEZEL (1976-2000) et M'HIRIT (1993) sur la répartition de la végétation méditerranéenne en fonction des gradients thermique (m°C) et altitudinal (m), nous avons pu déterminer l'étage de végétation de la zone d'étude (tableau 09).

Tableau 9: Etage de végétation de la zone d'étude.

Zones d'étude	Périodes	T (°C)	m (°C)	Altitude moyenne (m)	Etages de vegetation
Mostaganem	1913-1937	17,8	6	<600	Thermo- méditerranéen
	1981-2009	18,1	9		

D'après ce tableau, nous remarquons que la zone de Mostaganem intègre l'étage de végétation thermo-méditerranéen.

3.3.3.4. Diagramme Ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN

GAUSSEN et BAGNOULS (1953) ont défini comme mois sec, celui où la somme des précipitations moyennes exprimées en (mm) est inférieure au double de la température moyenne de ce mois ($P < 2T$).

Ils proposent un modèle de représentation graphique où ils juxtaposent les températures et les pluviométries. La sécheresse se manifeste alors lorsque la courbe des précipitations rencontre celle des températures et passe en dessous de cette dernière (figure 07).

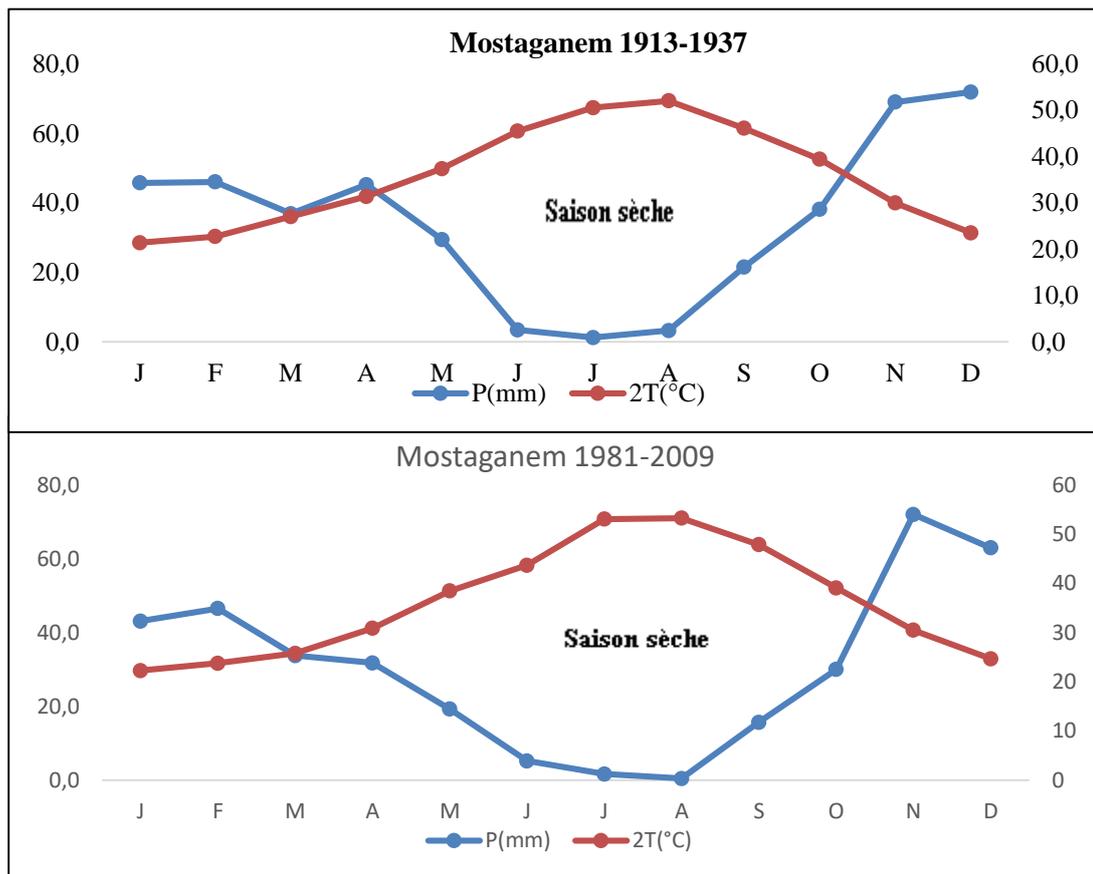


Figure 7: Courbes Ombrothermiques de BAGNOULS et GAUSSEN (1953) de la zone d'étude.

Selon cette figure, nous constatons que pour les deux périodes de la zone de Mostaganem, la séquence sèche est bien accusée. Elle s'étend sur 06 mois pour la première période, à partir du mois de mai jusqu'au mois d'octobre et sur 08 mois pour la deuxième période, à partir du mois de mars jusqu'au mois d'octobre.

3.3.3.5. Quotient Pluviothermique et Climagramme d'EMBERGER

La classification la plus souvent utilisée pour caractériser le climat méditerranéen d'une localité a été élaborée par EMBERGER (1939). Celle-ci utilise un diagramme bidimensionnel dans lequel la valeur du « Quotient Pluviothermique » est reportée en ordonnée et la moyenne du mois le plus froid de l'année en abscisse.

La représentation de ce diagramme a permis de localiser notre zone d'étude et l'étage bioclimatique selon le Q2 calculé à partir de la formule suivante :

$$Q2 = 2000 P / M2-m2$$

P : moyenne des précipitations annuelles (mm)

M : moyenne des maxima du mois le plus chaud ($^{\circ}\text{K} = ^{\circ}\text{C} + 273,2$)

m : moyenne des minima du mois le plus froid ($^{\circ}\text{K} = ^{\circ}\text{C} + 273,2$)

Tableau 10: Valeur du « Q2 » et étages bioclimatiques.

Zones d'étude	Périodes	P (mm)	M ($^{\circ}\text{C}$)	m ($^{\circ}\text{C}$)	Q2	Étage bioclimatique	Sous étage	Variante thermique
Mostaganem	1913-1937	412	32,2	6	53,8	Semi-aride	Supérieur	Hiver tempéré
	1981-2009	363	28,4	9	64,1	Semi-aride	Supérieur	Hiver chaud

3.4. Humidité de l'air

C'est le pourcentage d'eau dans l'air par rapport à la quantité maximale que pourrait contenir l'atmosphère dans les mêmes conditions de température et de pression.

En effet, l'humidité relative est assez importante, ce qui diminue l'effet des fortes températures et le pouvoir évaporant de l'air.

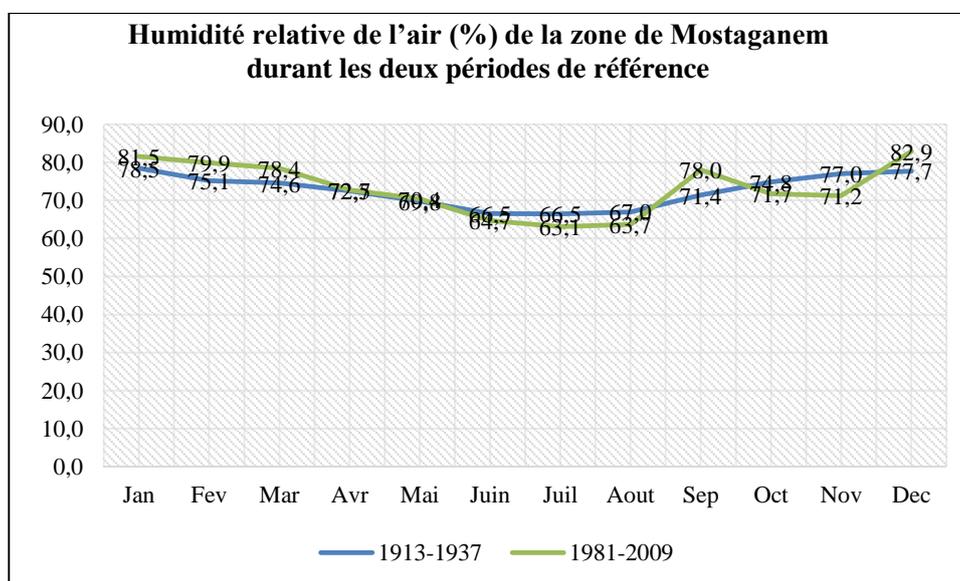


Figure 8: Humidité relative de l'air de la zone de Mostaganem durant les deux périodes de référence (SELTZER, 1946) et (ONM Mostaganem, 2010)

L'humidité relative de l'air de la zone de Mostaganem est importante durant toute l'année. Les moyennes annuelles des stations sont supérieures à 50%, c'est sur les hauteurs qu'on relève les fortes humidités. Ce paramètre a un rôle appréciable car il permet d'atténuer la sécheresse.

3.5. Conclusion

La zone d'Akboub fait partie du plateau de Mostaganem, cette zone est caractérisée par une ambiance bioclimatique semi-aride supérieure à hiver chaud caractérisée par une hauteur pluviométrique variant entre 350 et 450 mm et une température minimale de 6°C. En effet, sous l'influence de la sécheresse, cette zone est passée de l'étage bioclimatique semi-aride supérieur à hiver tempéré en première période à l'étage semi-aride supérieur à hiver chaud en deuxième période.

Chapitre IV :

Matériel et Méthodes

4. Matériels et Méthodes

4.1. Choix du site de prélèvement

Le site fait partie de la zone dite Safsaf, forêt d'Akboub, à 35 kilomètres à l'Est du Chélif lieu de la Wilaya de Mostaganem. (DSA, 2015).

Il est couvert par un peuplement pur de pin pignon, néanmoins, la présence du pin d'Alep n'est pas totalement exclue, elle est en effet marquée par la présence de quelques sujets éparpillés. Le sous bois est très pauvre, il se compose principalement de rétama qui semble en plein envahissement des espaces dunaires.



Figure 9: Peuplement de *Pinus pinea* L. avec *Retama monosperma* dans la forêt d'Akboub (Mostaganem). Photo prise Mars 2017 par BENICHOU Hafsa

4.2. Sélection des individus

Douze arbres dominants ou Co-dominants ont été sélectionnés pour le prélèvement des carottes. Cependant, les arbres malformés, malades ou ceux portant des traces d'accidents quelconques ont été écartés.

4.3. Prélèvement des carottes

Les carottes ont été prélevées à l'aide d'une tarière de Pressler. Le prélèvement a été effectué à une hauteur de 1.30 mètre pour que les accroissements mesurés puissent être directement reliés avec les mesures dendrométriques habituelles. Un arbre peut être carotté plusieurs fois dans différentes directions. C'est ainsi que 3 carottes ont été prise de chaque arbre,

les points du prélèvement sont réparties équitablement autour du tronc (espacement angulaire = 120°).



Figure 10: Prélèvement d'une carotte



Figure 11: La Tarière de Pressler (Mr Haddad)

4.4. Conservation et préparation des carottes

Juste après leur prélèvement, les carottes ont été collées sur des planchettes de bois rainurées. Après une période de séchage de 36 ou 48h à l'air libre les carottes ont été poncées à l'aide du papier à verre. Cette opération permet d'obtenir une surface lisse facilitant davantage la lecture des cernes.

4.5. Mesures des accroissements annuels

Afin de faciliter les mesures et de minimiser les risques d'erreur lors de la saisie, les années "rondes" (2000, 1990, 1980...) sont repérées sur chaque carotte par un trait au crayon.

Les mesures ont été réalisées par la table de mesures LINTAB d'une précision de un millième de mm et mené d'un logiciel d'informatique TSAP Windows. (Figure 12).

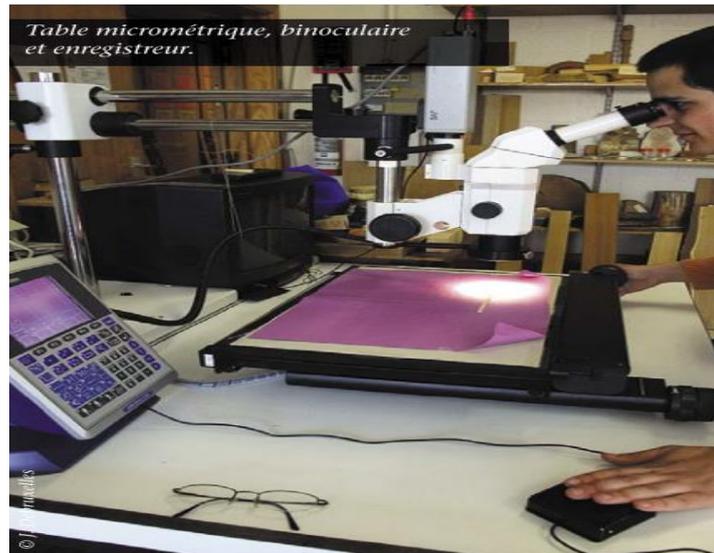


Figure 12: La table dendrochronologique

4.6. Traitement des données

4.6.1. Correction des chronologies élémentaires

Après les mesures les données obtenues ont été mise en format Excel. La chronologie élémentaires de chaque arbre ont été comparé par superposition graphique afin d'apporter les corrections nécessaires (cernes doubles, cerne manquants, cerne ajoutés par erreurs de mesure...).

Parfois la superposition graphique ne suffira pas pour la correction des erreurs, alors la re-vérification de la carotte s'impose.

4.6.2. Synchronisation interindividuelle et élaboration de la courbe maîtresse

Après les corrections les chronologies élémentaires ont permet d'obtenir les chronologies individuelles. Ces dernières ont été utilisées pour élaborer la courbe maîtresse. La synchronisation interindividuelle est l'étape la plus difficile. Parfois l'enlèvement de la désynchronisation interindividuelle exige de revoir les corrections apporté sur les courbes élémentaires. Globalement la synchronisation interindividuelle peut se réaliser à travers la superposition de la courbe maîtresse provisoire et les courbes individuelles un par un en se référant aux années caractéristiques.

4.6.3. Les années caractéristiques

Année est dite caractéristique lorsque, pour deux années successives, on constate une augmentation ou une diminution concordante de l'épaisseur du cerne.

$$(C_t - C_{t-1}) * 100 / C_{t-1}$$

C_t = l'épaisseur du cerne d'une année t donnée

C_{t-1} = l'épaisseur du cerne de l'année t-1

4.6.4. Coefficient de la Sensibilité

4.6.4.1. Sensibilité moyenne

Plus spécifiquement destinée à l'analyse des séries de cernes, la "mean sensitivity" (DOUGLASS, 1936), ou sensibilité moyenne, exprime par le rapport

$$2 \left| (C_{t+1} - C_t) / (C_{t+1} + C_t) \right|$$

C_t = l'épaisseur du cerne d'une année t donnée

C_{t+1} = l'épaisseur du cerne de l'année t+1

La différence relative existant entre l'épaisseur d'un cerne et celle de son suivant immédiat. Ses valeurs fluctuent de 0 pour deux cernes successifs de même épaisseur à 2 lorsque l'un des deux a une épaisseur nulle. La valeur moyenne de ce rapport calculée pour toute série de cernes analysée (élémentaire, individuelle ou de synthèse) est décrite par DOUGLASS comme le pourcentage moyen de variation de l'épaisseur du cerne d'une année à l'autre.

$$S_m = 1 / (n-1) * \sum_{t=1}^{n-1} 2 \left| (C_{t+1} - C_t) / (C_{t+1} + C_t) \right|$$

On a calculé pour chaque arbre ce coefficient de sensibilité (S_i). Les divers S_i sont portés sur le tableau n°10 en même temps que les éléments de calcul.

Comparée à la variance, la S_m n'exprime qu'une partie de cette variance : celle de plus haute fréquence. Or, cette variation nous intéresse dans la mesure où elle est la plus susceptible d'être corrélée au signal climatique dont le pas de fluctuation est également annuel.

Il est cependant utile de noter qu'une sensibilité moyenne élevée ne peut correspondre à une réponse climatique forte que dans la mesure où elle caractérise la chronologie maîtresse : des valeurs élevées caractérisant chacune des séries élémentaires ou individuelles peuvent en effet correspondre à des fluctuations asynchrones d'une série à l'autre, liées à une hétérogénéité stationnelle ou génétique, tamponnées lors des sommations précédant l'établissement de la chronologie maîtresse et, de ce fait, de faible valeur climatique.

Des arbres individuellement "sensitive" par opposition à "complacent" selon le vocabulaire et les concepts précisés par STOKES et SMILEY (1968) et FRITTS (1976) ne constituent donc pas forcément un matériel porteur d'une information climatique facilement accessible et il est parfois préférable d'avoir des arbres certes moins sensibles mais dont les réponses au climat (TESSIER, 1982) soient homogènes et synchrones, pour qu'on puisse en déduire, presque à coup sûr, qu'ils ont enregistré une information climatique.

La comparaison entre la sensibilité moyenne d'une chronologie maîtresse et la moyenne des sensibilités moyennes des chronologies individuelles qu'elle intègre permet d'ailleurs d'apprécier la valeur d'enregistreur climatique de la population correspondante : dans tous les cas, la première valeur reste inférieure à la seconde, l'importance de la différence étant directement fonction du nombre d'arbres et du pourcentage de variance attribuable à l'hétérogénéité des individus pris en compte (SCHULMAN, 1956). De fait donc, seule la sensibilité moyenne de la chronologie maîtresse est indicatrice de la sensibilité au facteur climatique de la population analysée.

4.6.4.2. Moyenne des sensibilités (Ms)

À partir de ces coefficients on pu établir des moyennes de sensibilité (Ms) portant sur un nombre d'individus choisi.

$$M_s = \sum S_i / \hat{n}$$

M_s = Moyenne des sensibilités

S_i = Sensibilité individuelle

\hat{n} = nombre d'arbres considérés ; tour à tour.

- La moyenne des sensibilités moyennes individuelles des espèces présentes dans le bassin méditerranéen (*Pinus pinéa*, *Pinus pinaster*, *pinus halepensis*, *Pinus sylvestris*, *Quercus pubescens*), qui varient autour de 0,2.

4.6.5. Coefficient d'interdatation R

Le coefficient d'interdatation (R) exprime, par le rapport de la sensibilité moyenne calculée sur la chronologie maîtresse à la moyenne des sensibilités moyennes des séries individuelles correspondantes, le plus ou moins bon synchronisme des séries individuelles dont est issue la chronologie maîtresse

$$R = S_m / M_s$$

R= Coefficient d'interdatation.

Sm= Sensibilité moyenne.

Ms= Moyenne des sensibilités.

Un synchronisme parfait serait exprimé par une valeur approchant 1

Les paramètres intervenant dans le calcul des différentes Sm, ainsi que ses différentes valeurs sont portés dans le tableau (Voir l'annexe). Les éléments du calcul des différents R et leur valeur sont inscrits sur le même tableau.

La confrontation des deux paramètres (Sm, Moyenne des sensibilités et R) permet une appréciation plus objective de l'intensité et du mode de réponse des arbres aux facteurs climatiques.

La combinaison "faible sensibilité moyenne et fort coefficient d'interdatation" dénote une réponse modérée, mais très homogène, des individus au climat. A l'opposé, une forte sensibilité moyenne couplée à un faible coefficient d'interdatation signifie une réponse climatiques plus modulée par l'intervention de facteur micro-stationnels susceptibles d'agir de façon sélective sur les individus (Nefaoui, 1996 ; Tessier, 1982, 1986, 1989).

4.6.6. Standardisation

La standardisation a été obtenue par la méthode des moyennes mobiles d'une périodicité de 5 années.

Cr est remplacé par Cr/Cc.

Cr est le cerne réel mesuré et corrigé.

Cc est le cerne calculé selon la méthode des moyennes mobiles.

$Cc_i = \sum_{i-2}^{i+2} C_{ri} / 5$, i= année correspondante

4.7. Relation climat-cerne

Il est à rappeler que les données climatiques ont été obtenues à partir de la station de Mostaganem qui demeure assez proche de notre station d'étude (Safsaf). Cet aspect consiste en

l'étude de la relation accroissement-climat. Pour cela nous avons procédé par le calcul des corrélations entre les accroissements et les différents paramètres climatiques.

Il est à préciser qu'en raison de l'indisponibilité des données climatiques correspondant à la période précédant 1983, les corrélations ont portés sur les données climatiques des précipitations de la période récente (1983/2015).

De multiple cas de corrélation climat (précipitations)-cerne ont été testé. Dans le premier cas nous avons utilisés les précipitations mensuelles de l'année (n et n-1).

Le deuxième cas à concerné les corrélations entre précipitations saisonnières de l'année (n-1) avec cernes de l'année n.

Automne (n-1) avec cerne (n).

Hiver (Décembre n-1, Janvier n+ Février n) avec cerne (n).

Printemps n avec cerne (n).

Eté n avec cerne(n).

Le troisième cas a porté sur la valeur cernes-précipitations annuelles, on considérant que l'année pluviométrique sa commence entre précipitations Octobre (n-1) au Septembre (n).

Cerne₂₀₁₅ avec précipitations (Octobre₂₀₁₄ jusqu'à Septembre₂₀₁₅).

Chapitre V :

Résultats et Discussion

5. Résultats et Discussions

5.1. Les séries des chronologies élémentaires

La première étape dans l'analyse des cernes dans l'étude dendroécologique consiste en l'analyse des chronologies élémentaires dans le but de connaître si ces dernières représentent des corrélations entre elles.

Les premiers résultats de ces séries sont présentés dans la figure 13 (arbre n°3 à titre d'exemple)

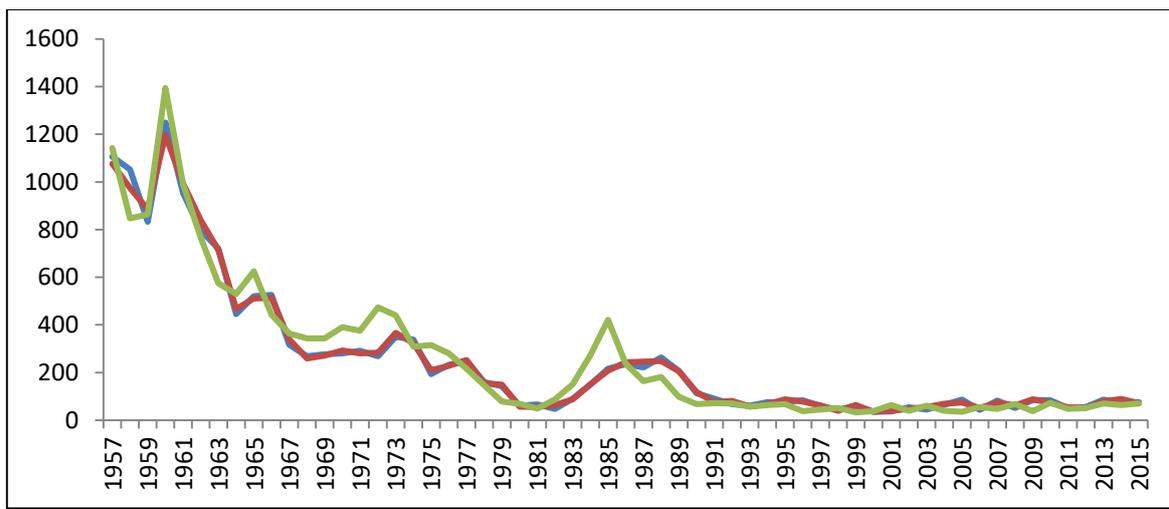


Figure 13: les chronologies élémentaires

D'après les courbes on remarque qu'il existe un synchronisme entre les courbes élémentaires ce qui accorde plus de représentativité aux courbes individuelles. Il est à mentionner que cette bonne synchronisation est vérifiée pour la plus grande majorité des individus.

5.2. Les série des chronologies individuelles

Les résultats montrent que les courbes individuelles sont assez synchrones

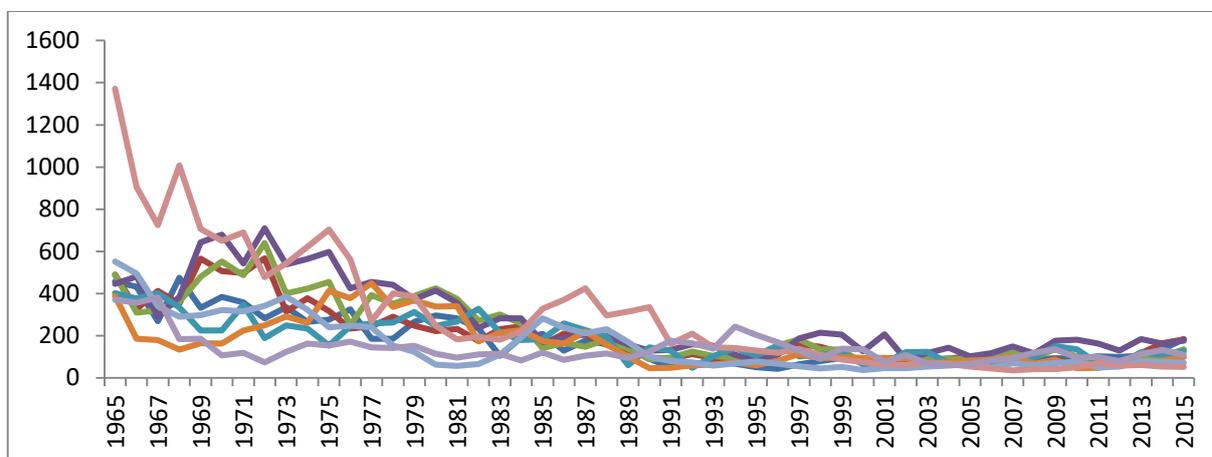


Figure 14: Les chronologies individuelles

5.3. Les années caractéristiques

Le premier constat sur la synchronisation interindividuelle a été fait à travers la détermination des années caractéristiques (Tableau 11).

Tableau 11: les années caractéristiques

Année	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	
A																										
C																										
Année	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	
A																										
C				-					-							+		+				+				

+ Année caractéristique positive, - année caractéristique négative

Les résultats indiquent que 12% des années sont caractéristiques, 6% sont positives et 6% négatives.

5.4. Le coefficient d'interdatation

La synchronisation ou l'interdatation est d'autant meilleure que R (le coefficient d'interdatation) est supérieur à $1/\sqrt{n}$ ($R > 1/\sqrt{n}$), n est le nombre d'arbres sur le quel on calcul, pour notre cas $n = 12$ ce qui signifie que $1/\sqrt{n}$ est de 0.29 ($1/\sqrt{12} = 0.29$).

Sachant que le coefficient d'interdatation est de 0.48 ($R = 0.48$), il dépasse de loin le rapport $1/\sqrt{n}$ qui est de 0.29.

Il est à rappeler que le coefficient d'interdatation est obtenu à partir du rapport S_m/M_s dont
 S_m : Sensibilité moyenne calculée à partir des cernes annuels moyens = 0.11, et
 M_s : Moyenne des sensibilités individuelles = 0.23.

Il est à constater également que le Pin pignon (*Pinus pinea L.*), est moins sensible aux variations climatiques. En effet, la sensibilité moyenne qui est 0.11 demeure faible. Il est à préciser que la sensibilité moyenne reflète la réponse des arbres aux facteurs du milieu étudié, plus la valeur est proche de zéro, plus la réponse est faible.

La combinaison faible sensibilité moyenne ($S_m = 0.11$) et fort coefficient d'interdatation ($R = 0.48$) dénote une réponse modérée mais très homogène des individus au facteur climatique. (TESSIER, 1982).

5.5. La série de la courbe moyenne "maîtresse"

En dendroécologie l'interprétation des résultats se fait généralement à partir de la courbe moyenne appelée (courbe maîtresse). Cette dernière se calcule à partir de courbes individuelles.

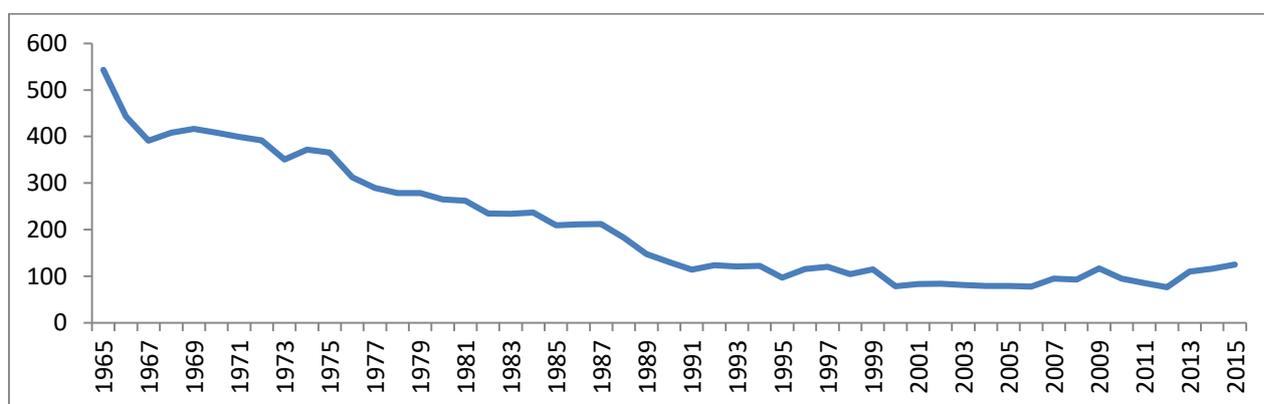


Figure 15: Courbe moyenne "maîtresse"

Les premières remarques qu'on peut tirer de cette courbe est que, les années les plus clémentes sont : 1967, 1968, 1969, 1970, 1971, 1972 où on enregistre la plus grande valeur et qui est de l'ordre de 400mm/année.

On remarque une décroissance des valeurs durant les années 1973, 1977 et cette diminution des valeurs prennent de l'ampleur à partir de l'année 1991.

5.6. La série maîtresse standardisée

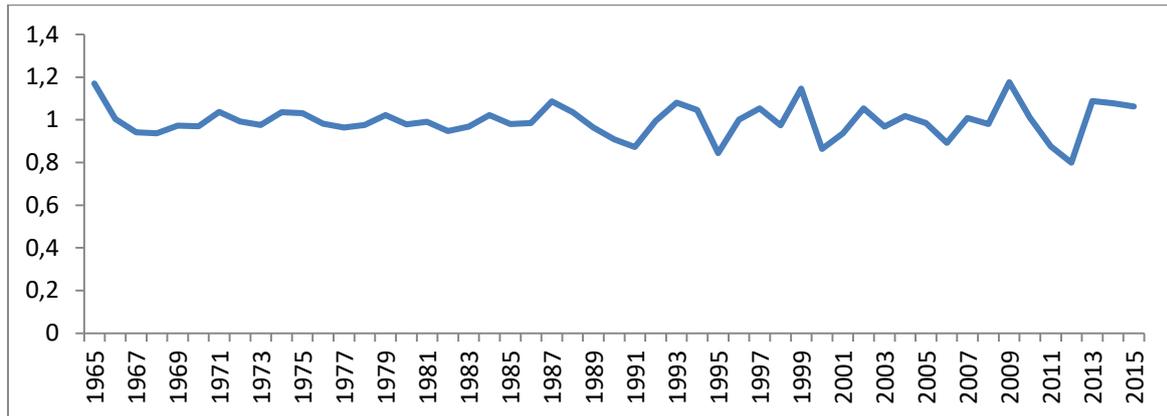


Figure 16: la courbe maitresse standardisée

D'après la figure 16, on peut constater que le passage de la série des données brutes à la série standardisée conduit à l'élimination totale de la tendance à la diminution de l'épaisseur des cernes avec l'âge, à l'homogénéisation de la variance tout au long de la série, à une calibration de la moyenne autour de la valeur 1.

5.7. Relation cerne- climat

Après standardisation des séries chronologiques, les épaisseurs de cernes ont été mises en relation avec une série de facteurs climatiques.

Les différentes corrélations établies entre l'accroissement et facteurs climatiques ont été repris sous forme de tableau de corrélation.

Tableau 12: Coefficients de corrélations Précipitations-Cernes

Cas n°1 : Coefficients des corrélations des Précipitations mensuelles (1983/ 2015)	
Coefficient de corrélation mois de Janvier	-0,1
Coefficient de corrélation mois de Février	-0,2
Coefficient de corrélation mois de Mars	-0,2
Coefficient de corrélation mois d'Avril	-0,3
Coefficient de corrélation mois de Mai	-0,2
Coefficient de corrélation mois de Juin	0,08
Coefficient de corrélation mois de Juillet	0,46
Coefficient de corrélation mois d'Aout	0,55
Coefficient de corrélation mois de Septembre	-0,2
Coefficient de corrélation mois d'Octobre	0,12
Coefficient de corrélation mois de Novembre	-0,2
Coefficient de corrélation mois de Décembre	-0
Coefficient de corrélation des années	-0,3
Cas n°2 : Coefficients des corrélations des Précipitations saisonnières	
Précipitations saisonnières d'Automne	-0,18
Précipitations saisonnières d'Hiver	-0,04
Précipitations saisonnières du Printemps	-0,46
Précipitations saisonnières d'Eté	0,28
Cas n°3: Coefficients des corrélations des Précipitations annuelles	
Précipitations (Octobre n_{-1} / Septembre n)-Cerne n	-0,26

Les résultats du tableau montrent que l'accroissement est positivement lié aux précipitations, avec des corrélations moyennement significatives ($r = 0.46$, $r = 0.55$). En effet le Pin pignon est sensible aux précipitations aux mois de Juillet et d'Août. Ainsi qu'aux précipitations saisonnières du Printemps.

Conclusion générale

Conclusion générale

L'actuel travail à permet d'approfondir les connaissances sur le Pin pignon qui connaît actuellement un engagement comme étant une essence de grande valeur économique.

La croissance a été évaluée sur un échantillon de 12 arbres appartenant à la forêt d'Akboub. Les mesures ont été effectuées sur les cernes de trois carottes par arbre par le dendromètre L'INTAB d'une précision de 1millieme de mm.

Les résultats indiquent globalement que le cerne est en relation avec les précipitations, avec des corrélations moyennement significatives($r = 0.46$, $r = 0.55$). En effet le Pin pignon est sensible aux précipitations aux mois de Juillet et d'Août. Ainsi qu'aux précipitations saisonnières du Printemps.

Ces résultats sont en concordance avec ceux obtenues par Lucien TESSIER (1984) en France. L'insensibilité aux précipitations à été souligné par TESSIER (1984) qui à travaillé sur un sujet similaire.

Références bibliographiques

La liste des références bibliographiques

A

AGRIMI M. et CIANCIO O., 1993-SILVA MEDITERRANEA. Comité des questions forestières méditerranéennes "Pinus pinea" organisation des nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture.

ALEXANDRIAN., 1982. Le Pin pignon. Rev. For M2 dit. Tom IV. N°2.pp 16.20.

ALEXANDRIAN., 1986. Le choix des essences de reboisements en région méditerranéenne.

ALOUI A., 1988-Sylviculture du Pin pignon en Tunisie I.S.P. de Tabarka. Rept. FAO-SILVA MEDITERRANEA : Réseau "*Pinus pinea*".

AMMANNATI R., 1989-Primi Studisuldeterminismogeneticodelcarattere « guscio fragile » dei semi di Pinus pinea L. annaliAccademialtaliana di ScienzeForestali, Firenze. Vol. XXV III : 143-163.

ANONYME, 1990-DGF. Programme forestier aménagement des bassins versants. Rapport du programme de coopération. Alger : Direction générale des forêts, 1990.

B

BAGNOULS.F. et GAUSSEN.H., 1953-Saison sèche et indice xérothermique. Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse, pp 193.239.

BERJAOUI.A., 1952-La distribution des essences forestières au Liban. Revue Forestière Française 4 :833-837.

BOUDY.P., 1948- Economie forestière Nord Africaine. Milieu physique et milieu humaine, tome 1ed. Larousse-Paris-686p.

BOUDY.P., 1950-Economie forestière Nord Africaine. Monographie et traitement des essences forestières, tome 2, fasc. 1ed. Larousse-Paris-525p.

BOUVAREL.P., 1950-Les principales essences forestières du Liban.Revue Forestière Française, 2 :323-332.

C

Calama, R., Montero, G., 2003.Inter-regional variability in site index models for even-aged stands of stone pine (*Pinus pinéa* L.) in Spain. Annals of Forest Science 60 : 259-269

D

DEBRUXELLES J.2010. Etude de l'impact des conditions climatiques annuelles sur la croissance radiale.

DECOURT.N., 1973-Protocole d'installation et la mesure des placettes de production semi- permanentes.

C. N. R. F (INRA) France.25p.

DUPLAT.P. et PERROTTE.G., 1981-Inventaire et estimation de l'accroissement des peuplements forestiers

Ed. Hemmerle, Petit et Cie, Paris. 432p.

E

EMBERGER.L., 1955-Une classification biogéographique des climats.

Rec. Trav. Labo et Zoo., Fac. Sc. Bot., (7). pp 3.43.

F

FRANCINI.E., 1958-Ecologia comparata di Pinus halepensis Mill., Pinus pinaster Sol. e Pinus pinea L. Sulla base delcomportamentodelgametofitofemminile. AnnaliAccademialtaliana di Science Forestali, Firenze.7 :pp.107-173.

G

GONZALES VASQUEZ.E., 1947-Selvicultura. Libro primero :Fundamentosnaturales y especiesforestales. Los bosquesibericos. Segundaedic Editorial Dossat, S.A.Madrid.

I

I.F.N ,2000. Caractéristiques générales de Pin pignon. Inventaire forestier national.pp 111.112.

K

KHALDI.J., 2009-Understory Végétation response to thinningdisturbance of VaryingComplexity in coniferous stands. Applied Végétation science. 12 :472-487.

KHOUJA.M., 2006-Bilan des essais de provenance de Pin pignon installé en Tunisie.**KLAUS.W., 1989-**Méditerrananean Pines and theirhistory. Plant Systematics and Evol., 162 :133-163, Springer Verlag.

L

LEBOURGEOIS F., RATHGEBER C., ULRICHE.- Sensitivity of French Temperatureconiferousforests to climatevariability and extremeevents (Abies alba, Picea abies and Pinus sylvestris) Journal of vegetation science, Vol.21, n°2, 2010, 364-376.

LOULLOU.ZE., 1987-Analyse des reboisements de Pin pignon dans la région de Mostaganem : Contribution à l'étude dendrométrique. Mém. Ing.Ins. Agro. Alger, 90p.

M

MERIAN P. LEBOURGEOIS F; 2012-Consequences of decreasing the number of cores per plot on chronological and climate-growth relationships: a multispecies analysis in a temperate climate- canadian Journal of Forest Research, vol.41, n°12, 2011 a, pp.2413-2422.

Moussouris, y, Regato, 1999 Forest Harvest : An Overview of Non-Timber Forest Products in the Mediterranean. wwf.25p.

N

NEFAOUI M., 1996-Dendroécologie, productivité et dynamique de la croissance radiale du Pin maritime naturel au Maroc.-thèse Marseille, Vol.2tomes, 1996,147 pages et 157 pages.

O

O.N.M. (2010) office nationale météorologique.Données météorologiques (période de 28 ans).

OUNNES.A., 2001-Quantification de la croissance de Pinus pinea. Dans le sous secteur littoral Algérois. Thèse de magistère, I.N.A El Harrach.91p.

P

PANDULA.M., 1968-Ricerca sulle condizioni ecologiche dei boschi di San Vitale e di Classe (Ravenna), ai fini dell' miglioramento. Colture, saggi di esperimenti radicali di Pinus e.

PARDE.JN., 1961-Dendrométrie.

E.N.E.F., Nancy.328p.

PARDE.J. et BOUCHON.J., 1988-Dendrométrie, 328p.

POST.G.E., 1933-Flora of Syria, Palestine and Sinai. 2 ed. rev. By DINSMORE.E., Beirut.

PROFILI.V., 1993-Analisi morfologiche degli apparati radicali di pin domestico (Pinus pinea L.) nella pineta di Alberese.Tesi di Laura. Istituto di Selvicoltura. Università degli Studi di Firenze.

Q

QUEZEL.,1980-Biogéographie et écologie des conifères sur le pourtour méditerranéen. Actualité d'écologie forestière. Ed Bordas, 205.257.

R

Rikli, M., 1943. Das Pflanzenkleid der Mittelmeerländer. I Band. Huber Vlg., Bern.

S

SCHUMAN E.- Dendroclimatic changes in Semiarid America.-University of Arizona Press, Tucson, AZ, 1956,142 pages.

SBAY et al. 2006-Amélioration de Pinus pinea au Maroc.

SEIGUE.A., 1985-La forêt Circumméditerranéenne. Technique agricole et production méditerranéenne. Edition maison neuve et la rose 15, rue Victor. Cousin Paris (V).485p.

T

TESSIER L.- Analyse dendroclimatologique comparée de six populations de Pinus silvestris (L.) dans la drome. EcologiaMediterranea, VIII, 3, 185-202.

TORNATORA.R., 1887-"IP patrio Pino" da Sentimentalabresi in "Rocco Tornatora (1831-1915) ". 1972-Edizioni CartografRegioCalabria.

Z

ZANNDUCHE.O., 2001-Etude Comparative de la croissance de trois espèces forestières : Pinus pinea L. Pinus pinaster Ait et Pinus canariensis Ch. Switch. Aspect Eco. Dendrométrie. Thèse de magistère. Université. Mouloud Mammeri. Tizi. Ouzou.100p.

| Annexes

Annexe 01 : Tableau des années caractéristiques

Year	moy 1	moy 2	moy 3	moy 4	moy 5	Moy6	moy 7	moy 8	moy 9	moy 10	moy 11	moy 12	Moy moy	MOY R
1965	402,5	388	552,333333	511,5	1371,25	674,375	369,5	502,5	456,5	489,333333	488	445,5	543,36	
1966	375,5	185,5	494,333333	483	904,25	585,25	356,5	526,5	432	325,666667	310	480	443,02	-13,22
1967	402,5	178,5	340,333333	471,5	723,75	603,5	380,5	514	269	413	320	291	391,28	4,08
1968	333	134,5	290,333333	454,5	1007,5	309,875	184,5	512	474,5	351,666667	361	383,5	407,91	1,98
1969	224,5	164,5	296,666667	401	705,75	220	185	582	331,5	565,666667	479	642	416,14	-2,02
1970	224,5	162	321,333333	312	649,75	333,875	106,5	590,5	383	506,666667	552	678,5	407,89	-2,13
1971	347,5	224	316	304	689,5	484	119	509	357,5	497	487	542,5	399,36	-1,88
1972	189	249,5	341,666667	365,5	477,75	538,5	72,5	418	281,5	567,333333	639	710	391,98	-11,85
1973	249	291,5	385,333333	335,5	542,75	580,125	122,5	342	335,5	313,333333	400	537,5	350,45	5,69
1974	233,5	260,5	323,333333	366	622	459,375	162,5	489	266	377,5	422,5	564,5	371,58	-1,61
1975	154	413	239,666667	318,5	703,25	417,75	153,5	395,5	276,5	316,5	455,5	596,5	365,67	-17,21
1976	245	377	246,666667	244,5	562	427,25	172	352,5	324	233,5	250,5	424	311,97	-7,78
1977	258	449	239,333333	257,5	268,5		145	288,5	186	244,666667	393	454,5	289,45	-3,87
1978	262,5	337	154	264,5	399,75		141	240,5	185	290	350	441	278,66	-0,14
1979	313	367	123,333333	188,5	386		152	258	265,5	247	387,5	373	278,26	-4,99
1980	246	338,5	62,3333333	218,5	247,25		114,5	330,5	296,5	222,333333	424,5	414,5	265,04	-1,18
1981	267,5	339,5	56,6666667	211	182,5		96,5	481,5	282,5	231,666667	375	357	261,94	-11,64
1982	327	172,5	66	192,5	193,75	233,25	111,5	601,5	233	174,666667	271,5	237	234,63	-0,25
1983	216	214,5	109,333333	198,5	180,25	210,5	114	624,5	104,5	230	300,5	282,5	234,05	1,03
1984	179,5	225,5	191	139	219,75	192,625	82,5	590	189,5	244	258,5	282	236,48	-13,00
1985	184	174,5	282	116,5	327,75	238,125	119,5	421	208,5	157,666667	141	169,5	209,27	0,99
1986	258,5	163	238,333333	105	370,25	206,125	85	411,5	129	209,333333	166	189	211,36	0,39
1987	226	220,5	210,333333	99	424,25	198,25	105,5	314	175,5	205,333333	147	206,5	212,17	-16,04
1988	196,5	158	231	136	296,5	105,5	115	182	159	156,333333	182,5	198,5	182,85	-23,99
1989	59,5	100,5	170,666667	167,5	314	159,625	94,5	141,5	144,5	133	138,5	158	147,47	-13,19
1990	145	46	99,6666667	113	335,75	136,25	125	166	89,5	95,6666667	89	128,5	130,28	-13,93
1991	129	48	79,6666667	69,5	160,75	99,75	176,5	222,5	52,5	91	96,5	132	114,36	7,53

1992	48	60	72,6666667	95	210	135,375	163,5	252,5	63	112,666667	124	159	123,67	-2,27
1993	103,5	63	58,6666667	82,5	144,25	216,75	138,5	310	80,5	93,6666667	103	152,5	120,92	0,94
1994	141,5	72,5	68,6666667	76	141,5	158,5	242,5	239,5	67,5	88	95,5	109,5	122,06	-25,54
1995	107	59,5	77,3333333	61	129,5	99,25	204	134,5	50,5	94,6666667	70	81,5	97,23	15,65
1996	153,5	80,5	66,6666667	71	119,25	90	169	163,5	42,5	139	153,5	109,5	115,27	4,16
1997	102,5	112	55,6666667	80,5	137	71	129	116	64,5	157,333333	182	186,5	120,27	-15,43
1998	107,5	93	44,3333333	77	110	105,375	89,5	48,5	79	147,333333	136	214	104,20	9,24
1999	120	98	52,3333333	69,5	86,5	112,75	138,5	147,5	94	118	133,5	205	114,80	-46,18
2000	63,5	94	36,3333333	57	74,25	123,75	136	64	72,5	74,3333333	66,5	125,5	78,54	5,91
2001	72	95	46,6666667	70,5	63	129,375	74,5	47	58,5	91	93,5	206,5	83,47	0,54
2002	121	93,5	46,6666667	90,5	60,5	137	107,5	60	77,5	88	91	87	83,92	-3,33
2003	122,5	70,5	53,6666667	75,5	70,75	66,875	68	72,5	73	87	83,5	116,5	81,22	-2,65
2004	69,5	72,5	57,6666667	83,5	66	157	61	62	71,5	91,6666667	91,5	143,5	79,12	-0,19
2005	67,5	82	65,3333333	66,5	54	116,25	65	96	81	101,333333	88,5	101,5	78,97	-1,76
2006	58	86	49,6666667	75,5	45	74,25	82	83	67,5	96	94,5	116,5	77,61	18,17
2007	82,5	102,5	68	92,5	35,75	89,125	94,5	100,5	89,5	110	118	149,5	94,84	-1,86
2008	99	67,5	60,3333333	97	42	121,125	119	169,5	89	65,3333333	99,5	116	93,11	20,12
2009	151	85,5	70	117	40,75	138,625	135	191	92,5	88,3333333	135	176	116,55	-22,57
2010	135,5	45,5	76,6666667	77,5	50,5	127,875	96	123,5	91,5	67,3333333	102	180	95,09	-11,93
2011	67,5	47,5	50,6666667	80,5	69,5	114,125	99	109	102,5	65,3333333	80	163	84,95	-11,78
2012	57	57,5	53	66,5	58	123,875	79,5	93,5	99,5	74	68,5	129	76,00	30,77
2013	121,5	66	78,6666667	104,5	61	235,375	112,5	154	105,5	117,333333	102	184,5	109,77	5,42
2014	109	81,5	74,6666667	114,5	53,25	211,375	132	152	134	164,333333	99	162,5	116,07	7,03

Annexe 02 Calcul de la sensibilité & coeff d'inter

Year	moy 1	moy 2	moy 3	moy 4	moy 5	Moy6	moy 7	moy 8	moy 9	moy 10	moy 11	moy 12	MOYmoy
1984	179,5	225,5	191	139	219,75	192,625	82,5	590	189,5	244	258,5	282	232,822917
1985	184	174,5	282	116,5	327,75	238,125	119,5	421	208,5	157,666667	141	169,5	211,670139
1986	258,5	163	238,333333	105	370,25	206,125	85	411,5	129	209,333333	166	189	210,920139
1987	226	220,5	210,333333	99	424,25	198,25	105,5	314	175,5	205,333333	147	206,5	211,013889
1988	196,5	158	231	136	296,5	105,5	115	182	159	156,333333	182,5	198,5	176,402778
1989	59,5	100,5	170,666667	167,5	314	159,625	94,5	141,5	144,5	133	138,5	158	148,482639
1990	145	46	99,666667	113	335,75	136,25	125	166	89,5	95,666667	89	128,5	130,777778
1991	129	48	79,666667	69,5	160,75	99,75	176,5	222,5	52,5	91	96,5	132	113,138889
1992	48	60	72,666667	95	210	135,375	163,5	252,5	63	112,666667	124	159	124,642361
1993	103,5	63	58,666667	82,5	144,25	216,75	138,5	310	80,5	93,666667	103	152,5	128,902778
1994	141,5	72,5	68,666667	76	141,5	158,5	242,5	239,5	67,5	88	95,5	109,5	125,097222
1995	107	59,5	77,333333	61	129,5	99,25	204	134,5	50,5	94,666667	70	81,5	97,3958333
1996	153,5	80,5	66,666667	71	119,25	90	169	163,5	42,5	139	153,5	109,5	113,159722
1997	102,5	112	55,666667	80,5	137	71	129	116	64,5	157,333333	182	186,5	116,166667
1998	107,5	93	44,333333	77	110	105,375	89,5	48,5	79	147,333333	136	214	104,295139
1999	120	98	52,333333	69,5	86,5	112,75	138,5	147,5	94	118	133,5	205	114,631944
2000	63,5	94	36,333333	57	74,25	123,75	136	64	72,5	74,333333	66,5	125,5	82,3055556
2001	72	95	46,666667	70,5	63	129,375	74,5	47	58,5	91	93,5	206,5	87,2951389
2002	121	93,5	46,666667	90,5	60,5	137	107,5	60	77,5	88	91	87	88,3472222
2003	122,5	70,5	53,666667	75,5	70,75	66,875	68	72,5	73	87	83,5	116,5	80,0243056
2004	69,5	72,5	57,666667	83,5	66	157	61	62	71,5	91,666667	91,5	143,5	85,6111111
2005	67,5	82	65,333333	66,5	54	116,25	65	96	81	101,333333	88,5	101,5	82,0763889
2006	58	86	49,666667	75,5	45	74,25	82	83	67,5	96	94,5	116,5	77,3263889
2007	82,5	102,5	68	92,5	35,75	89,125	94,5	100,5	89,5	110	118	149,5	94,3645833
2008	99	67,5	60,333333	97	42	121,125	119	169,5	89	65,333333	99,5	116	95,4409722
2009	151	85,5	70	117	40,75	138,625	135	191	92,5	88,333333	135	176	118,392361
2010	135,5	45,5	76,666667	77,5	50,5	127,875	96	123,5	91,5	67,333333	102	180	97,8229167
2011	67,5	47,5	50,666667	80,5	69,5	114,125	99	109	102,5	65,333333	80	163	87,3854167
2012	57	57,5	53	66,5	58	123,875	79,5	93,5	99,5	74	68,5	129	79,9895833
2013	121,5	66	78,666667	104,5	61	235,375	112,5	154	105,5	117,333333	102	184,5	120,239583
2014	109	81,5	74,666667	114,5	53,25	211,375	132	152	134	164,333333	99	162,5	124,010417
2015	125,5	98,5	72,333333	110,5	51,25	252,25	110	129	183	181,666667	135	176,5	135,458333

0,02475928	-0,255	0,38477801	-0,17612524	0,39452055	0,21125943	0,36633663	-0,33432245	0,09547739	-0,42987552	-0,58823529	-0,49833887	-0,09517709
0,33672316	-0,06814815	-0,16784113	-0,10383747	0,1217765	-0,14406303	-0,33740831	-0,02282282	-0,47111111	0,28156222	0,16286645	0,10878661	-0,00354954
-0,13415893	0,29986962	-0,12481426	-0,05882353	0,13593455	-0,038949	0,2152231	-0,26878015	0,30541872	-0,0192926	-0,12140575	0,08849558	0,00044438
-0,13964497	-0,33025099	0,09365559	0,31489362	-0,35449185	-0,61069959	0,0861678	-0,53225806	-0,09865471	-0,27096774	0,215478	-0,03950617	-0,17867642
-1,0703125	-0,44487427	-0,30041494	0,20757825	0,05733006	0,40829797	-0,19570406	-0,2503864	-0,09555189	-0,16129032	-0,2741433	-0,22720898	-0,17187684
0,83618582	-0,7440273	-0,52527744	-0,3885918	0,06694883	-0,15800591	0,27790433	0,15934959	-0,47008547	-0,32653061	-0,43516484	-0,20593368	-0,12679821
-0,11678832	0,04255319	-0,22304833	-0,47671233	-0,70493454	-0,30932203	0,34162521	0,29086229	-0,52112676	-0,05	0,08086253	0,0268714	-0,14463045
-0,91525424	0,22222222	-0,09190372	0,3100304	0,26567768	0,3030303	-0,07647059	0,12631579	0,18181818	0,21276596	0,24943311	0,18556701	0,09675676
0,73267327	0,04878049	-0,21319797	-0,14084507	-0,37120677	0,46219382	-0,16556291	0,20444444	0,24390244	-0,18416801	-0,18502203	-0,04173355	0,03360677
0,31020408	0,1402214	0,15706806	-0,08201893	-0,01924759	-0,31045969	0,54593176	-0,25659691	-0,17567568	-0,06238532	-0,07556675	-0,32824427	-0,029965
-0,277666	-0,1969697	0,11872146	-0,2189781	-0,08856089	-0,45974782	-0,17245241	-0,56149733	-0,28813559	0,0729927	-0,3081571	-0,29319372	-0,24900902
0,35700576	0,3	-0,14814815	0,15151515	-0,08241206	-0,09775429	-0,18766756	0,19463087	-0,17204301	0,37945792	0,74720358	0,29319372	0,14973615
-0,3984375	0,32727273	-0,17983651	0,12541254	0,13853659	-0,23602484	-0,26845638	-0,33989267	0,41121495	0,12373453	0,16989568	0,52027027	0,02622415
0,04761905	-0,18536585	-0,22666667	-0,04444444	-0,21862348	0,38979447	-0,36155606	-0,82066869	0,20209059	-0,06564551	-0,28930818	0,13732834	-0,10769691
0,10989011	0,05235602	0,16551724	-0,10238908	-0,23918575	0,06762178	0,42982456	1,01020408	0,1734104	-0,22110553	-0,01855288	-0,04295943	0,09443149
-0,61580381	-0,04166667	-0,36090226	-0,19762846	-0,15241058	0,09302326	-0,01821494	-0,78959811	-0,25825826	-0,45407279	-0,67	-0,48108926	-0,32829084
0,12546125	0,01058201	0,24899598	0,21176471	-0,16393443	0,04444444	-0,58432304	-0,30630631	-0,21374046	0,2016129	0,3375	0,48795181	0,05883919
0,50777202	-0,01591512	0	0,2484472	-0,04048583	0,05725012	0,36263736	0,24299065	0,27941176	-0,03351955	-0,02710027	-0,81431005	0,01197984
0,01232033	-0,2804878	0,13953488	-0,18072289	0,15619048	-0,68792152	-0,45014245	0,18867925	-0,05980066	-0,01142857	-0,08595989	0,28992629	-0,09886371
-0,55208333	0,02797203	0,07185629	0,10062893	-0,06946984	0,8051368	-0,10852713	-0,15613383	-0,02076125	0,05223881	0,09142857	0,20769231	0,06745907
-0,02919708	0,12297735	0,12466125	-0,22666667	-0,2	-0,29826167	0,06349206	0,43037975	0,12459016	0,10017271	-0,03333333	-0,34285714	-0,04215845
-0,15139442	0,04761905	-0,27246377	0,12676056	-0,18181818	-0,44094488	0,23129252	-0,1452514	-0,18181818	-0,05405405	0,06557377	0,13761468	-0,05959746
0,34875445	0,17506631	0,31161473	0,20238095	-0,22910217	0,1820964	0,14164306	0,19073569	0,28025478	0,13592233	0,22117647	0,2481203	0,19847513
0,18181818	-0,41176471	-0,11948052	0,0474934	0,1607717	0,30439952	0,2295082	0,51111111	-0,00560224	-0,5095057	-0,17011494	-0,25235405	0,01134202
0,416	0,23529412	0,1483376	0,18691589	-0,03021148	0,13474495	0,12598425	0,11927878	0,03856749	0,29934924	0,30277186	0,4109589	0,21466615
-0,10820244	-0,61068702	0,09090909	-0,40616967	0,21369863	-0,08067542	-0,33766234	-0,42925278	-0,01086957	-0,26980728	-0,27848101	0,02247191	-0,19026819
-0,66995074	0,04301075	-0,40837696	0,03797468	0,31666667	-0,11363636	0,03076923	-0,12473118	0,11340206	-0,03015075	-0,24175824	-0,09912536	-0,11271091
-0,1686747	0,19047619	0,04501608	-0,19047619	-0,18039216	0,08193277	-0,21848739	-0,15308642	-0,02970297	0,12440191	-0,15488215	-0,23287671	-0,08837441
0,72268908	0,13765182	0,38987342	0,44444444	0,05042017	0,62073765	0,34375	0,48888889	0,05853659	0,45296167	0,39296188	0,35406699	0,40203933
-0,10845987	0,21016949	-0,05217391	0,0913242	-0,1356674	-0,10744264	0,1595092	-0,0130719	0,23799582	0,33372781	-0,02985075	-0,12680115	0,03087683
0,14072495	0,18888889	-0,03174603	-0,03555556	-0,03827751	0,17632785	-0,18181818	-0,16370107	0,30914826	0,10019268	0,30769231	0,08259587	0,0882412

0,00061302	0,065025	0,14805412	0,0310201	0,15564646	0,04463055	0,13420253	0,1117715	0,00911593	0,18479296	0,34602076	0,24834163	0,00905868
0,11338249	0,00464417	0,02817064	0,01078222	0,01482952	0,02075416	0,11384437	0,00052088	0,22194568	0,07927728	0,02652548	0,01183453	1,2599E-05
0,01799862	0,08992179	0,0155786	0,00346021	0,0184782	0,00151702	0,04632098	0,07224277	0,09328059	0,0003722	0,01473936	0,00783147	1,9748E-07
0,01950072	0,10906572	0,00877137	0,09915799	0,12566447	0,37295399	0,00742489	0,28329865	0,00973275	0,07342352	0,04643077	0,00156074	0,03192526
1,14556885	0,19791312	0,09024913	0,04308873	0,00328674	0,16670723	0,03830008	0,06269335	0,00913016	0,02601457	0,07515455	0,05162392	0,02954165
0,69920672	0,55357663	0,27591638	0,15100359	0,00448215	0,02496587	0,07723082	0,02539229	0,22098035	0,10662224	0,18936843	0,04240868	0,01607779
0,01363951	0,00181077	0,04975056	0,22725464	0,49693271	0,09568012	0,11670778	0,08460087	0,2715731	0,0025	0,00653875	0,00072207	0,02091797
0,83769032	0,04938272	0,00844629	0,09611885	0,07058463	0,09182736	0,00584775	0,01595568	0,03305785	0,04526935	0,06221687	0,03443512	0,00936187
0,53681012	0,00237954	0,04545337	0,01983733	0,13779447	0,21362313	0,02741108	0,04179753	0,0594884	0,03391786	0,03423315	0,00174169	0,00112942
0,09622657	0,01966204	0,02467038	0,0067271	0,00037047	0,09638522	0,29804148	0,06584197	0,03086194	0,00389193	0,00571033	0,1077443	0,0008979
0,07709841	0,03879706	0,01409479	0,04795141	0,00784303	0,21136806	0,02973983	0,31527925	0,08302212	0,00532793	0,0949608	0,08596256	0,06200549
0,12745311	0,09	0,02194787	0,02295684	0,00679175	0,0095559	0,03521911	0,03788118	0,0295988	0,14398831	0,55831319	0,08596256	0,02242091
0,15875244	0,10710744	0,03234117	0,01572831	0,01919239	0,05570773	0,07206883	0,11552702	0,16909774	0,01531023	0,02886454	0,27068115	0,00068771
0,00226757	0,0343605	0,05137778	0,00197531	0,04779623	0,15193973	0,13072279	0,6734971	0,04084061	0,00430933	0,08369922	0,01885907	0,01159862
0,01207584	0,00274115	0,02739596	0,01048352	0,05720982	0,0045727	0,18474915	1,02051229	0,03007117	0,04888765	0,00034421	0,00184551	0,00891731
0,37921434	0,00173611	0,13025044	0,03905701	0,02322898	0,00865333	0,00033178	0,62346517	0,06669733	0,2061821	0,4489	0,23144687	0,10777488
0,01574053	0,00011198	0,061999	0,04484429	0,0268745	0,00197531	0,34143342	0,09382355	0,04568498	0,04064776	0,11390625	0,23809697	0,00346205
0,25783243	0,00025329	0	0,06172601	0,0016391	0,00327758	0,13150586	0,05904446	0,07807093	0,00112356	0,00073442	0,66310086	0,00014352
0,00015179	0,07867341	0,01946998	0,03266076	0,02439546	0,47323602	0,20262823	0,03559986	0,00357612	0,00013061	0,0073891	0,08405725	0,00977403
0,30479601	0,00078243	0,00516333	0,01012618	0,00482606	0,64824526	0,01177814	0,02437777	0,00043103	0,00272889	0,00835918	0,04313609	0,00455073
0,00085247	0,01512343	0,01554043	0,05137778	0,04	0,08896002	0,00403124	0,18522673	0,01552271	0,01003457	0,00111111	0,11755102	0,00177733
0,02292027	0,00226757	0,0742365	0,01606824	0,03305785	0,19443239	0,05349623	0,02109797	0,03305785	0,00292184	0,00429992	0,0189378	0,00355186
0,12162967	0,03064821	0,09710374	0,04095805	0,0524878	0,0331591	0,02006276	0,03638011	0,07854274	0,01847488	0,04891903	0,06156368	0,03939238
0,03305785	0,16955017	0,01427559	0,00225562	0,02584754	0,09265907	0,05267401	0,26123457	3,1385E-05	0,25959606	0,02893909	0,06368257	0,00012864
0,173056	0,05536332	0,02200404	0,03493755	0,00091273	0,0181562	0,01587203	0,01422743	0,00148745	0,08960997	0,0916708	0,16888722	0,04608155
0,01170777	0,37293864	0,00826446	0,1649738	0,0456671	0,00650852	0,11401585	0,18425795	0,00011815	0,07279597	0,07755167	0,00050499	0,03620198
0,44883399	0,00184992	0,16677174	0,00144208	0,10027778	0,01291322	0,00094675	0,01555787	0,01286003	0,00090907	0,05844705	0,00982584	0,01270375
0,02845115	0,03628118	0,00202645	0,03628118	0,03254133	0,00671298	0,04773674	0,02343545	0,00088227	0,01547584	0,02398848	0,05423156	0,00781004
0,5222795	0,01894802	0,15200128	0,19753086	0,00254219	0,38531523	0,11816406	0,23901235	0,00342653	0,20517428	0,15441904	0,12536343	0,16163562
0,01176354	0,04417122	0,00272212	0,00834011	0,01840564	0,01154392	0,02544319	0,00017087	0,05664201	0,11137425	0,00089107	0,01607853	0,00095338
0,01980351	0,03567901	0,00100781	0,0012642	0,00146517	0,03109151	0,03305785	0,02679804	0,09557265	0,01003857	0,09467456	0,00682208	0,00778651

0,02475928	0,255	0,38477801	0,17612524	0,39452055	0,21125943	0,36633663	0,33432245	0,09547739	0,42987552	0,58823529	0,49833887	0,09517709
0,33672316	0,06814815	0,16784113	0,10383747	0,1217765	0,14406303	0,33740831	0,02282282	0,47111111	0,28156222	0,16286645	0,10878661	0,00354954
0,13415893	0,29986962	0,12481426	0,05882353	0,13593455	0,038949	0,2152231	0,26878015	0,30541872	0,0192926	0,12140575	0,08849558	0,00044438
0,13964497	0,33025099	0,09365559	0,31489362	0,35449185	0,61069959	0,0861678	0,53225806	0,09865471	0,27096774	0,215478	0,03950617	0,17867642
1,0703125	0,44487427	0,30041494	0,20757825	0,05733006	0,40829797	0,19570406	0,2503864	0,09555189	0,16129032	0,2741433	0,22720898	0,17187684
0,83618582	0,7440273	0,52527744	0,3885918	0,06694883	0,15800591	0,27790433	0,15934959	0,47008547	0,32653061	0,43516484	0,20593368	0,12679821
0,11678832	0,04255319	0,22304833	0,47671233	0,70493454	0,30932203	0,34162521	0,29086229	0,52112676	0,05	0,08086253	0,0268714	0,14463045
0,91525424	0,22222222	0,09190372	0,3100304	0,26567768	0,3030303	0,07647059	0,12631579	0,18181818	0,21276596	0,24943311	0,18556701	0,09675676
0,73267327	0,04878049	0,21319797	0,14084507	0,37120677	0,46219382	0,16556291	0,20444444	0,24390244	0,18416801	0,18502203	0,04173355	0,03360677
0,31020408	0,1402214	0,15706806	0,08201893	0,01924759	0,31045969	0,54593176	0,25659691	0,17567568	0,06238532	0,07556675	0,32824427	0,029965
0,277666	0,1969697	0,11872146	0,2189781	0,08856089	0,45974782	0,17245241	0,56149733	0,28813559	0,0729927	0,3081571	0,29319372	0,24900902
0,35700576	0,3	0,14814815	0,15151515	0,08241206	0,09775429	0,18766756	0,19463087	0,17204301	0,37945792	0,74720358	0,29319372	0,14973615
0,3984375	0,32727273	0,17983651	0,12541254	0,13853659	0,23602484	0,26845638	0,33989267	0,41121495	0,12373453	0,16989568	0,52027027	0,02622415
0,04761905	0,18536585	0,22666667	0,04444444	0,21862348	0,38979447	0,36155606	0,82066869	0,20209059	0,06564551	0,28930818	0,13732834	0,10769691
0,10989011	0,05235602	0,16551724	0,10238908	0,23918575	0,06762178	0,42982456	1,01020408	0,1734104	0,22110553	0,01855288	0,04295943	0,09443149
0,61580381	0,04166667	0,36090226	0,19762846	0,15241058	0,09302326	0,01821494	0,78959811	0,25825826	0,45407279	0,67	0,48108926	0,32829084
0,12546125	0,01058201	0,24899598	0,21176471	0,16393443	0,04444444	0,58432304	0,30630631	0,21374046	0,2016129	0,3375	0,48795181	0,05883919
0,50777202	0,01591512	0	0,2484472	0,04048583	0,05725012	0,36263736	0,24299065	0,27941176	0,03351955	0,02710027	0,81431005	0,01197984
0,01232033	0,2804878	0,13953488	0,18072289	0,15619048	0,68792152	0,45014245	0,18867925	0,05980066	0,01142857	0,08595989	0,28992629	0,09886371
0,55208333	0,02797203	0,07185629	0,10062893	0,06946984	0,8051368	0,10852713	0,15613383	0,02076125	0,05223881	0,09142857	0,20769231	0,06745907
0,02919708	0,12297735	0,12466125	0,22666667	0,2	0,29826167	0,06349206	0,43037975	0,12459016	0,10017271	0,03333333	0,34285714	0,04215845
0,15139442	0,04761905	0,27246377	0,12676056	0,18181818	0,44094488	0,23129252	0,1452514	0,18181818	0,05405405	0,06557377	0,13761468	0,05959746
0,34875445	0,17506631	0,31161473	0,20238095	0,22910217	0,1820964	0,14164306	0,19073569	0,28025478	0,13592233	0,22117647	0,2481203	0,19847513
0,18181818	0,41176471	0,11948052	0,0474934	0,1607717	0,30439952	0,2295082	0,51111111	0,00560224	0,5095057	0,17011494	0,25235405	0,01134202
0,416	0,23529412	0,1483376	0,18691589	0,03021148	0,13474495	0,12598425	0,11927878	0,03856749	0,29934924	0,30277186	0,4109589	0,21466615
0,10820244	0,61068702	0,09090909	0,40616967	0,21369863	0,08067542	0,33766234	0,42925278	0,01086957	0,26980728	0,27848101	0,02247191	0,19026819
0,66995074	0,04301075	0,40837696	0,03797468	0,31666667	0,11363636	0,03076923	0,12473118	0,11340206	0,03015075	0,24175824	0,09912536	0,11271091
0,1686747	0,19047619	0,04501608	0,19047619	0,18039216	0,08193277	0,21848739	0,15308642	0,02970297	0,12440191	0,15488215	0,23287671	0,08837441
0,72268908	0,13765182	0,38987342	0,44444444	0,05042017	0,62073765	0,34375	0,48888889	0,05853659	0,45296167	0,39296188	0,35406699	0,40203933
0,10845987	0,21016949	0,05217391	0,0913242	0,1356674	0,10744264	0,1595092	0,0130719	0,23799582	0,33372781	0,02985075	0,12680115	0,03087683
0,14072495	0,18888889	0,03174603	0,03555556	0,03827751	0,17632785	0,18181818	0,16370107	0,30914826	0,10019268	0,30769231	0,08259587	0,0882412
10,6666296	6,40814127	5,93683224	5,83755036	5,5789049	8,43620024	7,61605302	9,82622966	6,12817742	6,02489327	7,33188089	7,62844438	3,5127619
0,34408483	0,20671423	0,19151072	0,18830808	0,17996467	0,27213549	0,24567913	0,31697515	0,19768314	0,1943514	0,23651229	0,24607885	0,23499983

Résumé

La dendroécologie a pour l'objet l'étude des relations spatiotemporelles entre les végétaux ligneux et leur habitat. L'actuel travail a été entrepris pour étudier la croissance radiale du pin pignon en fonction des conditions climatiques dans la région de Mostaganem. Le Pin pignon (*Pinus pinea L.*), à été introduit depuis fort longtemps en Afrique du Nord en raison de l'utilisation de sa graine dans les traditions alimentaires. La croissance a été évaluée sur un échantillon de 12 arbres appartenant à la forêt d'Akboub. Les mesures ont été effectuées sur les cernes de trois carottes par arbre par le dendromètre Lintab d'une précision de 1 millième de mm. Les résultats montrent que cette essence est sensible principalement aux précipitations du Printemps.

Mots clés : Pin pignon, dendroécologie, croissance radiale, cerne, forêt, Akboub.

Absract

The purpose of dendroecology is to study spatiotemporal relationships between woody plants and their habitats. The current work has been undertaken to study the radial growth of pinion pine in relation to climatic conditions in the Mostaganem area. Pinus pinine (*Pinus pinea L.*) has been introduced in North Africa for a long time because of the use of its seed in food traditions. Growth was assessed on a sample of 12 trees belonging to the Akboub forest. Measurements were made on the rings of three cores per tree by the Lintab dendrometer with an accuracy of 1 mm. The results show that this species is sensitive mainly to spring precipitation.

Key words: Pinion pinion, dendroecology, radial growth, ring, forest, Akboub.

ملخص

تم دراسة العلاقات الزمانية المكانية بين النباتات الخشبية وموائلها منذ فترة طويلة في شمال أفريقيا بسبب استخدام البذور في التقاليد الغذائية وقد أجريت هذه الدراسة لدراسة نمو شعاعي من ترس الصنوبر الصنوبرالثمري وفقا للظروف المناخية في منطقة مستغانم غابة عرقوب .

تم تقييم النمو على عينة من 12 شجرة أجريت القياسات على حلقات من ثلاثة محاور في كل الشجرة من اشجار غابة عرقوب باستعمال جهازدندرو متر وأظهرت النتائج أن هذا النوع حساس بشكل رئيسي في أمطار ربيع الأمطار.

الكلمات المفتاحية: غابة عرقوب النمو الشعاعي الصنوبرالثمري.