

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

Université 20 Août 1955 Skikda

Faculté des Sciences

Département des Sciences Agronomiques



Filière : Sciences

Agronomiques

Option : Système de
production agro-écologique

Mémoire de fin d'études :

En vue de l'obtention du diplôme de Master II en agronomie

Thème :

**Étude dendrométrique des plantations du
caroubier (*Ceratonia Siliqua*) dans la région de
Skikda (Algérie).**

Présenté par :

- Zeggari Amar
- Kettouche Sabar
- Ali Laouar Nadjib

Membres de Jury:

Mme : Bouneb O

Mr : Boulechfar M.

Mr : Hannachi A.

(MAA) **Présidente**

(MAA) **Examineur**

(MCB) **Promoteur**

Université du 20 Août 1955 – Skikda

Université du 20 Août 1955 – Skikda

Université du 20 Août 1955 – Skikda

Année universitaire : 2021-2022

Remerciement

Avant tout nous remercions "Allah" tout puissant qui nous a donné le courage, la volonté et la force pour accomplir ce modeste travail. Merci de nous avoir éclairé le chemin de la réussite.

Nos reconnaissances vont tout d'abord au Mr HANNACHI ABD EL HAKIM qui nous a honoré en acceptant de diriger ce travail, pour son encadrement rigoureux et méthodique et les compétences dont elle nous fait bénéficier au long de toutes nos études. Nous lui adressons également nos gratitude pour son aide précieuse et d'avoir été là pour nous, par ses conseils fructueux, son soutien continu et ses encouragements permanents. Merci de nous avoir guidés avec patience et d'avoir consacré autant d'heures pour les corrections de ce manuscrit.

Un grand merci à Mr. RAIS HICHAM. et les services forestiers de la conservation de Collo pour son aide et son soutien.

Finalement, nous remercions tous ceux ou celles qui ont contribué de près ou de loin à l'accomplissement de ce mémoire.

Dédicace

À l'aide de DIEU, le Tout-Puissant

Je dédie ce travail à mes très chers parents

*Je les remercie pour leurs sacrifices, leurs patiences, leur soutien, l'aide
et les encouragements qui m'ont apporté durant toutes ces années d'étude
sans eux.*

Amar

Dédicace

À l'aide de DIEU, le Tout-Puissant

*A MES très chers parents, pour leurs encouragements et leur soutien,
merci de m'avoir permis de réaliser mes
rêves d'étudier dans les meilleures conditions.*

*A mes chers frères et a ma chère sœur qui n'ont cessé d'être pour moi des
exemples de courage et de générosité.*

A toute ma grande famille, voisine et voisine

A tous mes amis

A tous ceux qui m'ont soutenu pendant toute la durée de mes études.

Sabar

Dédicace

À l'aide de DIEU, le Tout-Puissant

Je dédie ce travail à mes très chers parents

*Je les remercie pour leurs sacrifices, leurs patiences, leur soutien, l'aide
et les encouragements qui m'ont apporté durant toutes ces années d'étude
sans eux.*

Nadjib

Table des matières
Liste des figures
Liste des tableaux

	Introduction	1
	Partie 01 : Synthèse bibliographique CHAPITRE I : la culture du caroubier	
1	Terminologie et taxonomie.	5
1.2	Description botanique du caroubier	6
1.3	Multiplication du caroubier.	8
1.4	la distribution en Algérie.	9
1.5	la distribution a skikda	10
	CHAPITRE II : Généralité sur la dendrométrie.	
1	Définition de la dendrométrie	13
2	Etude dendrométrique	15
2.1	Choix de site d'étude stations	15
2.2	Inventaire par échantillonnage	15
2.3	Choix du type de l'échantillonnage	15
2.4	Les placettes d'échantillonnages	16
2.4.1	La forme des placettes	16
2.4.2	Assiette sur le terrain des placettes	16
2.5	Mesures dendrométriques	16
3	Détermination de La forme d'un arbre	19
3.1	Les caractéristiques de forme des arbres	19
3.2	Le coefficient de réduction	19
3.3	Le Défilement ou décroissance métrique	20
3.4	Le coefficient de forme	20
3.5	Utilisation de ces éléments pour le cubage	21
4	Détermination du volume par la méthode de cubage de Pressler	22
	Partie 02 : Etude expérimentale CHAPITRE III: Matériels et méthodes	
1	Site d'expérimentation	26
2	Matériel utilisée	27
2.1	décamètre	27
2.2	la tarière de pressler	27
2.3	compas forestier	29
2.4	Le dendromètre Suunto	28
3	Méthode de travail	31
3.1	Circonférence de l'arbre à hauteur de poitrine (CHP)	31
3.2	La hauteur totale (H) des arbres	31
3.3	L'âge moyen des arbres	31
3.4	Le volume total	32
3.5	La densité	32

CHAPITRE IV: Résultats et discussions		
1	Analyses dendrométrique des arbres de caroubier à la région de Skikda	34
1.1	Station 1 . Collo	34
1.2	Station 2 . Tamalous	37
1.3	Station 3 . Oum Toub	41
1.4	Station 4 . El Hadaiek	44
1.5	Station 5 . Azzaba	47
1.6	Station 6 . Bekkouche Lakhdar	50
2	discussion	52
2.1	Analyse des tableaux	52
3	Recommandations	53
	Conclusion et perspectives	54
	Références bibliographiques	56

ملخص:

هذا العمل يحتوي على دراسة قياسية شجرية لشجرة الخروب بولاية سكيكدة. شملت الدراسة ستة بلديات بغرب وشرق وجنوب وشمال ولاية سكيكدة ، حيث تم أخذ العينات من كل هذه المناطق الستة.

تم إجراء هذا البحث من أجل معرفة مدى مقاومة ونجاح شجرة الخروب في ولاية سكيكدة ، وذلك عن طريق حساب الإرتفاع ، والقطر والعمر وحجم أشجار الخروب عبر عدة نقاط بالولاية ، ومقارنتها بدراسات مشابهة على شجرة الخروب في عدة دول وولايات جزائرية ، أين تبين لنا أن مناخ ولاية سكيكدة، وأنواع التربة في ذات الولاية تظهر أنها صالحة لزراعة شجرة الخروب، وذلك من خلال المظهر الفسيولوجي لأشجار الخروب المتواجدة عبر كامل بلديات سكيكدة.

تبين لنا كذلك من خلال الدراسة التي قمنا بها ميدانياً، أنه وبالرغم من قلة العناية وعدم إهتمام الفلاحين بشجرة الخروب في سكيكدة، إلا أنها وبالرغم من ذلك تعطي نتائج ومردود جيد، كما أن نمو الشجرة طبيعي رغم كل الظروف، عبر المناطق الستة التي تمت الدراسة عليها.

الكلمات المفتاحية : تقنيات قياس الأشجار ، سكيكدة ، حجم ، طول ، شجرة الخروب (*Ceratonia siliqua*).

Résumé :

Ce travail contient une étude dendrométrique du caroubier (*Ceratonia siliqua*) dans la région de Skikda. L'étude comprenait six stations à l'ouest, à l'est, au sud et au nord de l'État de Skikda, où des échantillons ont été étudiés dans ces six régions.

Cette recherche a été menée afin de connaître l'étendue de la résistance et du succès du caroubier dans la région de Skikda, en calculant la hauteur, le diamètre, l'âge et la taille des caroubiers sur plusieurs points de l'état, et en les comparant avec des études similaires sur le caroubier dans plusieurs pays et régions algériennes. Les types de sols dans la même station montrent qu'ils sont propices à la plantation du caroubier, à travers l'aspect physiologique des caroubiers que l'on retrouve dans l'ensemble des communes de Skikda.

Il nous a également été démontré à travers l'étude que nous avons menée sur le terrain, que malgré le manque de soins et le manque d'intérêt des agriculteurs pour le caroubier à Skikda, il donne néanmoins de bons résultats et rendements, et que la croissance de l'arbre est normale malgré toutes les conditions, dans les six domaines qui ont été étudiés .

Mots-clés : Etude dendrométrique, Skikda, Hauteur, Longueur, Caroubier (*Ceratonia siliqua*).

Abstract :

This work contains a dendrometric study of the carob tree (*Ceratonia siliqua*) in the Skikda region. The study included six stations in the west, east, south and north of Skikda State, where samples were studied in these six regions.

This research was carried out in order to know the extent of the resistance and success of the carob tree in the Skikda region, by calculating the height, the diameter, the age and the size of the carob trees on several points of the state, and comparing them with similar studies on the carob tree in several word and Algerian regions. The types of soils in the same station show that they are suitable for planting the carob tree, through the physiological aspect of the carob trees found in all the communes of Skikda.

It was also shown to us through the study that we conducted in the field, that despite the lack of care and the lack of interest of the farmers for the carob tree in Skikda, it nevertheless gives good results and yields, and that Tree growth is normal despite all conditions, in the six areas that were studied.

Keywords: Dendrometric study, Skikda, Height, Length, Carob tree (*Ceratonia siliqua*).

Liste des figures.

Figure 1	fruit du caroubier	9
Figure 2	arbre du caroubier	9
Figure 3	feuilles du caroubier	9
Figure 4	Distribution du caroubier en Algérie	10
Figure 5	Les parties de l'arbre	13
Figure 6	Décomposition schématique d'une tige en solides géométrique tronqués	18
Figure 7	Le coefficient de forme égale au carré du coefficient de croissance	20
Figure 8	(hauteur de pressler) se situe le diamètre égale à la moitié du diamètre de la surface S_0 de la section basale.	21
Figure 9	Les stations de notre étude	25
Figure 10	décamètre	26
Figure 11	La tarière de pressler	27
Figure 12	Compas forestier	27
Figure 13	Dendromètre Suunto	28
Figure 14	Mesure de circonférence à la poitrine (CHP) à l'aide de mètreruban.	29
Figure 15	Prélèvement des carottes de sondage à l'aide de tarière (sonde) de pressler à l'hauteur de poitrine	30
Figure16	le volume des arbres dans le massif forestier de Collo	32
Figure17	la circonférence des arbres dans le massif forestier de Collo	33
Figure18	l'âge des arbres dans le massif forestier de Collo	33
Figure19	l'hauteur des arbres dans le massif forestier de Collo	34
Figure20	le diamètre des arbres dans le massif forestier de Collo	34
Figure 21	la sociabilité des arbres dans le massif forestier de Collo	34
Figure 22	le diamètre des arbres dans le massif forestier de tamallous	36

Figure 23	l'hauteur arbres dans le massif de tamallous	36
Figure 24	le volume des arbres dans le massif forestier de tamallous	37
Figure 25	l'âge des arbres dans le massif forestier de tamallous	37
Figure 26	la circonférence des arbres dans le massif forestier de tamallous	38
Figure 27	la sociabilité des arbres dans le massif forestier de tamallous	38
Figure 28	la circonférence des arbres au massif forestier de Oum Toub	40
Figure 29	le diamètre des arbres au massif forestier de Oum Toub	40
Figure 30	l'hauteur des arbres au massif forestier de Oum Toub	41
Figure 31	l'age des arbres au massif forestier de Oum Toub	41
Figure 32	le volume des arbres au massif forestier de Oum Toub	41
Figure 33	le diamètre des arbres au massif forestier de Elhadaiek	43
Figure 34	la circonférence des arbres au massif forestier de Elhadaiek	43
Figure 35	l'hateur des arbres au massif forestier de Elhadaiek	43
Figure 36	le volume des arbres au massif forestier de Elhadaiek	44
Figure 37	l'âge des arbres au massif forestier de Elhadaiek	44
Figure 38	le volume des arbres au massif forestier de Azzaba	45
Figure 39	le diamètre des arbres au massif forestier de Azzaba	46
Figure 40	l'hauteur des arbres au massif forestier de Azzaba	46
Figure 41	le volume des arbres au massif forestier de Azzaba	47
Figure 42	l'hauteur des arbres au massif forestier de Bekkouche Lakhdar	49
Figure 43	le diamètre des arbres au massif forestier de Bekkouche Lakhdar	49
Figure 44	le volume des arbres au massif forestier de Bekkouche Lakhdar	49
Figure 45	l'âge des arbres au massif forestier de Bekkouche Lakhdar	50
Figure 46	la circonférence des arbres au massif forestier de Bekkouche Lakhdar	50

Liste des tableaux

N° de tableau	Nom de tableau	N° de la page
Tableau n°1	Classification taxonomique du genre Ceratonia	6
Tableau n°2	Caractéristique dendrométrique des arbres étudiées au massif forestier de Collo	30
Tableau n°3	Caractéristique dendrométrique des arbres étudiées au massif forestier de Tamalous	33
Tableau n°4	Caractéristique dendrométrique des arbres étudiées au massif forestier de Oum Toub	37
Tableau n°5	Caractéristique dendrométrique des arbres étudiées au massif forestier de El Hadaiek	39
Tableau n°6	Caractéristique dendrométrique des arbres étudiées au massif forestier d'Azzaba	42
Tableau n°7	Caractéristique dendrométrique des arbres étudiées au massif forestier de bekkouche lakhdar	44

Introduction

Introduction.

Le caroubier présente un intérêt de plus en plus grandissant en raison non seulement de sa rusticité, de son indifférence vis-à-vis de la nature du sol, de son bois de qualité, de sa valeur ornementale et paysagère, mais sur tout pour ses graines qui font l'objet de transactions commerciales dont la valeur dépasse de loin celle de la production ligneuse (**Biner et al., 2007**).

Par ailleurs, ses gousses, plus riches en sucre que la canne à sucre et la betterave sucrière, sont utilisées en industrie agro-alimentaire et pharmacologique, notamment comme anti-diarrhéique, leur richesse en fibres leur confère des vertus hypocholestérolémiantes et hypoglycémiantes; les composés phénoliques qu'elles contiennent sont à l'origine de leur propriété antioxydant (**Hariri et al., 2009**).

Ces dernières années, la recherche sur l'espèce *Ceratonia siliqua* s'est multipliée. Le nombre des études dans les pays arabes, visant une compréhension approfondie des vertus divers de cet arbre s'est considérablement développé surtout au Maroc.

En Algérie, le caroubier reste encore très négligé et n'a pas encore eu la place qu'il mérite.

Malheureusement, les études existant sur cette essence restent timides malgré celles effectuées par **Gaouar (2011)** sur la valeur nutritive du caroubier de différentes variétés Algériennes, celles de **Boublenza (2012)** sur l'étude de la multiplication du caroubier, celle de **Mahdad (2013)** visant à étudier la situation et les perspectives d'amélioration du caroubier (*Ceratonia siliqua* L.) dans le Nord-ouest de l'Algérie, celle de **Benkhaldi (2013)** sur la détermination de l'activité antioxydant.

Skikda est la troisième plus grande zone forestière du pays, Il regorge de richesses forestières exceptionnelles, comme le caroubier, dont l'activité est limitée à quelques zones montagneuses limitées dans l'état de Skikda.

L'étude comprenait six stations à l'ouest, à l'est, au sud et au nord de l'État de Skikda, où des échantillons ont été étudiés dans ces six régions.

Dans le contexte de l'aménagement forestier et de l'application des traitements forestiers le recours à la dendrométrie constitue un moyen efficace pour apprécier les potentialités productives d'une forêt.

Cette discipline est préalable pour connaître la production d'une forêt. L'absence d'étude sur la dynamique générale des forêts de caroubier pose le problème de la connaissance et de l'évaluation de la production de caroubier. Pour contourner cet inconvénient, le présent document est structuré en deux parties, la première est consacrée à la revue théorique englobant toutes les notions de base et les généralités sur le thème étudié qui comporte deux chapitres :

- 1er chapitre concerne les généralités sur La caroube
- 2em chapitre concerne les généralités sur La dendrométrie.

La deuxième partie de ce travail est réservée à l'expérimentation comportant deux chapitres:

- Le premier dit « matériels et méthodes » présente le matériel utilisé et les méthodes suivies pour la construction des modèles ainsi les démarches suivies des analyse statistique' ajustement
- Le deuxième dit « résultats et discussions » afin de pouvoir ressortir avec une conclusion finale sur l'étude réalisée.

Partie 01:
Synthèse bibliographique.

CHAPITRE I : La culture du caroubier.

CHAPITRE I : La culture du caroubier.

1: Terminologie et taxonomie.

1:1 Terminologie commune.

L'étymologie scientifique du caroubier, *Ceratonia siliqua* vient du mot grec "Keras", qui signifie petite corne tandis que le nom d'espèce "Siliqua" désigne en latin une siliqua ou gousse, on se désignant à la dureté et la forme de la gousse. L'espèce *Ceratonia siliqua* dans différents pays et langues tire son nom à partir du nom arabe Al kharroub ou kharroub, comme le cas de l'algarrobo ou garrofero en espagnol (Albanell, 1990). L'utilisation des graines entières du caroubier comme unité de poids dans le commerce de substances et matériels précieux a été attribuée aux Arabes. C'est pourquoi "elkilate" en espagnol ou « carat » en français vient du nom arabe (*al-karat ou qirat*) donné à la graine, à la raison de sa relativité avec la constance du poids (Albanell, 1990).

Le caroubier dont l'origine semble être l'Est de la méditerranée est domestique depuis le néolithique 4000 ans avant J.C, et sa culture extensive date au moins de 2000 ans avant J.C. Il était connu dans le proche Orient et les îles de la Méditerranée. En Egypte les pharaons ont utilisé la farine du fruit pour rigidifier les bandelettes des momies (XVIIe Siècle avant J.C). Le caroubier a d'abord été propagé par les grecques, puis par les Arabes et les Berbères de l'Afrique du Nord, en Grèce et en Italie, en Espagne et au Portugal, ensuite il a été introduit en Amérique du Sud, du Nord et en Australie par les Espagnols, actuellement le caroubier se trouve aussi aux Philippines, en Iran, en Afrique du sud et en Inde (Berrougi, 2007).

Le nom scientifique du caroubier, *Ceratonia siliqua* est dérivé du mot grec "Keras" signifiant petite corne et le nom d'espèce "siliqua" désigne en latin une siliqua ou gousse, en allusion à la dureté et la forme de la gousse. Cette espèce appartient au genre *Ceratonia* de la sous-famille des caesalpinioïdeae, de la famille des Fabaceae (légumineuses), qui fait partie de l'ordre des Fabales (rosales), classe des Magnoliopsida (Boudy, 1950).

Tableaux n° 1. Classification taxonomique du genre Ceratonia (Sbay , 2008).

Règne	Plante
Sous-règne	Tracheobionta
Division	Magnoliophyta
Classe	Magnoliosida
Sous-classe	Rosidae
Ordre	Rosales
Famille	Legumineuses
Sous-famille	Caesalpinioideae
Sous-tribu	Ceratoninae
Genre	Ceratonia

1.2.Description botanique du caroubier.

Le caroubier est un arbre ou arbuste, que sa hauteur peut y aller de 7 à 20 m et une circonférence à la base du tronc de 2 à 3 m. doté d'une écorce lisse et grise lorsque la plante est jeune et brune,rugueuse à l'âge de maturité et un bois très dur de couleur rougeâtre, son âge moyen est de 200 ans (**Rejeb et al.**, 1991 ; **Ait Chitt et al.**, 2007).

la longueur de ses feuilles peut aller de 10 à 20 cm, persistantes, coriaces, alternes et caractérisées par un pétiole sillonné. Elles sont composées de 4 à 10 folioles, de couleur vert luisant sur la face dorsale et vert pâle sur la face ventrale (**Rejeb et al.**, 1991 ; **Batlle et al.**, 1997 ; **Ait Chitt et a.**,2007).

Ses feuilles tombent tous les deux ans, au mois de juillet. Cet arbre dispose d'un réseau racinaire pivotant, qui peut atteindre 18 m de profondeur (**Aafi**, 1996 ; **Gharnit**, 2003).

Les fleurs sont verdâtres, d'une longueur de 6 à 16 mm, spiralée et réunie en un grand nombre formant des grappes droites et axillaires, plus courtes que les feuilles à l'aisselle desquelles elles se sont développées (**Batlle et al.**, 1997). « Caroube » ou « Carouge » est le nom du fruit, c'est une gousse indéhiscente à bords irréguliers, de forme allongée, rectiligne ou courbée, de 10 à 20 cm de longueur, 1,5 à 3 cm de largeur et de 1 à 2,5 cm d'épaisseur. La gousse comporte trois parties : l'épicarpe, le mésocarpe et les graines, des cloisons pulpeuses transversales qui la sépare à l'intérieur renfermant de 4 à 16 graines dont la longueur et la largeur sont respectivement de 8 à 10 mm et de 7 à 8 mm au début sa couleur est verte, puis elle devient brun foncé à maturité (**Rejeb**, 1995 ; **Batlle et al.**, 1997; **Ait Chitt et al.**, 2007).

Le caroubier possède une cime très étalée et un tronc dont la base peut atteindre 2 à 3 mètres de circonférence et pouvant atteindre une hauteur de 15 m (**Rejeb et al.**, 1991), avec un feuillage persistant, dense et brillant. Il a une écorce lisse et grise lorsque la plante est jeune, brune et rugueuse à l'âge adulte. Son bois de couleur rougeâtre est très dur (**Ait Ch et al.**, 2007).

Le caroubier dont le nombre de chromosome est de $2n = 24$, est un arbre au feuillage abondant, persistant et très dense. Il peut atteindre dans des conditions propices une hauteur de 7 à 10 m, voire 15 à 20 m en orient et enregistrer une circonférence au niveau de la base du tronc de 2 à 3 m. C'est un arbre xérophile avec une longévité considérable (jusqu'à 200 ans). Il présente de puissantes racines qui pénètrent dans le sol à une profondeur de 18 mètres ou plus. Sa croissance est très lente, en particulier au début de son existence. Il peut émettre des rejets de souche avec vigueur et se caractérise par des branches solides et robustes (**Ait Chitt et al.**, 2007).

I.3. La multiplication du caroubier.

La Multiplication du caroubier peut être réalisée :

Par semis.

C'est une méthode classique pour la multiplication du caroubier. Cependant, elle présente un certain nombre d'inconvénients, à savoir (**Ait Chitt et al., 2007**) :

Le caroubier est une espèce dioïque, et par conséquent le semis donne des plants avec un ratio de 50% de femelles et 50% de mâles improductifs ;

La non conformité génétique liée à l'hétérozygotie de l'espèce, et donc une grande hétérogénéité de la descendance ; Entrée en production très tardive, pouvant prendre plus de 8 ans.

Par bouturage.

C'est une technique de multiplication végétative plausible, mais limitée dans la pratique. En effet, les travaux menés par **Ait Chitt et al. (2007)** ont démontré les limites techniques et physiologiques du bouturage du caroubier. Les résultats varient en fonction des arbres (génétique), la nature de la bouture et de la concentration en auxine (AIB). Par culture in vitro Il s'agit d'une technique prometteuse, mais qui n'est pas encore bien maîtrisée surtout au stade enracinement (**Ait Chitt et al, 2007**).

Par greffage.

La propagation par greffage est une technique efficace et dominée. Cette approche permet:

La préservation de la conformité du plante produit par rapport à la plante mère sélectionnée pour ses caractéristiques de production et de qualité ;

La conservation des avantages (racines profondes, rusticité, résistances aux maladies) offerts par le franc, porte greffe issus de semis. **Ait Chitt et al. (2007)**, recommandent l'utilisation de la technique du greffage en fente apicale par rapport à l'écusson et cela pour les avantages suivants.

Il permet de greffer sur des francs très jeunes (9 à 10 mois) par rapport au greffage en écusson qui demande un diamètre de porte greffe plus grand (donc une durée d'élevage plus longue) ; Il permet d'avoir une bonne soudure greffon-porte greffe.



Figure 1. Fruit du caroubier



Figure 2. Arbre du caroubier



Figure 3. Feuilles du caroubier

1.4.La distribution en Algérie.

En Algérie, le caroubier est fréquemment cultivé dans l'Atlas Saharien et il est commun dans le tell (**Quezel et Santa, 1962**).on le trouve à l'état naturel en association avec l'amandier, *Olea Europea* et *Pistacia Atlantica* dans les étages semi-

arides chauds, subhumides et humides, avec une altitude allant de 100m à 1300m dans les vallons frais qui le protègent de la gelée ; avec une température de 5°C jusqu'à 20°C et une pluviométrie de 80mm à 600mm/an (**Rebour, 1968**). Suivant ces critères climatiques ; on a établi l'aire de répartition du caroubier en Algérie (**figure 11**).

Le caroubier en Algérie reste très négligé et n'a pas encore eu la place qu'il mérite dans les programmes de reboisement et ce, malgré les retombées socio-économiques que cette plante peut avoir à l'échelle nationale et surtout régionale.

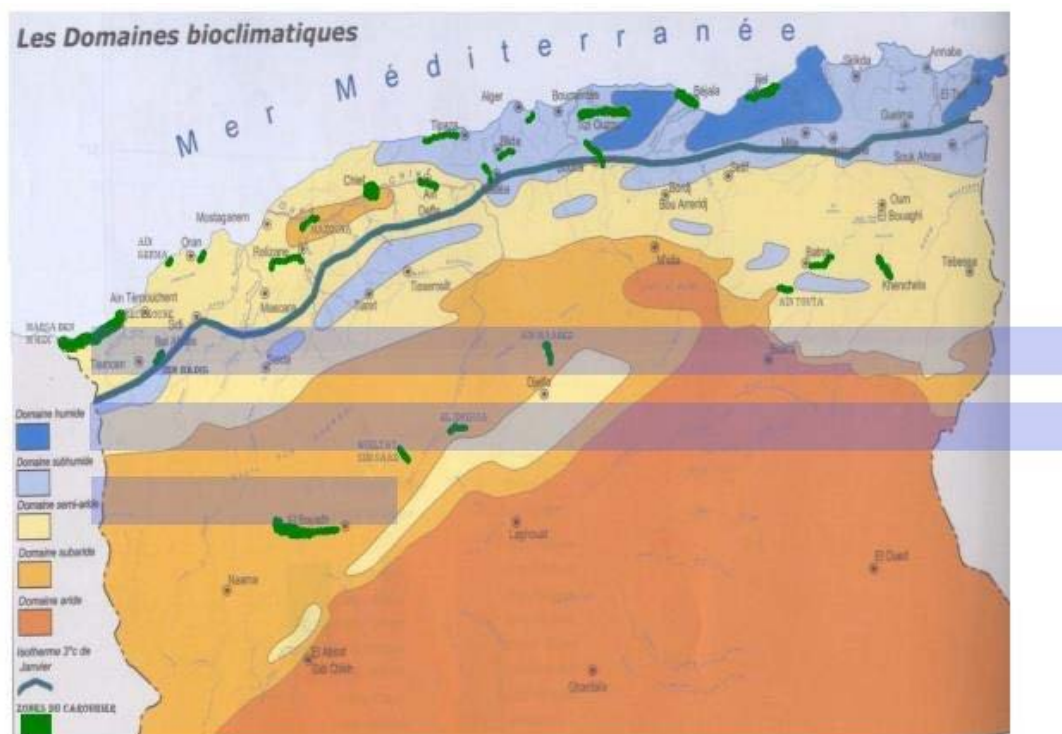


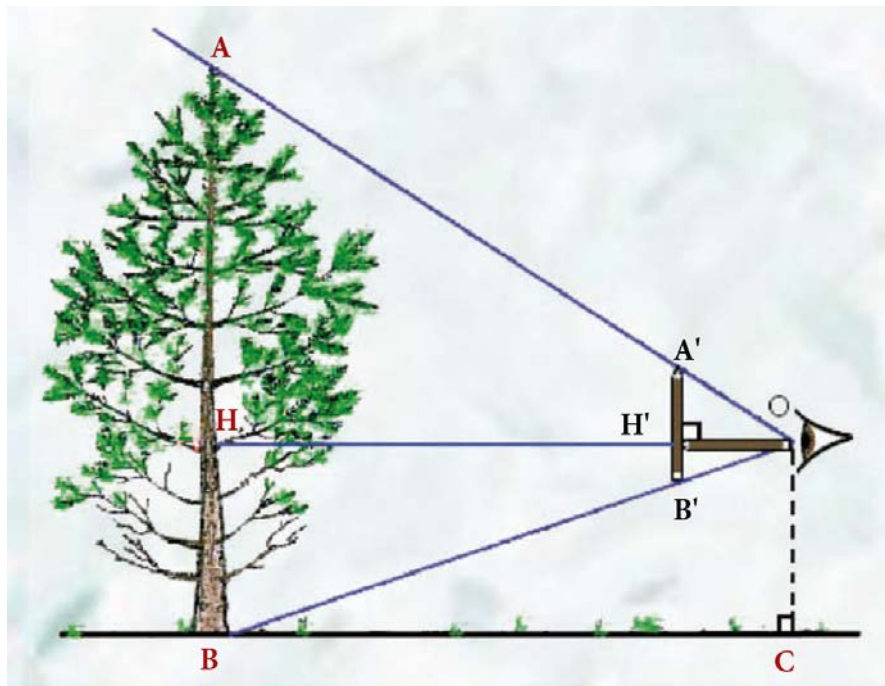
Figure 4: Distribution du caroubier en Algérie suivant les domaines bioclimatiques (**A.N.R.H, 2004**).

1.5.1a distribution à skikda.

Le caroubier est très répandu à Skikda dans la partie ouest, notamment dans les communes de Collo et Cheraia et dans une moindre mesure dans les municipalités de Kerkera, Tamallouss et Ain Kechra. Le caroubier se trouve également dans les montagnes des communes de Zerdaza et d'Ouled Hbaba à l'est de la wilaya. Pour le reste des communes, le caroubier est très peu nombreux. Ces derniers temps, cet arbre fruitier a suscité beaucoup d'intérêt et beaucoup de discussions à Skikda après la

création d'une association qui s'intéresse à la plantation de l'arbre. L'année dernière, en coordination avec le site d'information sur l'agriculture en Algérie, l'association a pu distribuer plus de 5 000 caroubiers dans plusieurs municipalités, dont la plupart ont été plantés à proximité du barrage de Beni Zid à l'ouest de la wilaya.

Chapitre II . Généralités sur la dendrométrie.



Chapitre II . Généralités sur la dendrométrie.

1. Définition de la dendrométrie .

La dendrométrie désigne l'opération qui mesure le diamètre des arbres. Par extension ce mot désigne aussi l'opération qui par différents moyens mesure certaines caractéristiques physiques quantifiables des Arbres : diamètre, hauteur, volume, forme âge, épaisseur de l'écorce.

Le mot (dendrométrie) est composé de deux termes grecs :

Dendros = l'arbre

Metron = mètre, mesure

Pour savoir mesurer un arbre, il faut connaître ses différentes parties. Voilà une figure qui montre les parties de l'arbre sous un aspect dendrométrique.

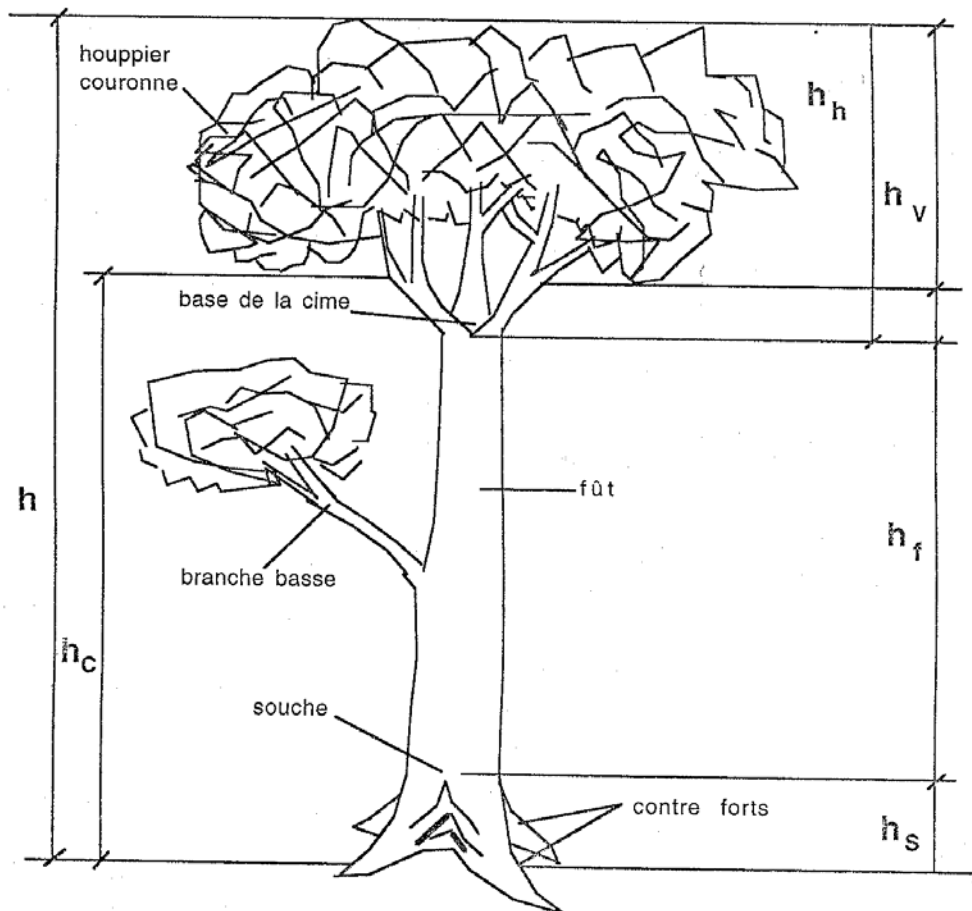


Figure 5: les parties de l'arbre

Le fût : Partie entre la souche et la ramification. Economique parlant, c'est la partie la plus intéressante de l'arbre.

La souche : il y'a quatre définition à retenir :

1. Endroit à la base du fût,
2. Endroit de la découpe inférieur,
3. Partie supérieur des contreforts ou des échasses,
4. Masse ligneuse en dessous de la découpe inférieure.

Branches basses : s'insèrent sur fût. Elles n'indiquent pas le début de la couronne.

La ramification : endroit où plus d'une branche principale « quitte » la tige (base de la cime, base du houppier, base de la couronne).

Base de la cime : Endroit où l'arbre se ramifie (égale à : base de la cime, base du houppier, base de la couronne).

Houppier (synonyme de couronne) : entité de la plante supérieur à la ramification (égale à : partie supérieur à la base de la cime).

Contreforts, échasse et racines aériennes : masse ligneuse en dessous de la souche et en dessus du sol, cette partie est normalement sans intérêt économique et dendrométrique (exception : taillis, eucalyptus)

Volume brut : volume d'un morceau d'arbre défini par une ou deux découpes.

Caillez, 1980,

2. Etude dendrométrique.

2.1. Choix de site d'étude stations.

Lors de notre prospection de la zone d'étude, nous avons choisi le versant nord du forêt de Collo. (Aléatoire)

2.2. Inventaire par échantillonnage.

La réalisation de l'inventaire sur le terrain comporte plusieurs phases successives que nous définirons comme suit :

- ✓ Le cheminement et le repérage des placettes ;
- ✓ L'implantation des placettes,
- ✓ La récolte des données et la réalisation des observations.

2.3. Choix du type de l'échantillonnage.

Dans un peuplement forestier, on a recouru aux inventaires forestiers s'appelle inventaires par échantillonnage qui apportent une solution satisfaisante à problème de temps et de l'argent.

Echantillonnage systématique ; c'est l'échantillonnage qu'on a utilisé au cours de notre inventaire au niveau la forêt de C. On a choisi les placettes toujours de la même façon, cet échantillonnage est un modèle anciennement pratiqué sous la forme du transect.

Elle est très facile à matérialiser sur une carte aussi bien qu'à réaliser sur terrain.

(Pardé et Bouchon ,1988)

Dans notre étude, nous avons fait un seul transect, le déplacement à travers ce transect nous a permis de réaliser sept placettes.

2.4. Les placettes d'échantillonnages.

2.4.1. La forme des placettes.

En pratique , la surface utilisé d'une placette est un cercle , un carrée , un bonde ou un rectangle , les placettes circulaire ont plusieurs avantages ; elles sont plus faciles à délimiter , elles ont le plus court périmètre pour une donnée et elles ne présent pas de directions privilégiées (**Palm , 1977**) ;(**Duplat et al, 1981**) et qui de plus , se prête à une délimitation rapide (**Rondeux, 1993**) ; (**Vennentier et Ripert, 1991**) ; Donc pour notre travail nous optant pour cette forme.

2.4.2. Assiette sur le terrain des placettes.

La distance entre le centre d'une placette et l'autre est de 100 m, individu en pointe en saisit une extrémité d'une main et la boussole de l'autre en gardant toujours la même direction.

Nous avons pris en considération des placettes de 800 m² (8 ares). Pour délimiter un cercle, on utilise une corde de 16 m dont une extrémité est fixée à un piquet planté au centre de la placette. Dans chaque placette, on mesure les arbres entrant dans le cercle. Les arbres périphériques sont selon les cas en considération ou rejetés :

- Si plus de la moitié du tronc est située à l'intérieur de la ligne de délimitation,

L'arbre est compté. Il demeure en dehors de l'inventaire dans le cas contraire.

- Les arbres limites (moitié-moitié) ne sont pris qu'une fois sur deux.

2.5. Mesures dendrométriques.

- **Nombre d'arbre par placette .**

Numérotation et comptage de tous les arbres sur pieds de la placette.

- **Mesure de la hauteur totale .**

La hauteur totale d'arbres correspond par convention à la distance verticale séparant le niveau du sol au sommet de l'arbre.

Les mesures des hauteurs ont été réalisées à l'aide du blum-liess pour tous les arbres de la placette.

La hauteur totale est une grandeur facile à utiliser, et sa connaissance fournit de nombreux renseignements.

- **Mesure de la circonférence.**

Les circonférences ont été mesurées à l'aide d'un ruban mètre. Nous avons mesuré toutes les circonférence à 1.30 m du sol des arbres dont la hauteur totale est supérieure à 1.30 m pour les arbres dont la hauteur est inférieure à 1.30 m ? On n'a pas fait des mesures de circonférences.

- **Hauteur dominante.**

C'est la hauteur totale du plus gros arbre dans la placette (**Pardé et Bouchon, 1988**).

- **Hauteur moyenne.**

Après avoir mesuré les hauteurs totales de tous les arbres dans chaque placette, nous avons procédé au calcul de la hauteur moyenne arithmétique

$$\bar{H} = \frac{\sum h_i}{N_t} \text{ (m)} \quad \text{Palm, (1996)}$$

Hauteur moyenne arithmétique (m)

h_i : hauteur total d'un seul arbre

N_t : nombre d'arbre mesurés.

- **Circonférence moyenne.**

$$\bar{C} = \frac{\sum C_{i1.30}}{N_t} \text{ (cm)}$$

$\bar{C}_{1.30}$: circonférence moyenne

$C_{i1.30}$: circonférence des arbres

N_t : nombre totale des arbres

Vennentier M et Ripert, 1991

- **Surface terrière.**

La surface a été calculée pour chaque placette, après avoir mesuré la circonférence à 1.30m de tous les arbres.

$$G = \frac{\sum Ci^2}{4\pi \text{ superficie}} \quad (m^2/ha)$$

Parde et Bouchon,(1988)

G : Surface terrière

Ci : Circonférence de l'arbre à 1.30m du sol.

- **Le volume total.**

Connaissant la surface terrière d'un peuplement, on pourrait déduire rapidement le volume en multipliant la surface terrière par la hauteur totale moyenne de peuplement :

$$V = G \times H$$

Cela serait possible si tous les arbres du peuplement étaient parfaitement cylindriques. En réalité, les arbres possèdent une certaine décroissance et ne sont pas cylindrique. Il faut donc définir un coefficient correcteur qui tient compte de la décroissance des arbres. Celui-ci s'appelle F (coefficient de forme) et vaut par définition : F= volume commercial/ volume de cylindre correspondant.

C'est-à-dire :

$$F = \left(\frac{\pi Dm^2}{4L}\right) / \left(\frac{\pi D1.30^2}{4L}\right) = \frac{Dm^2}{D1.30^2}$$

Ainsi, en utilisant ce coefficient F, on peut écrire :

$$V = F.G.H$$

Le coefficient F correspondant au volume bois fort est généralement voisin de 0.5. Toutefois, on peut trouver des coefficients supérieurs lorsqu'on s'intéresse à une découpe inférieure (par exemple, volume jusqu'à la première couronne en taillis avec réserves).

- **La densité.**

Le nombre de tiges à l'hectare obtenu en divisant le nombre totale d'arbre de la placette par la surface totale exprimée en ha.

- **La corrélation.**

C'est une mesure de relation entre deux ou plusieurs variables, le coefficient de corrélation est compris entre -1,00 et +1,00. La valeur de -1,00 représente une

corrélation négative, la valeur de +1,00 représente une corrélation positive, tandis que le 0,00 représentent un manque de corrélation. La relation est de type : $y = ax + b$.

3. Détermination de La forme d'un arbre.

La forme d'un arbre est un élément important intervenant dans le calcul de son volume. Celle ci correspond à la juxtaposition de plusieurs solides géométriques. On peut identifier en théorie successivement un tronc de méloïde, un tronc de parabololoïde, et un tronc de cône (figure ci-dessous).

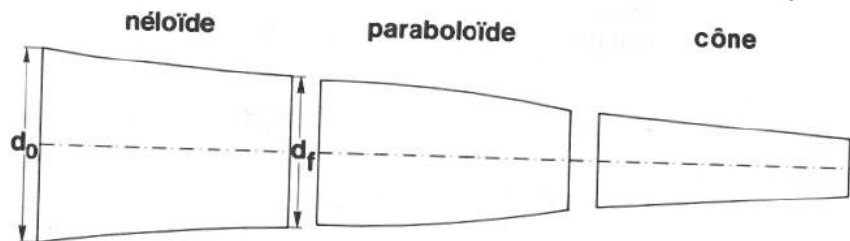


Figure 6: décomposition schématique d'une tige en solides géométriques
Tronqués d'après ROW et GUTTENBERG ,1966 –RONDEUX 1999-

3.1. Les caractéristiques de forme des arbres.

Les expressions dendrométriques couramment utilisées pour caractériser la forme générale d'un

Arbre « fût » sont comme suit :

- Le Coefficient de Décroissance (k),
- Le coefficient de réduction (r),
- Le défilement ou décroissance métrique moyenne (d.m.m.),
- Le coefficient de forme (f).

- **Le Coefficient de Décroissance (k):**

Ce coefficient exprime le rapport ou la relation entre le diamètre d_m (ou circonférence C_m) à mi-hauteur de la tige et le diamètre $d_{1.30}$ (ou circonférence $C_{1.30}$) mesuré à hauteur de poitrine (=hauteur d'homme) :

$$k = \frac{d_{0,5h}}{d_{1,30}} \text{ ou } k = \frac{C_{0,5h}}{C_{1,30}}$$

Où

- $d_{0,5h}$: diamètre à mi-hauteur du fût encore appelé diamètre médian.
- $d_{1,30}$: est le diamètre de l'arbre à hauteur d'homme et qui correspond à la norme internationale à la hauteur 1.30 m.

3.2. Le coefficient de réduction.

Le coefficient de réduction est le rapport qui existe entre la différence de grosseur à hauteur d'homme (1.30h) et à mi-hauteur d'une part (0.5h), et la grosseur à hauteur d'homme (de poitrine) d'autre part. La formulation est donc la suivante :

- Coefficient de réduction sur la circonférence :

$$r = \frac{C_{1,3} - C_{0,5h}}{C_{1,3}}$$

- Coefficient de réduction sur diamètre.

$$r = \frac{d_{1,3} - d_{0,5h}}{d_{1,3}}$$

3.3. Le Défilement ou décroissance métrique.

Le défilement ou décroissance métrique moyenne exprime la différence, en centimètre par mètre courant, entre le diamètre médian « d0, 5h » (ou la Circonférence) à mi-hauteur d'une tige et son diamètre à 1.30 (ou Circonférence à 1.30) à hauteur d'homme.

$$dm. m. = \frac{d_{1,3} - d_{0,5h}}{0,5h - 1,3}$$

Remarque : Pour la circonférence, la valeur du défilement est différente à celle du diamètre. Le défilement dans le cas d'utilisation de la circonférence varie généralement entre 1 et 10 cm / m.

Pour estimer la d.m.m. d'un arbre,
On peut aussi appliquer la formule générale.

$$dm. m. = \frac{d_{1,3} - d_{découpe}}{h_{découpe} - 1,3} \quad \text{RONDEUX J., 1993}$$

3.4. Le coefficient de forme .

Le coefficient de forme de l'arbre est défini comme le rapport du volume réel de l'arbre (volume commercial) au volume d'un cylindre ayant comme base la surface de la section à 1,3 m et comme longueur, la hauteur h de l'arbre (à la découpe considérée).

$$f = \frac{V \text{ réel arbre}}{V \text{ cylindre de diamètre à } d_{1,3}} = \frac{v}{g_{1,3}.h}$$

Dans le cas particulier où le volume réel" de l'arbre est assimilé à celui d'un cylindre ayant comme base la section circulaire à mi-hauteur et comme longueur la hauteur de

l'arbre (cubage commercial), on peut constater que le coefficient de forme égale au carré du coefficient de décroissance (voir figure).

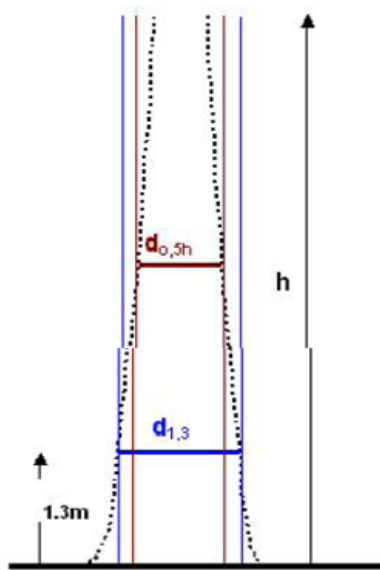


Figure 7 : le coefficient de forme égale au carré du coefficient de décroissance.
 $f = V_r/V_c = (d_{0,5h})^2 / (d_{1,3})^2 = k^2$

3.5. Utilisation de ces éléments pour le cubage.

Si nous possédons la valeur du coefficient de forme nous pouvons estimer le volume grâce à la formule :

$$V = g \times h \times f$$

f = coefficient de forme
 g = surface terrière à 1.30 m
 h = hauteur

G et h sont calculés facilement. La valeur du coefficient de forme (où des autres données permettant le passage du diamètre à 1.30 m au diamètre au milieu (diamètre médian) doit être donnée par des tables.

Dans la pratique on peut procéder de trois manières.

A- Tige sur pied.

- 1- soit posséder des tableaux qui donnent directement le cube en fonction de g et h.
- 2- soit mesurer à l'aide d'un appareil le diamètre au milieu et la hauteur découpe. Cet appareil existe, c'est le relascope de Bitterlich. Il existe d'autres appareils comme le pentaprisme et le compas finlandais)

B- Tige abattue.

- on peut au cours des coupes et des éclaircies mesurer les diamètres des arbres abattus les plus représentatifs du peuplement de la forêt à étudier.

Même chose que les tiges sur pied : mesure de la longueur de la bille et du diamètre à mi-longueur (c'est évidemment plus facile).
On en déduit de manière très approximative une relation entre le diamètre médian et le diamètre à 1.30m. **PALM R, 1977**

4. Détermination du volume par la méthode de cubage de Pressler.

Faisons l'hypothèse qu'une tige puisse être assimilée à un parabolôïde, à un cône ou à un néloïde. Si S_0 et h représentent respectivement la surface à la base et la hauteur totale de ces corps, leur volume est gale à :

$$V = (S_0 \cdot h) / 2 \text{ pour un parabolôïde.}$$

$$V = (S_0 \cdot h) / 3 \text{ pour un cône.}$$

$$V = (S_0 \cdot h) / 4 \text{ pour un néloïde .}$$

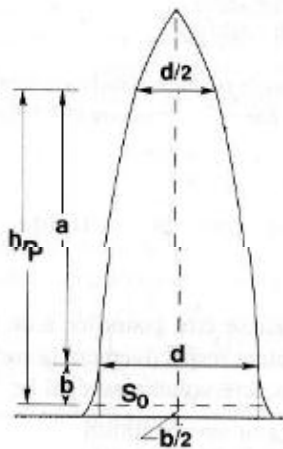
Si, dans chacune de ces formes, on cherche à quelle hauteur «HP» (hauteur de PRESSLER) se situe le diamètre égal à la moitié du diamètre de la surface S_0 de la section basale (correspondant au niveau d'abattage), il se trouve que :

Figure 8 : «HP» (hauteur de PRESSLER) se situe le diamètre égal à la moitié du diamètre de la surface S_0 de la section basale (correspondant au niveau d'abattage).

$$h_p = 0,50 \cdot h \text{ pour un cône,}$$

$$h_p = 0,37 \cdot h \text{ pour un néloïde.}$$

$$h_p = 0,75 \cdot h \text{ pour un parabolôïde,}$$




Dans les équations de volume, il
En fonction de HP et on obtient la
Formule unique ci-dessous,
Appelée (formule de PRESSLER)

$$v = S_0 \cdot \left(\frac{2}{3}\right) \cdot h_p$$

D'après la figure, le volume total de la tige est obtenu comme suit :

$$v = \frac{2}{3} \cdot g \cdot a + g \cdot b$$



Volume du
paraboloides ou
Volume d'un
cylindre

On peut écrire également :

$$v = \frac{2}{3} \cdot g \cdot \left(a + \frac{3}{2} \cdot b \right)$$

Sachant que : $HP = a + b$, on peut déterminer la formule de cubage basée sur la méthode de la hauteur de Pressler HP :

$$v = \frac{2}{3} \cdot g \cdot \left(a + b + \frac{b}{2} \right) = \frac{2}{3} \cdot g \cdot \left(h_p + \frac{b}{2} \right)$$

PARDE ET BOUCHON ,1988

Partie 02 : Etude expérimentale

CHAPITRE I. Matériels et méthodes

CHAPITRE I. Matériels et méthodes

1. Site d'expérimentation.

Ce travail a été réalisé dans la région de Skikda où se trouve les arbres de caroubier.

L'approche méthodologique suivie dans cette étude, consiste à réaliser des mesures dendrométrique sur arbres du caroubier au niveau de la région de Skikda .d'analyser les résultats. Au départ, et en accord avec les forestiers.

dont, Nous sommes allés en compagnie des forestiers de conservatisme des forêts- Collo vers la région de Ain zida et Elchrayaa .

D'abord, nous avons divisé chaque région à trois endroits. Ensuite

Nous avons étudié la dendrométrie des arbres de caroubiers

(l'hauteur, circonférence, diamètre, volume, l'âge, sociabilité.). Puis, Nous avons saisi tous les informations dans des tableaux.

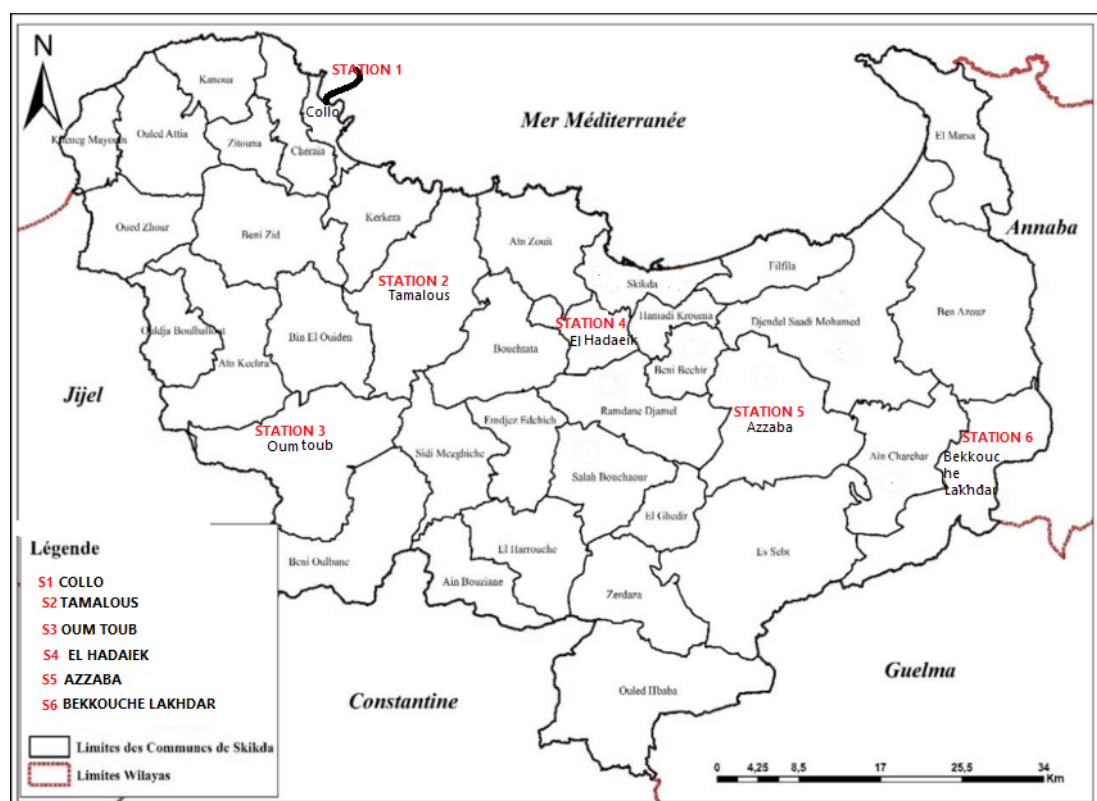


figure 9. les stations de notre étude.

2. Matériels utilisés.

2.1. Décamètre: pour mesurer la circonférence des arbres caroubier et même l'hauteur des arbres courts.



Figure 10. Décamètre.

2.2. La tarière de pressler.

Une **tarière de Pressler** ou **sonde de Pressler**, (inventée en Allemagne en 1867 par un forestier allemand, Maximilian Robert Pressler, le *zuwachsbohrer*¹ mais fabriquée en Suède²), est un outil spécialisé utilisé pour extraire une carotte de tissu de bois d'un arbre vivant avec des dommages relativement mineurs pour la plante³. L'outil se compose d'une poignée, d'une mèche et de la cuillère qui rentre dans la tarière; cette dernière est généralement fabriquée en acier au carbure. La tarière est le plus souvent utilisée par les forestiers, les chercheurs et les scientifiques pour déterminer l'âge d'un arbre.



Figure 11. La tarière de presser.

2.3. Compas forestier. est un type de pied à coulisse utilisé pour mesurer les diamètres des arbres. Il existe des modèles classiques (mécaniques) et des modèles électroniques.



Figure 12. Compas forestier

2.4.Le dendromètre Suunto. est un instrument mesurant les hauteurs des arbres, de manière précise et rapide. Le dendromètre Suunto peut également servir à mesurer le degré d'un angle. Le dendromètre est constitué d'un bloc d'alliage léger inoxydable. Les disques pivotent dans des boîtiers plastiques et baignent dans un bain d'huile pour favoriser un mouvement fluide et un arrêt du disque. Le bain d'huile ne gèlera ou ne s'évaporer pas. Les propriétés d'amortissement et d'élimination des vibrations sont identiques dans toutes les conditions. Vous pouvez choisir votre échelle de lecture : graduation angulaire (degrés, grades et millièmes) ou graduation en pourcentage, graduations topographiques, échelle métrique ou anglaise. Le dendromètre donne directement les hauteurs d'objets en se positionnant à des distances de 15 ou 25m de la cible ; le système télémétrique n'est pas inclus ; la lecture se fait dans le boîtier en prolongeant la ligne de visée, par illusion d'optique, sur le point à mesurer.



Figure 13 . Le dendromètre Suunto.

3.Méthode de travail.

3.1.Circonférence de l'arbre à hauteur de poitrine (CHP).

Tous les arbres de la placette d'échantillonnage sont mesurés pied par pied sur toute la surface indiquée. L'instrument utilisé est le ruban forestier,

de mesures de circonférence effectuées pour l'ensemble (arbre) dans la placette.

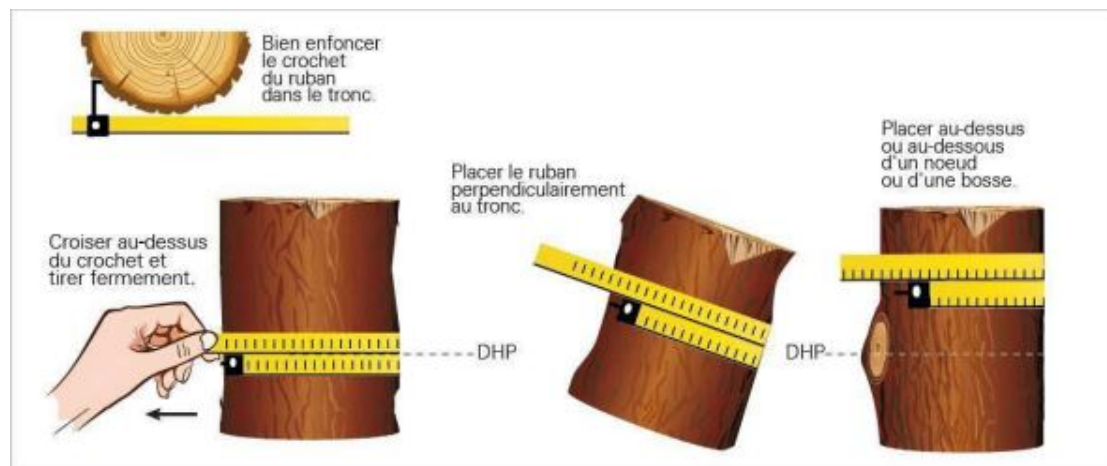


Figure 14. mesure de circonférence à la hauteur de poitrine (CHP) à l'aide de mètreruban.(Jean-Yves et al., 2002)

3.2.La hauteur totale (H) des arbres.

La hauteur est la caractéristique la plus importante à mesurer ou à estimer en vue de détermination de la fertilité, le volume ou divers paramètre de forme, elle joue ainsi un rôle essentiel dans la caractérisation de la productivité des stations forestières, dans notre cas les arbres-encercler dans les placettes d'échantillonnage sont mesurés pied par pied.

3.3.L'âge moyen des arbres.

La collecte d'échantillons de bois peut être effectuée de deux façons, soit par le prélèvement de carottes (carottage), ou bien par la réalisation de sections transversales (Slimani, 2017).

Dans notre étude la méthode d'échantillonnage utilisé est le carottage, dont on fait le prélèvement des carottes des tiges de rayon moyen à la hauteur de la poitrine (1,30m) dans les placettes étudiées à l'aide d'une tarière (sonde) de Pressler.

La datation des échantillons du bois vivant repose sur un simple comptage à partir de dernier cerne en direction de la moelle (Slimani, 2017).



Figure 15. prélèvement des carottes de sondage à l'aide de la tarière (sonde) de Pressler à hauteur de poitrine (Fellak, 2020).

La distance des arbres de centre de la placette.

L'espace entre le centre de point de sondage et les arbres qui l'entourent mesuré à l'aide de double-décamètre, ce dernier conduit à une estimation correcte de la densité autour de ce point, quelle que soit la structure de la population. (Bouchon, 1979) utilisent toutes ces mesures de distances pour tester les distributions spatiales rencontrées en forêt.

3.4.Le volume total.

Connaissant la surface terrière d'un peuplement, on pourrait déduire rapidement le volume en multipliant la surface terrière par la hauteur totale moyenne de peuplement :

$$V=G \times H$$

3.5.La densité.

Le nombre de tiges à l'hectare obtenu en divisant le nombre totale d'arbre de la placette par la surface totale exprimée en ha. Les tableaux suivants montrent les différentes dimensions des arbres du caroubier :

CHAPITRE IV: Résultats et discussions

CHAPITRE IV: Résultats et discussions

1 - Analyses dendrométrique des arbres de caroubier à la région de Skikda.

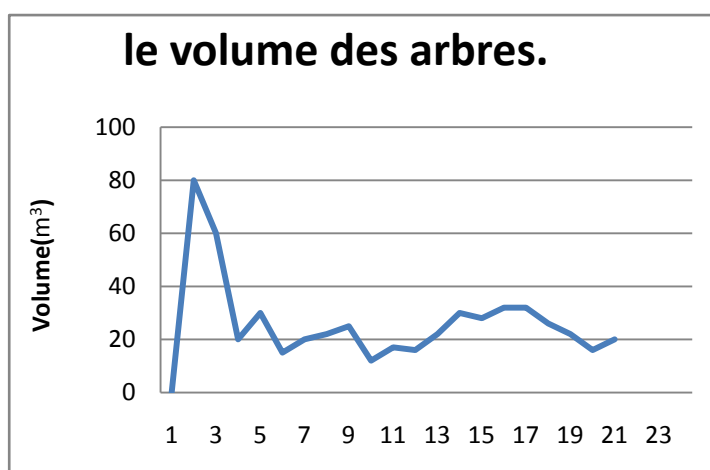
1.1.Station 1 . Collo

Tableau 2. Caractéristique dendrométrique des arbres étudiées au massif forestier de Collo.

N° arb	Ess	Cir (m)	d1.3(cm)	H (dm)	Sociabilité	Densité	Volume	Age
1	Ca	1.55	47	112	1	0.8	80	25
2	Ca	0.56	36	74			60	20
3	Ca	1.22	41	109			20	20
4	Ca	2.22	64	146			30	32
5	Ca	1.17	33	115			15	16
6	Ca	1.17	39	122			20	14
7	Ca	1.32	35	108			22	15
8	Ca	0.22	31	89			25	12
9	Ca	1.15	29	102			12	14
10	Ca	1.22	33	98			17	16
11	Ca	1.34	37	103			16	19
12	Ca	0.78	45	106			22	25
13	Ca	1.95	67	116			30	30
14	Ca	1.84	59	104			28	29
15	Ca	1.65	42	98			32	22
16	Ca	1.76	61	118			32	31
17	Ca	1.71	57	137			26	27
18	Ca	1.41	51	113			22	25
19	Ca	1.34	31	101			16	16
20	Ca	1.24	41	114			20	23

A partir a notre calcule de croissance. hauteur et l'âge il a été constaté que le caroubier grandir naturellement dans la première station . et que la croissance de l'arbre est normal malgré toutes les conditions.

Figure 16. Le volume des arbres dans le massif forestier de Collo.



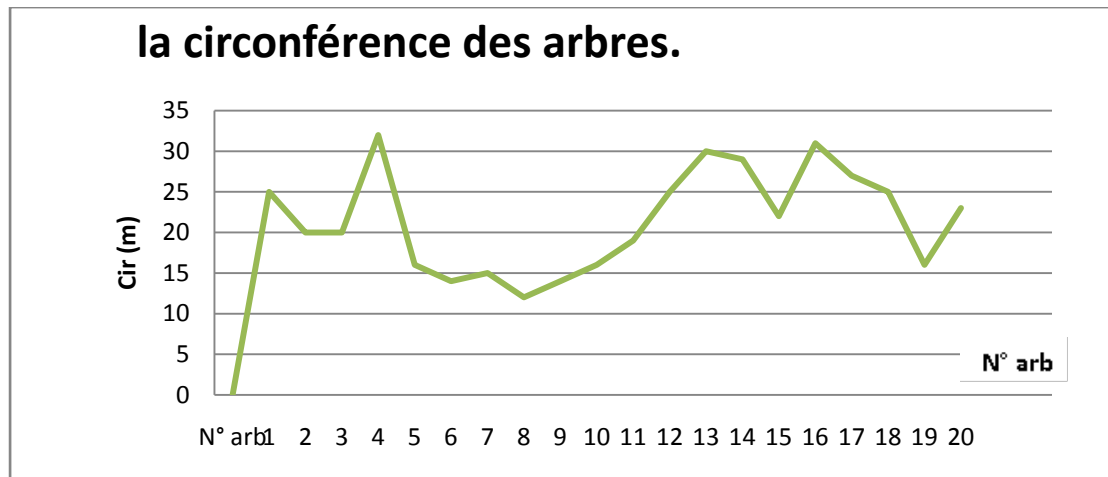


Figure 17. La circonférence des arbres dans le massif forestier de Collo

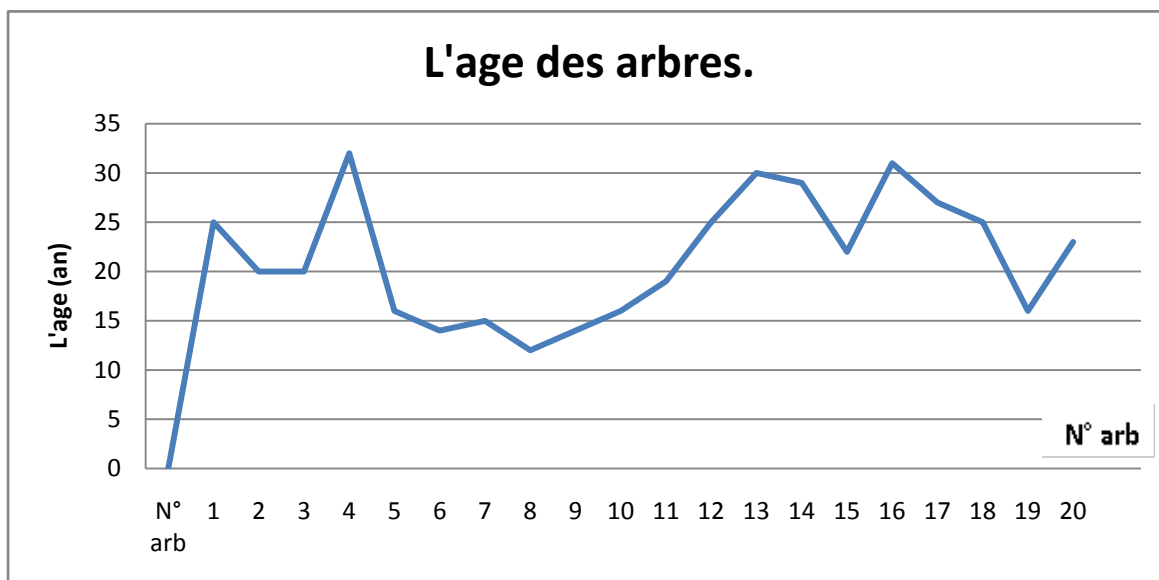


Figure 18. l'âge des arbres dans le massif forestier de Collo.

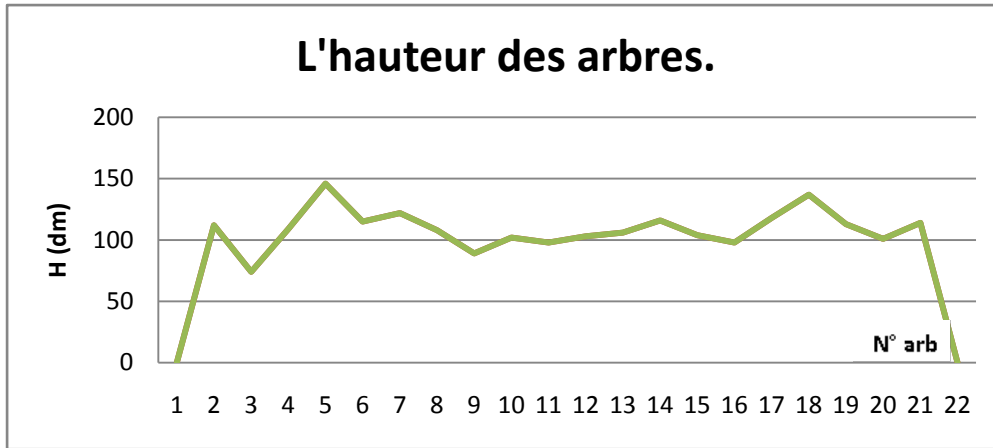


Figure 19. l'hauteur des arbres dans le massif forestier de Collo.

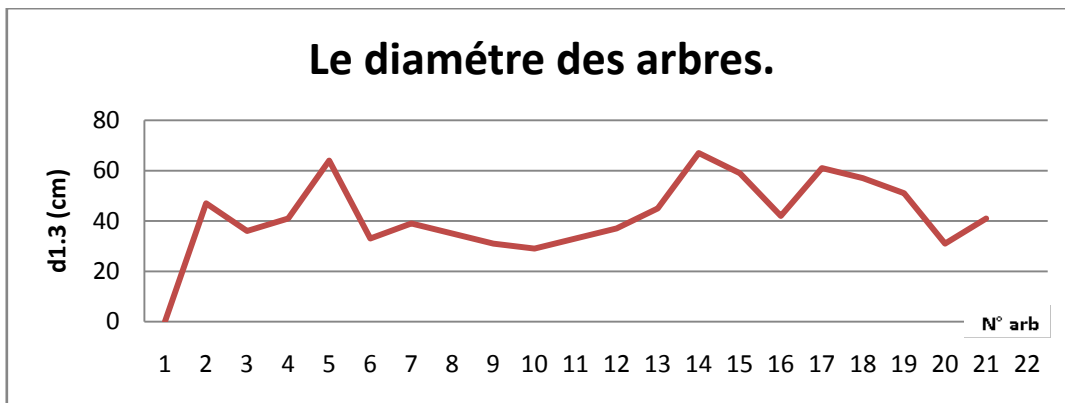


Figure 20. Le diamètre des arbres dans le massif forestier de Collo.

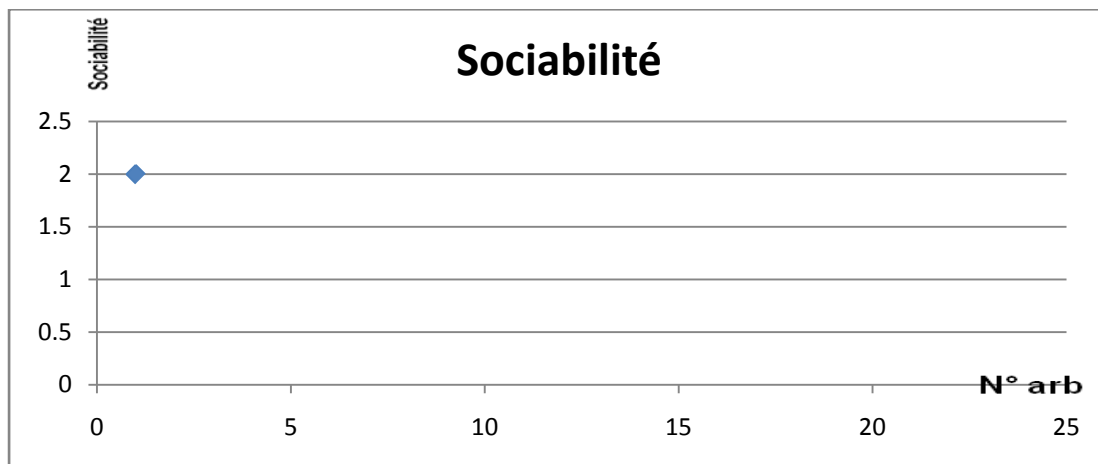


Figure 21. La sociabilité des arbres dans le massif forestier de Collo.

1.2.Station 2 . Tamalous

Tableau 3. Caractéristique dendrométrique des arbres étudiées au massif forestier de Tamalous.

N° arb	Ess	Cir (m)	d1.3(cm)	H (dm)	Sociabilité	Densité	Volume	Age
1	Ca	1.55	47	112	1	0.8	80	25
2	Ca	0.56	36	74			60	20
3	Ca	1.22	41	109			20	20
4	Ca	2.22	64	146			30	32
5	Ca	1.17	33	115			15	16
6	Ca	1.17	39	122			20	14
7	Ca	1.32	35	108			22	15
8	Ca	0.22	31	89			25	12
9	Ca	1.15	29	102			12	14
10	Ca	1.22	33	98			17	16
11	Ca	1.34	37	103			16	19
12	Ca	0.78	45	106			22	25
13	Ca	1.95	67	116			30	30
14	Ca	1.84	59	104			28	29
15	Ca	1.65	42	98			32	22
16	Ca	1.76	61	118			32	31
17	Ca	1.71	57	137			26	27
18	Ca	1.41	51	113			22	25
19	Ca	1.34	31	101			16	16
20	Ca	1.24	41	114			20	23

A partir a notre calcule de croissance. hauteur et l'âge il a été constaté que le caroubier grandir naturellement dans la deuxième station . et que la croissance de l'arbre est normal malgré toutes les conditions. le massif forestier de Tamalous presque comme la premier station.

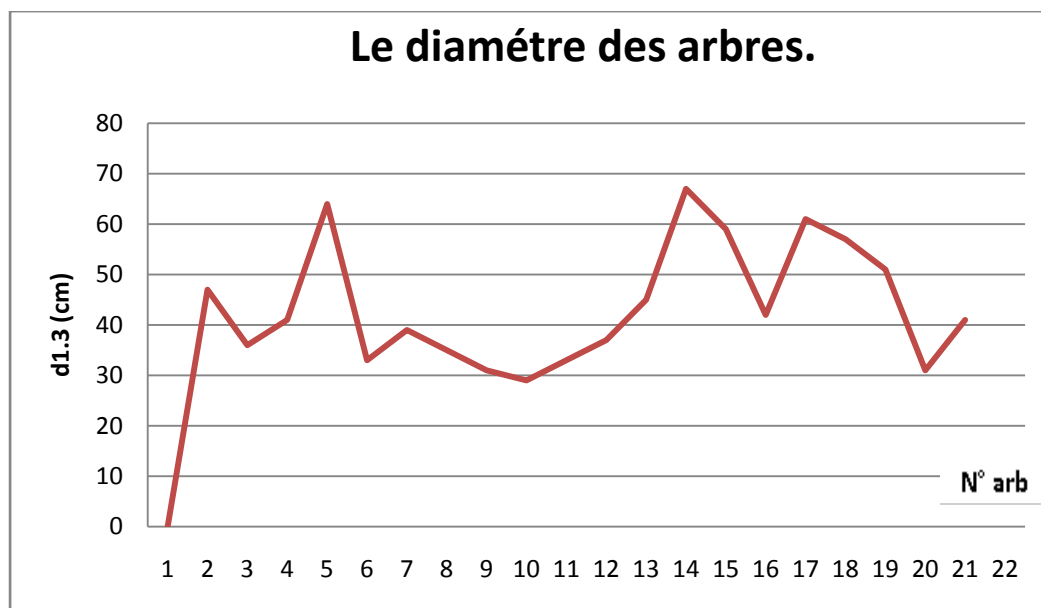


Figure 22. Le diamètre des arbres dans le massif forestier de tamalous

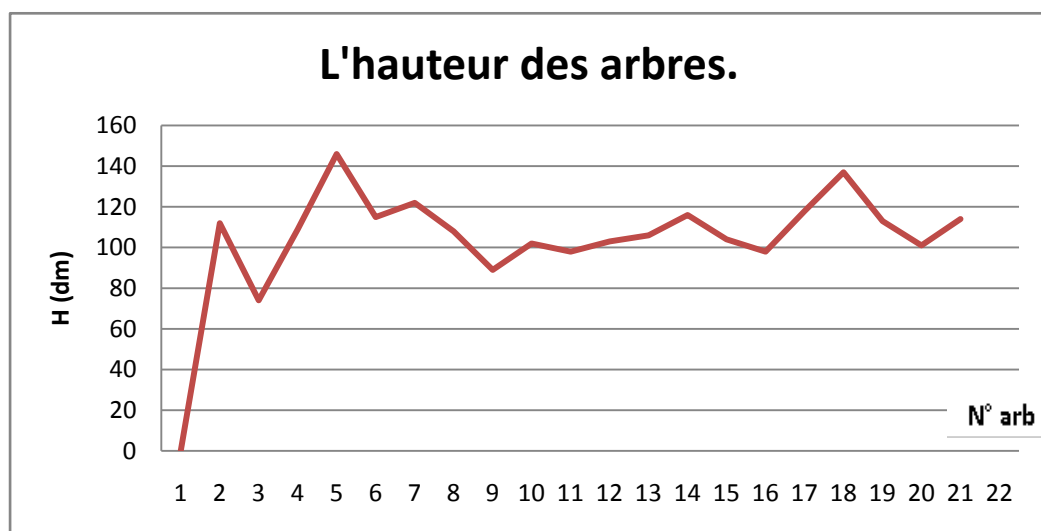


Figure 23. l'hauteur arbres dans le massif de tamalous.

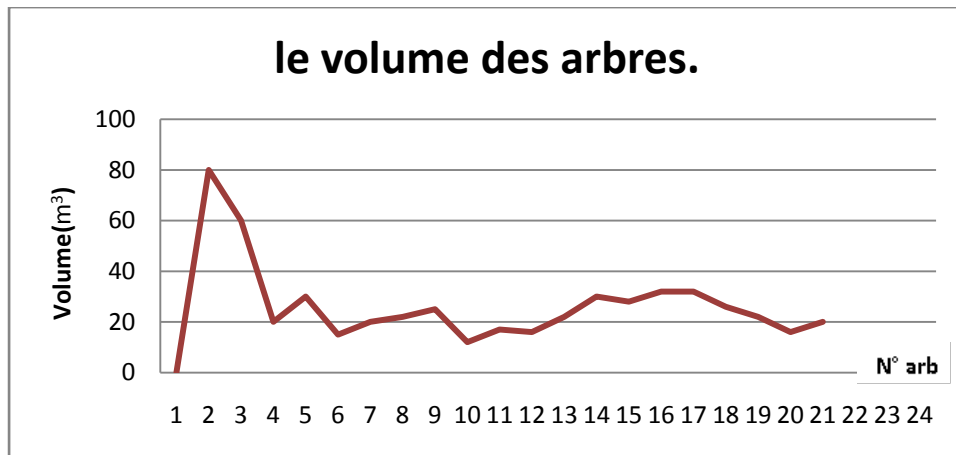


Figure 24. Le volume des arbres dans le massif forestier de tamalous.

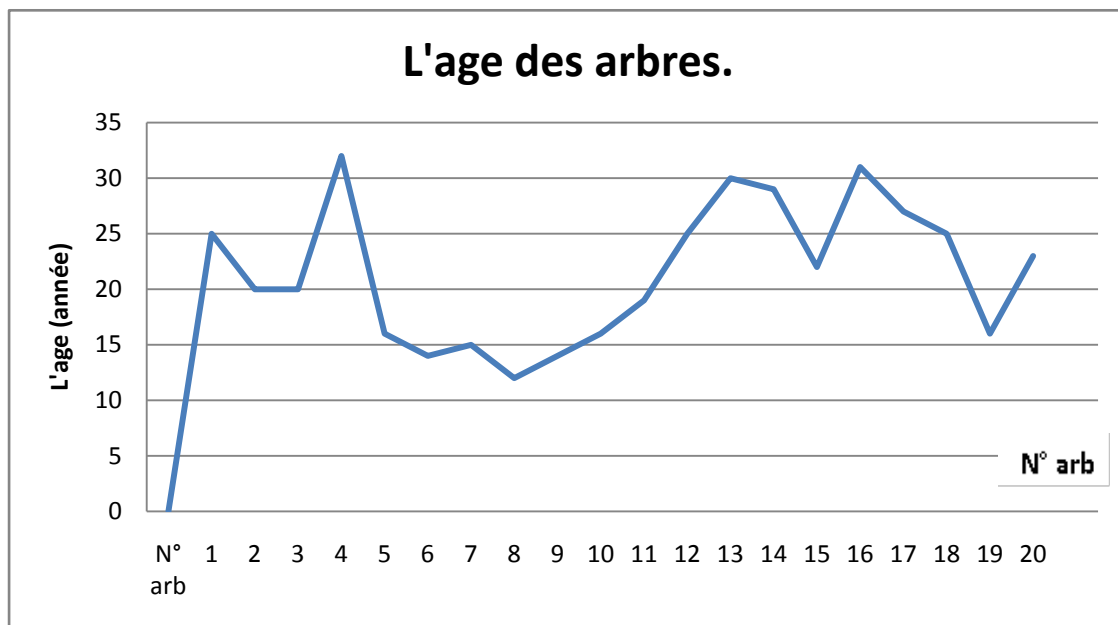


Figure 25. l'âge des arbres dans le massif forestier de tamalous.

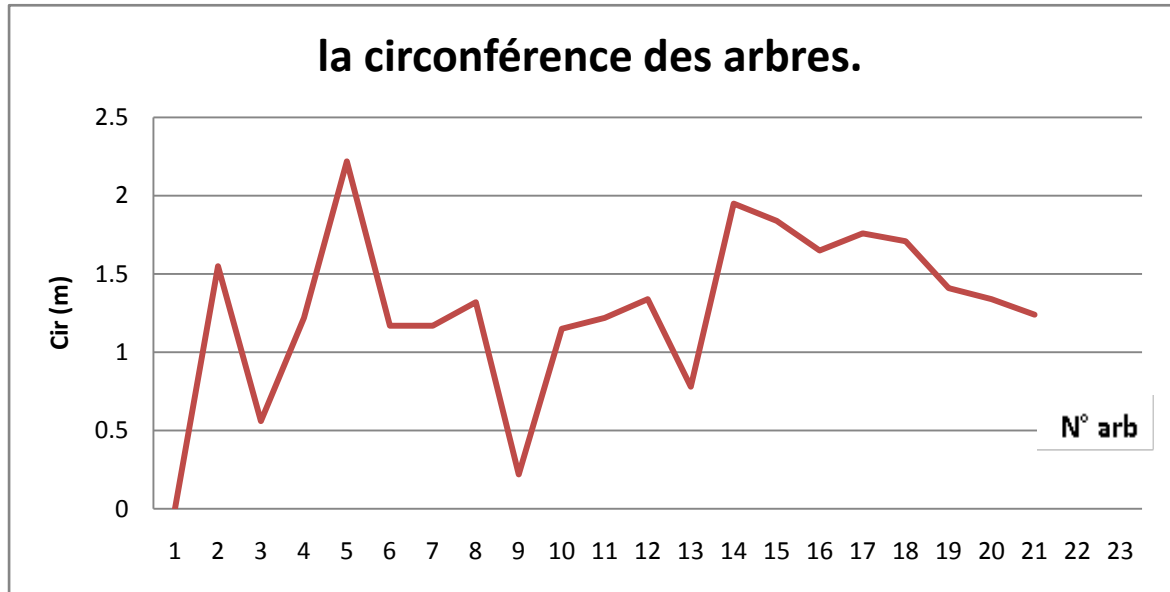


Figure 26. La circonférence des arbres dans le massif forestier de tamalous.

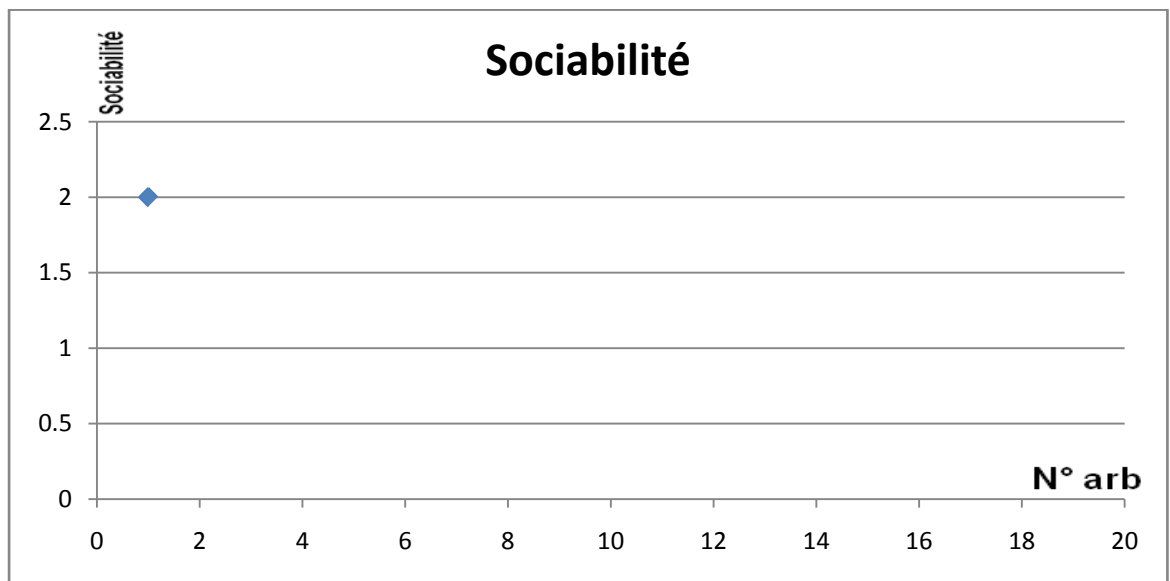


Figure 27. La sociabilité des arbres dans le massif forestier de tamalous.

1.3.Station 3. Oum Toub

Tableau 4. Caractéristique dendrométrique des arbres étudiées au massif forestier de Oum Toub.

N° arb	Ess	Cir (m)	d1.3(cm)	H (dm)	Sociabilité	Densité	Volume	Age
1	Ca	1.4	43	112	1	0.3	110	20
2	Ca	1.9	75	125			120	35
3	Ca	1.44	51	94			90	26
4	Ca	0.47	15	57			50	8
5	Ca	1.12	36	117			110	20
6	Ca	1.17	37	116			120	17
7	Ca	1.17	48	128			130	24
8	Ca	1.34	39	115			120	17
9	Ca	0.8	33	108			100	16
10	Ca	1.67	51	109			100	26
11	Ca	1.88	64	111			110	33
12	Ca	0.6	23	82			80	11
13	Ca	2.2	69	125			120	35
14	Ca	0.99	31	108			110	18
15	Ca	1.44	49	132			130	24
16	Ca	1.37	52	139			140	26
17	Ca	1.99	59	167			170	29
18	Ca	1.22	43	102			100	21
19	Ca	0.33	19	51			50	10
20	Ca	1.65	43	117			110	20

A partir a notre calcule de croissance. hauteur et l'âge il a été constaté que le caroubier grandir naturellement dans la troisième station . et que la croissance de l'arbre est normal malgré toutes les conditions.

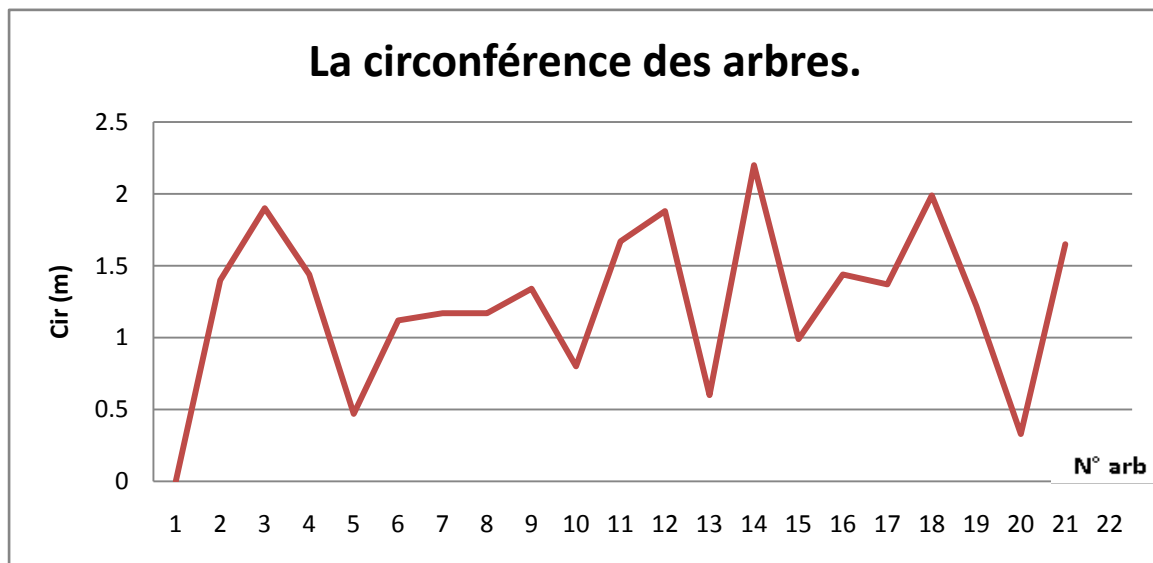


Figure 28. La circonférence des arbres au massif forestier de Oum Toub.

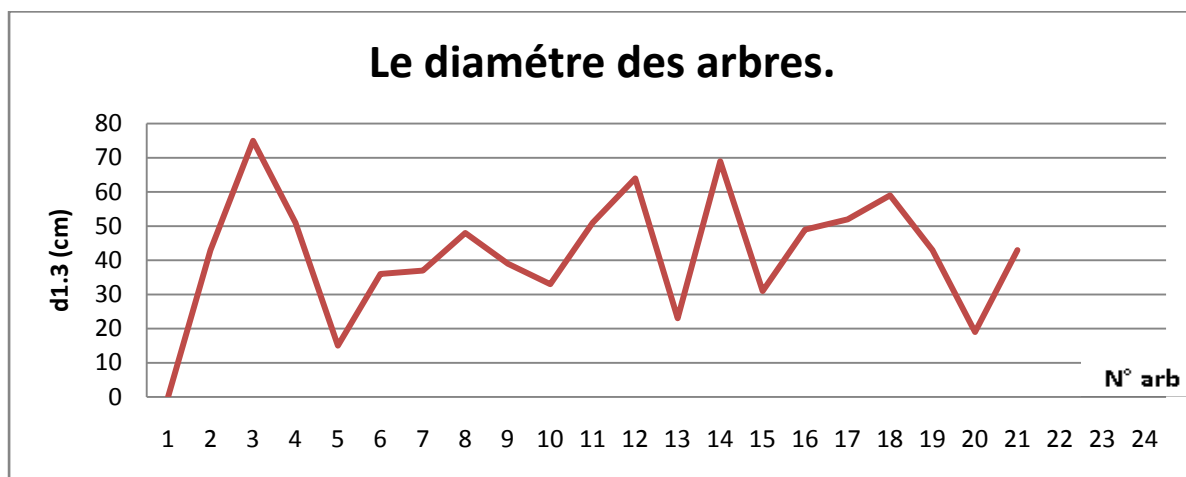


Figure 29. Le diamètre des arbres au massif forestier de Oum Toub.

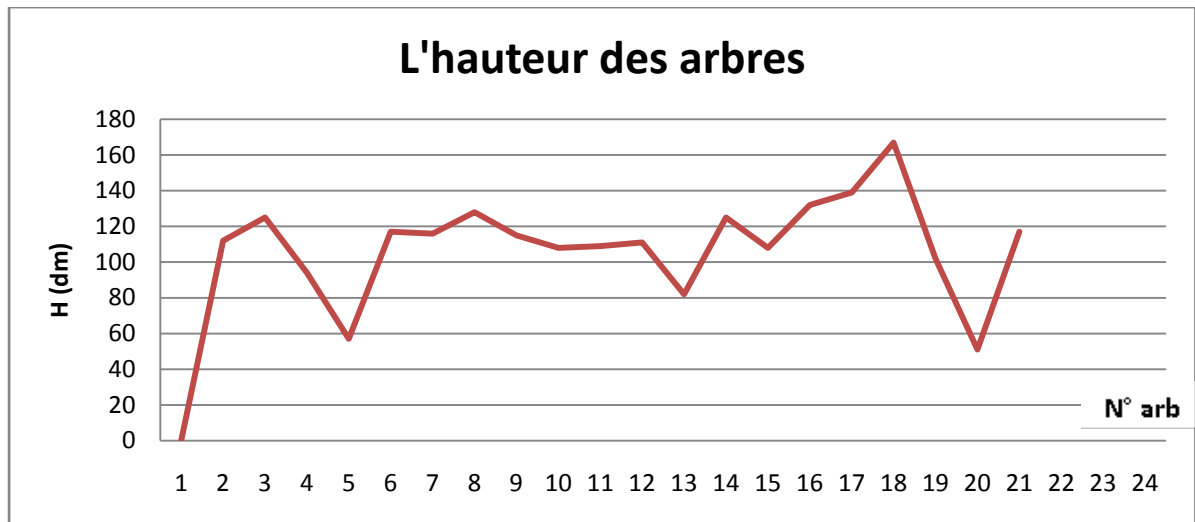


Figure 30. L'hauteur des arbres au massif forestier de Oum Toub.

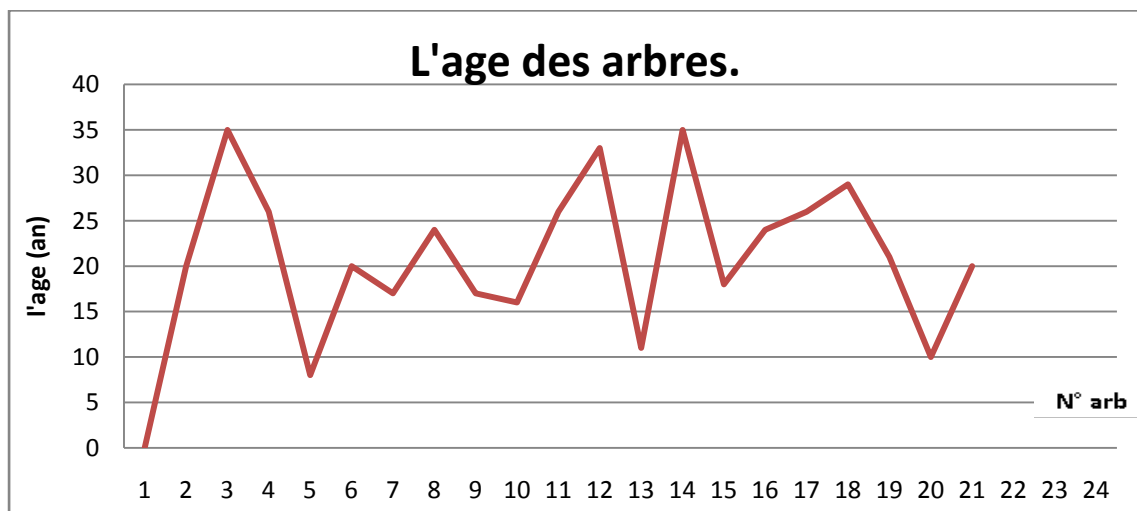


Figure 31. L'age des arbres au massif forestier de Oum Toub.

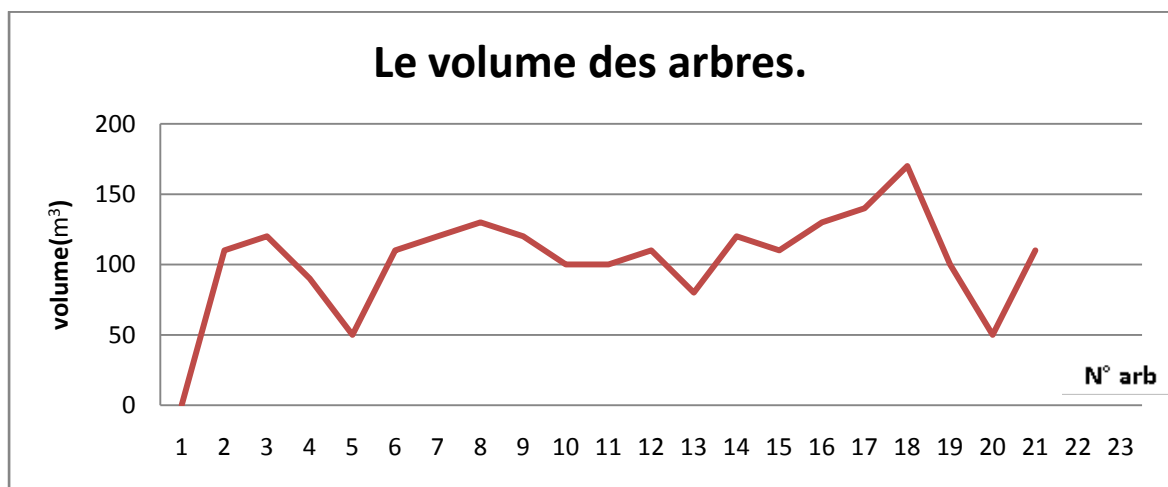


Figure 32. Le volume des arbres au massif forestier de Oum Toub.

1.4.Station 4 . El Hadaiek

Tableau 5. Caractéristique dendrométrique des arbres étudiées au massif forestier de El Hadaiek.

N° arb	Ess	Cir (m)	d1.3(cm)	H (dm)	Sociabilité	Densité	Volume	Age
1	Ca	1.25	40	100	2	0.007	90	25
2	Ca	2.2	85	130			150	40
3	Ca	1.35	47	80			70	23
4	Ca	0.15	10	40			6	6
5	Ca	2.2	70	170			170	32
6	Ca	1.1	35	110			120	16
7	Ca	1.12	36	115			115	16
8	Ca	1.44	55	94			200	26
9	Ca	1.8	64	150			160	30
10	Ca	1.66	53	112			113	26
11	Ca	1.99	68	119			140	35
12	Ca	0.34	18	64			100	9
13	Ca	2.1	70	126			190	35
14	Ca	0.84	29	112			117	13
15	Ca	1.87	65	161			16	32
16	Ca	1.77	63	147			250	34
17	Ca	1.89	66	177			190	30
18	Ca	1.69	51	113			97	25
19	Ca	1.34	45	74			91	22
20	Ca	1.55	46	81			100	23

A partir a notre calcule de croissance. hauteur et l'âge il a été constaté que le caroubier grandir naturellement dans la quatrième station . et que la croissance de l'arbre est normal malgré toutes les conditions.

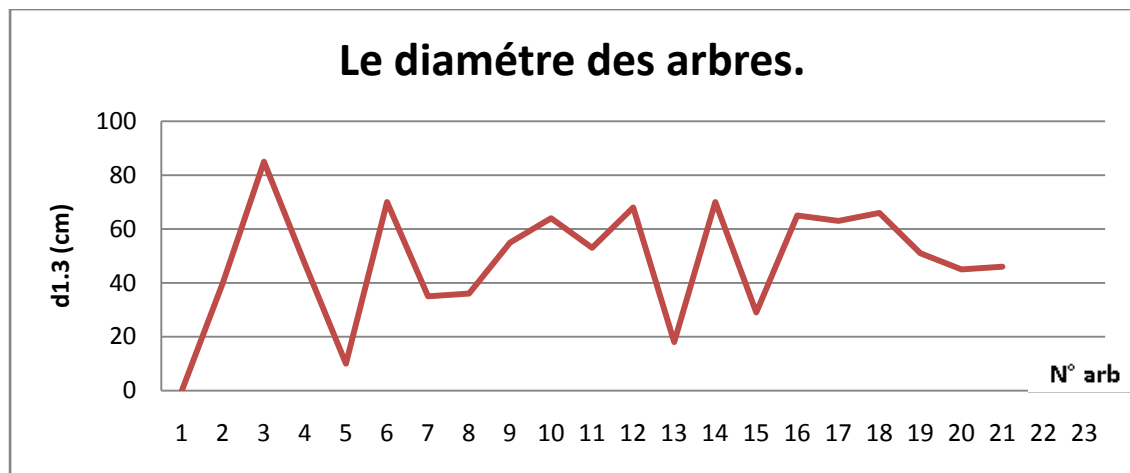


Figure 33. Le diamètre des arbres au massif forestier de Elhadaiek

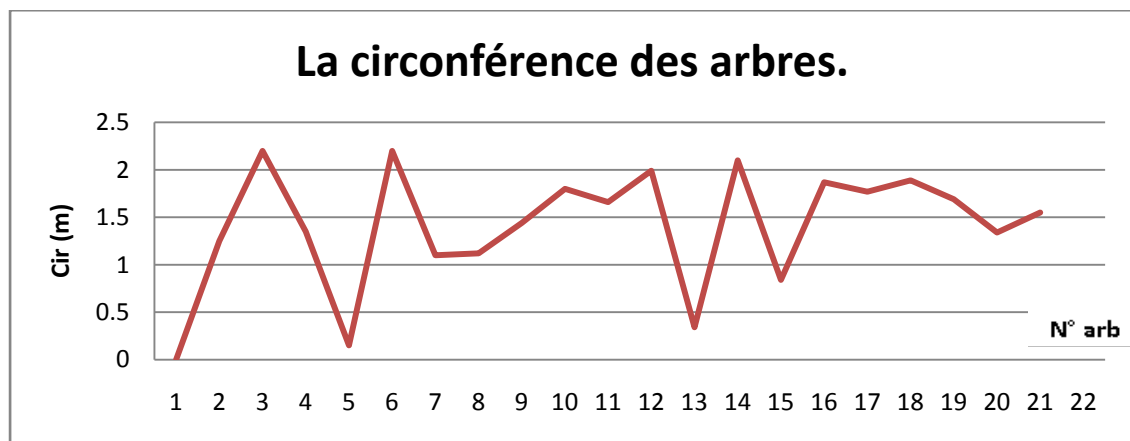


Figure 34. La circonférence des arbres au massif forestier de Elhadaiek.

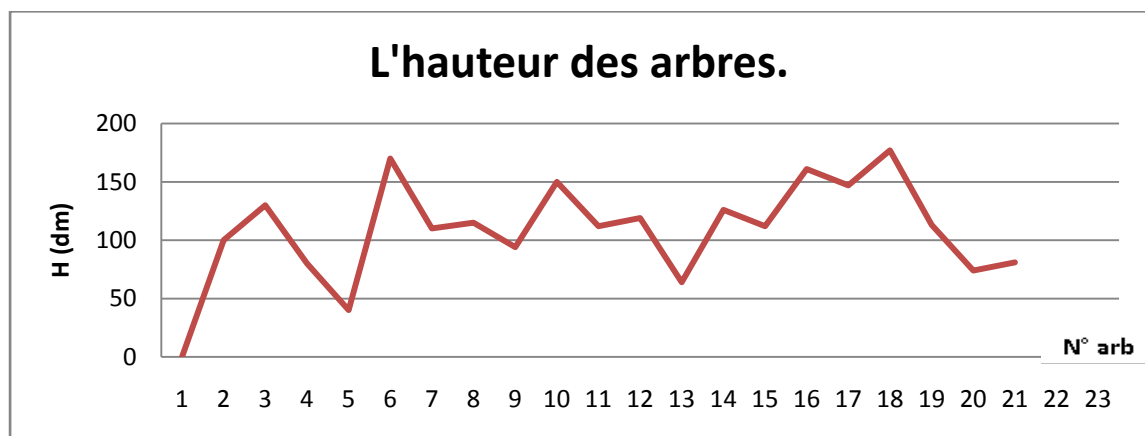


Figure 35. L'hauteur des arbres au massif forestier de Elhadaiek.

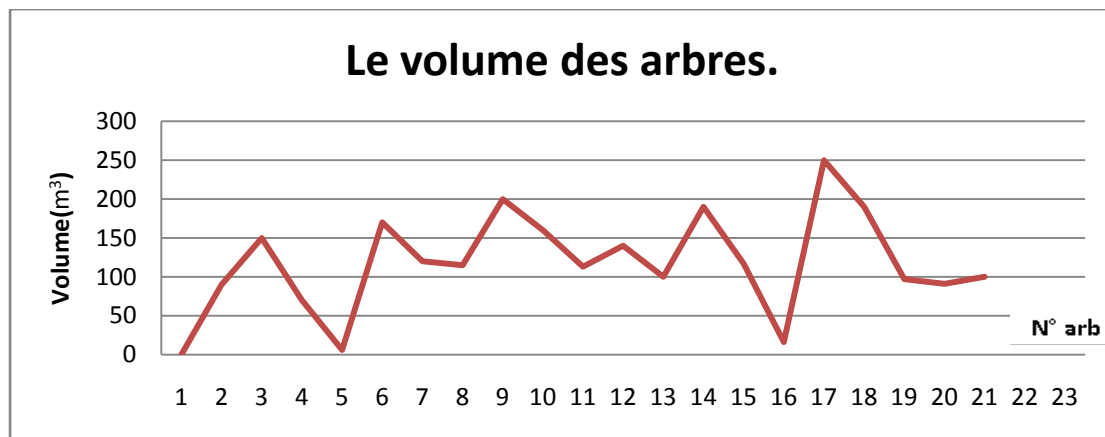


Figure 36. Le volume des arbres au massif forestier de Elhadaiek

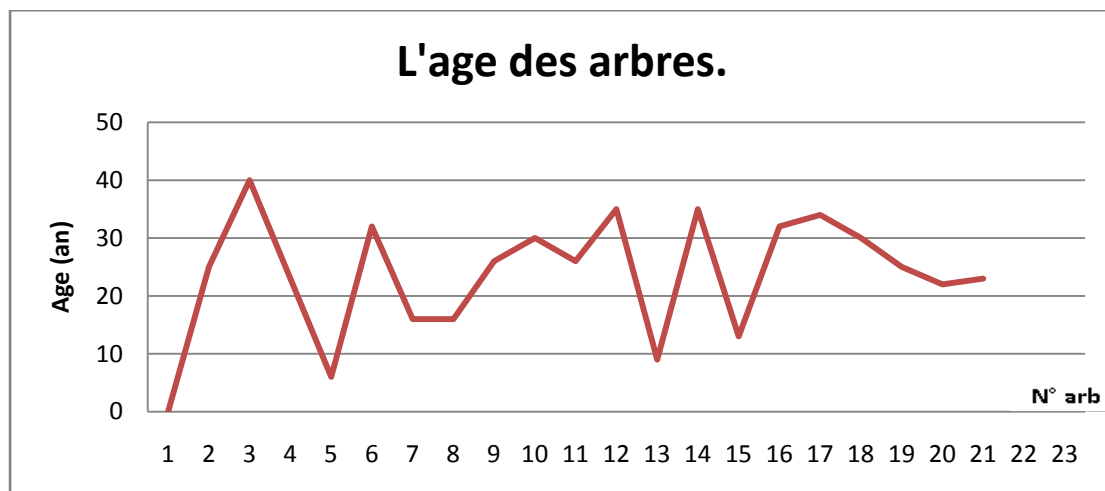


Figure 37. L'âge des arbres au massif forestier de Elhadaiek.

1.5. Station 5. Azzaba

Tableau 3. Caractéristique dendrométrique des arbres étudiées au massif forestier de Azzaba.

N° arb	Ess	Cir (m)	d1.3(cm)	H (dm)	Sociabilité	Densité	Volume	Age
1	Ca	1,22	38	97	1	0.45	140	15
2	Ca	1,2	31	98			120	13
3	Ca	1,14	33	112			115	16
4	Ca	1,32	39	113			122	13
5	Ca	2,18	69	160			170	34
6	Ca	1,22	39	118			125	16
7	Ca	1,13	34	114			121	12
8	Ca	1,33	48	86			160	24
9	Ca	1,19	42	130			160	22
10	Ca	1,54	43	108			100	22
11	Ca	1,88	64	113			110	32
12	Ca	1,16	36	102			90	17
13	Ca	1,98	58	154			220	27
14	Ca	1,13	34	123			144	16
15	Ca	1,67	46	128			130	23
16	Ca	1,73	53	118			110	28
17	Ca	1,47	34	118			110	16
18	Ca	1,59	41	98			130	22
19	Ca	1,14	36	114			90	19
20	Ca	1,63	48	88			135	23

A partir de notre calcul de croissance, hauteur et l'âge il a été constaté que le caroubier grandit naturellement dans la cinquième station, et que la croissance de l'arbre est normale malgré toutes les conditions.

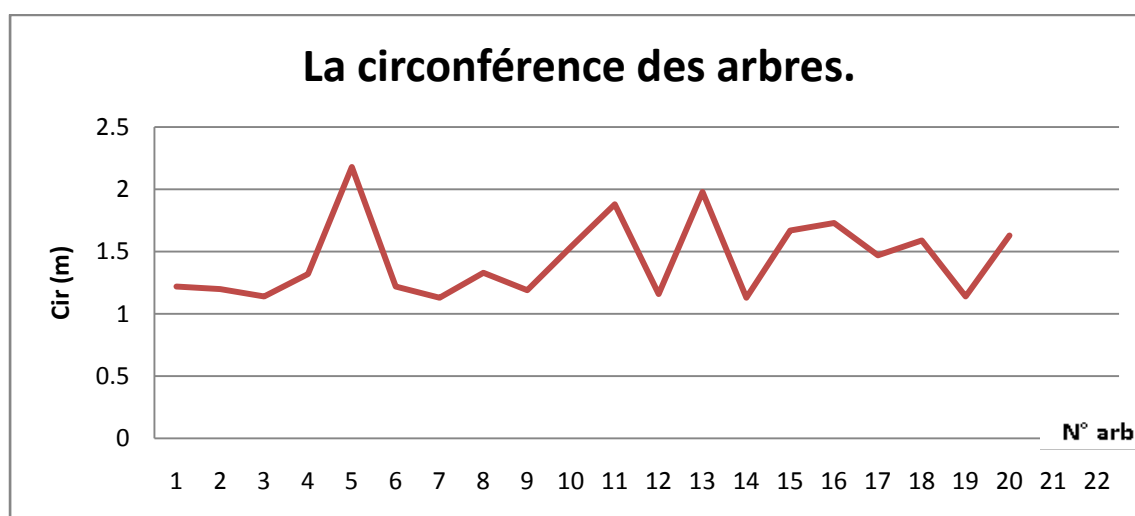


Figure 38. Le volume des arbres au massif forestier de Azzaba

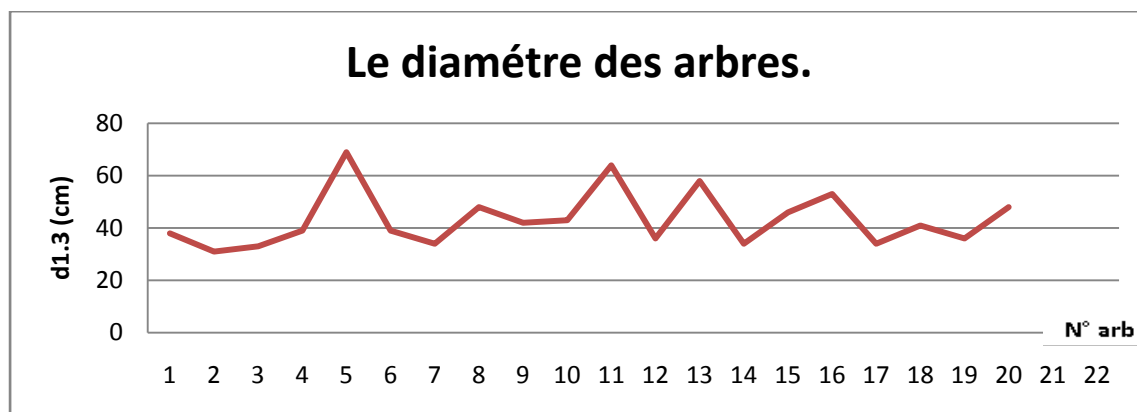


Figure 39. Le diamètre des arbres au massif forestier de Azzaba

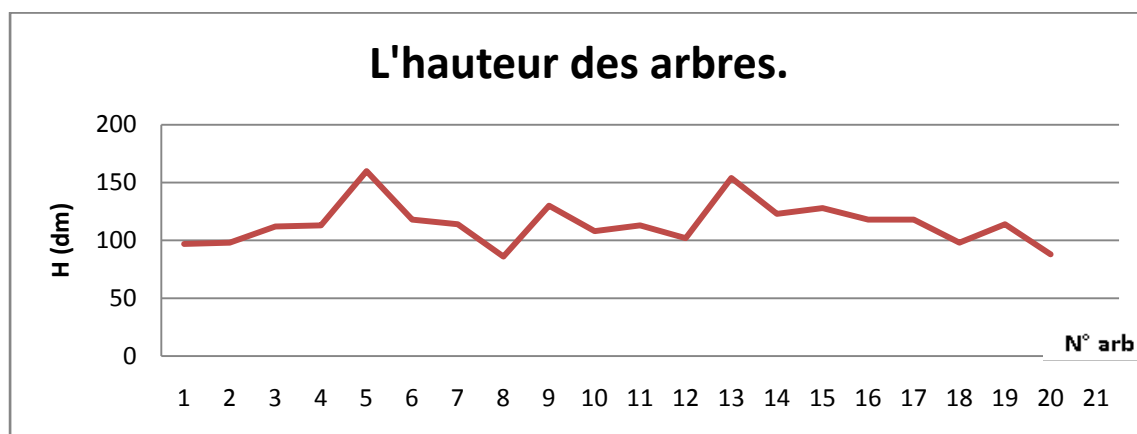


Figure 40. l'hauteur des arbres au massif forestier de Azzaba.

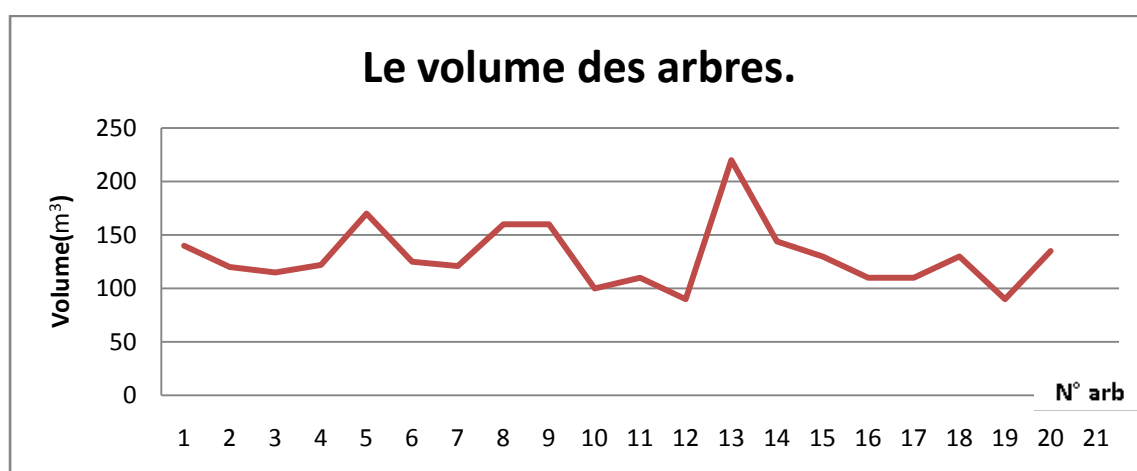


Figure 41. Le volume des arbres au massif forestier de Azzaba.

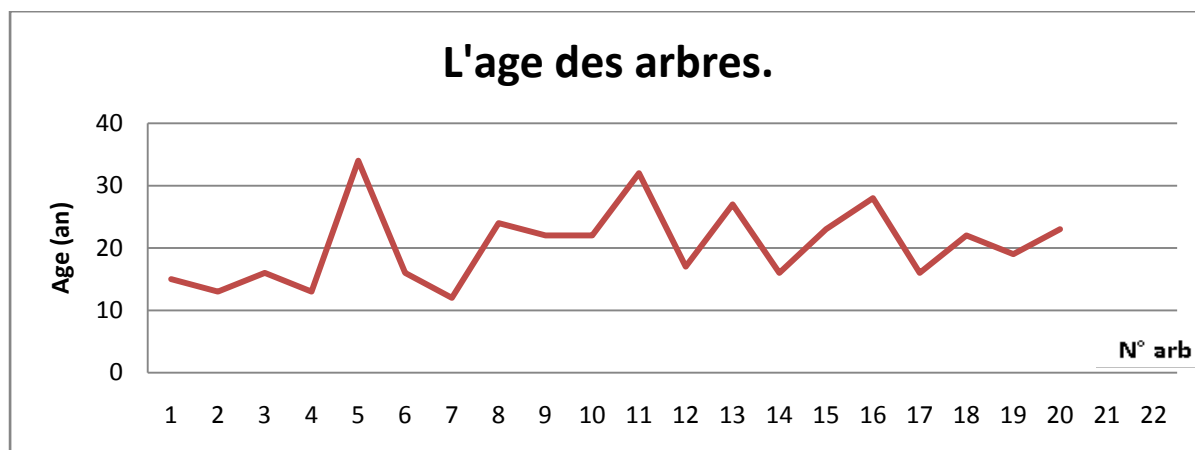


Figure 41. Le volume des arbres au massif forestier de Azzaba.

1.6. Station 6. Bekkouche Lakhdar

Tableau 7. Caractéristique dendrométrique des arbres étudiées au massif forestier de Bekkouche Lakhdar.

N° arb	Ess	Cir (m)	d1.3(cm)	H (dm)	Sociabilité	Densité	Volume	Age
1	Ca	1.33	43	112	1	0.6	270	22
2	Ca	1.8	75	112			300	35
3	Ca	1.24	41	78			160	22
4	Ca	1.32	47	98			150	25
5	Ca	1.44	48	113			100	24
6	Ca	1.33	38	112			110	18
7	Ca	1.09	32	112			160	16
8	Ca	1.22	43	89			112	21
9	Ca	1.77	54	132			190	26
10	Ca	1.22	36	123			180	15
11	Ca	1.78	54	104			190	24
12	Ca	0.66	23	83			150	12
13	Ca	1.94	63	118			190	30
14	Ca	1.13	30	118			230	29
15	Ca	1	53	117			230	26
16	Ca	1.78	64	136			280	34
17	Ca	1.83	54	143			290	26
18	Ca	1.56	47	102			230	23
19	Ca	1.22	38	122			180	16
20	Ca	1.32	31	97			100	16

A partir a notre calcule de croissance. hauteur et l'âge il a été constaté que le caroubier grandir naturellement dans la sixième station . et que la croissance de l'arbre est normal malgré toutes les conditions

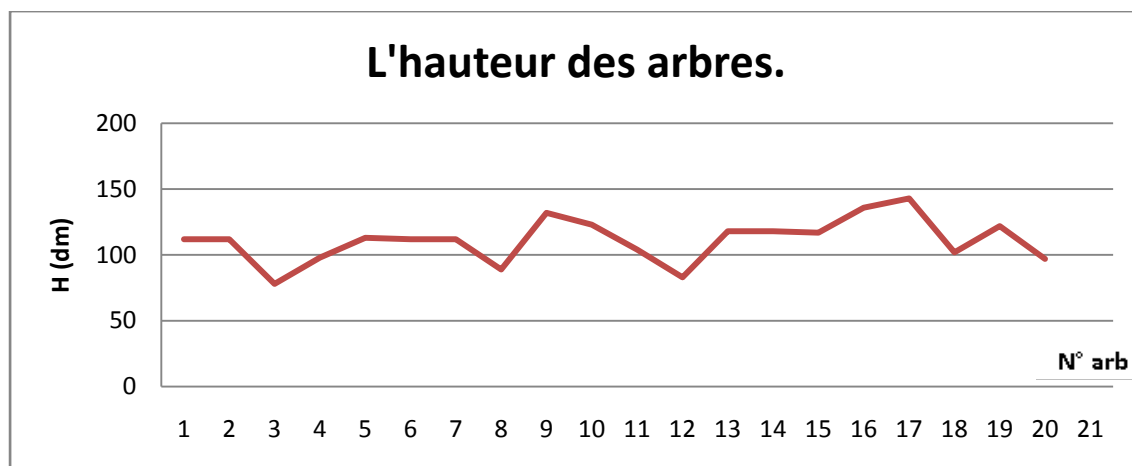


Figure 42. L'hauteur des arbres au massif forestier de Bekkouche Lakhdar.

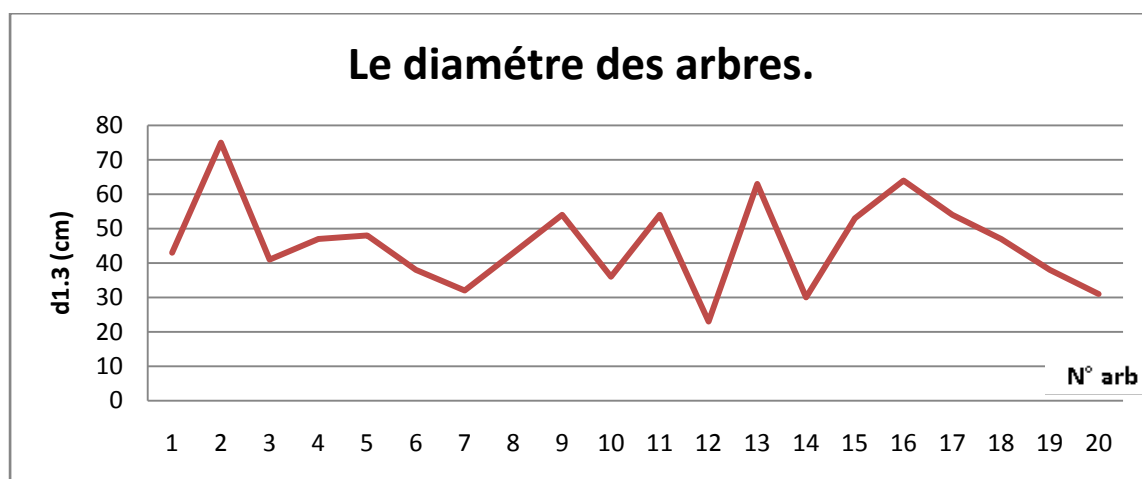


Figure 43. Le diamètre des arbres au massif forestier de Bekkouche Lakhdar.

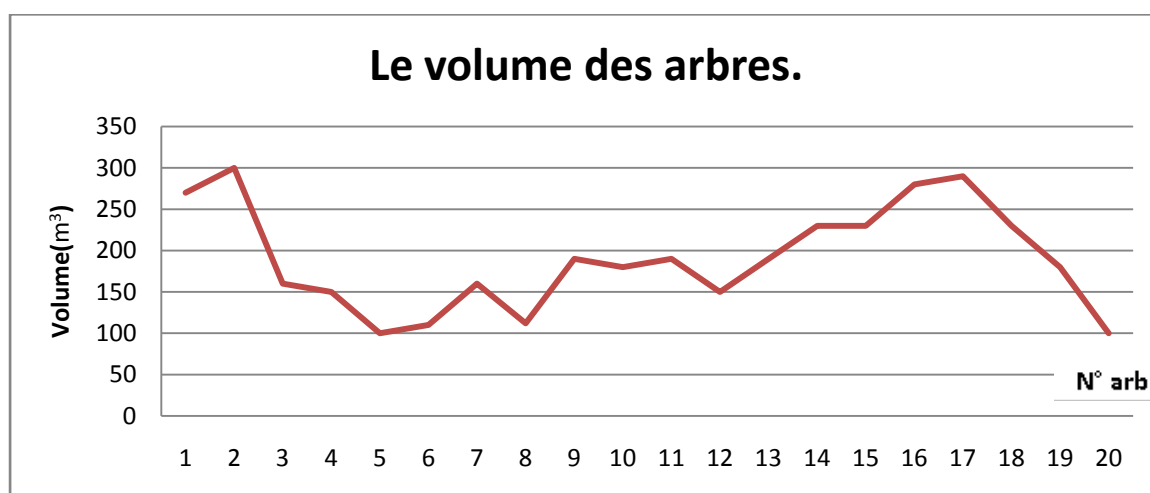


Figure 44. Le volume des arbres au massif forestier de Bekkouche Lakhdar.

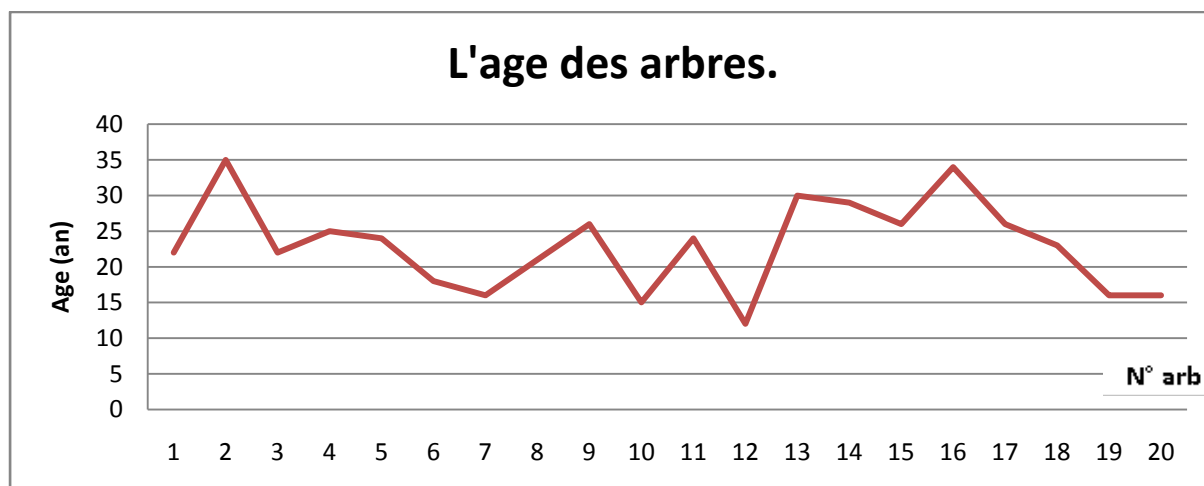


Figure 45. L'âge des arbres au massif forestier de Bekkouche Lakhdar.

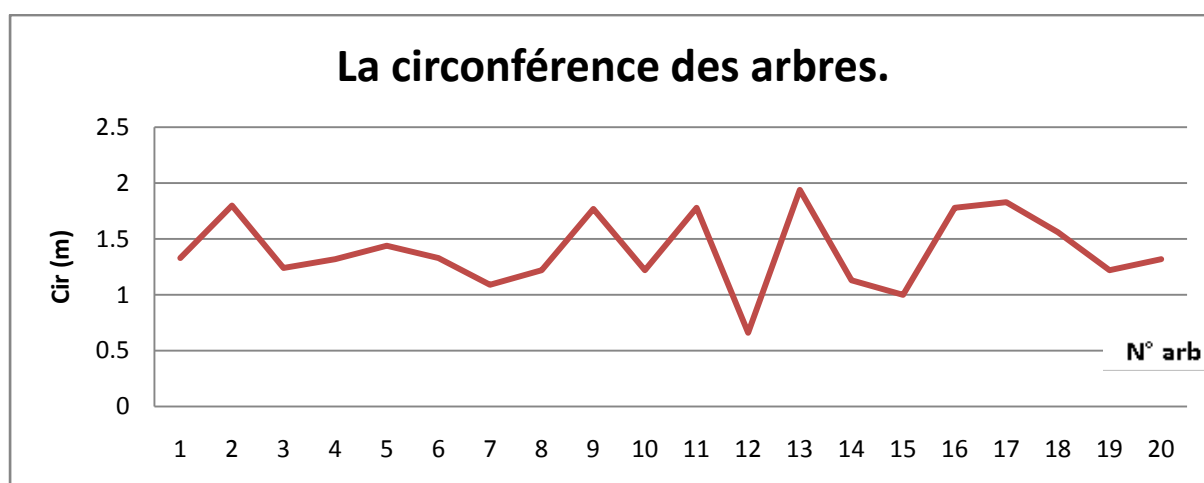


Figure 46. La circonférence des arbres au massif forestier de Bekkouche Lakhdar.

2. Discussions

2.1. Analyse des tableaux.

A travers notre travail de terrain, qui a duré plusieurs jours dans les communes de Cheraia et Collo , accompagné par les services forestiers de la conservation de Collo , afin de faire le suivi de la plantation des caroubiers dans les deux zones susmentionnées , nous avons lancé ; une étude pratique sur un grand nombre d'entre eux pour calculer la longueur, l'âge, la hauteur de chaque arbre, où nous avons scindé les deux zones en six stations destinées afin de les étudier

profondément . Comme les régions et les stations sont proches, les résultats que nous avons obtenus sont similaires au degré de congruence. Il s'avère que la plupart des caroubiers des deux municipalités et des zones adjacentes se trouvent sur des terres privées, ce qui signifie que leur propriété appartient aux citoyens qui les ont plantés. En termes de présence et de propagation, les zones dans lesquelles nous avons fait une étude, les caroubiers se sont propagés, pas de manière importante, mais au moins raisonnablement. En ce qui concerne l'âge des arbres, les propriétaires des arbres dans les régions, bien sûr, sur lesquelles nous avons effectué une étude se diffèrent, même ceux qui ont plus de 50 ans, et certains d'entre eux beaucoup moins que cela. En termes de croissance, les arbres varient en hauteur et en circonférence, dont certains mesurent plus de 18 mètres de longueur et un mètre de circonférence, et il y en a moins.

3. Recommandations.

Le caroubier est un arbre très résistant et économe en eau, son rendement est bon et le marché de ses fruits est disponible. A cet effet, nous sollicitons tout le monde, des citoyens, les autorités locales de Skikda, à apporter une attention particulière à cet arbre économique car il ne demande pas beaucoup d'entretien, il suffit de l'arroser la première année lors de la plantation qui convient à tous les types de sols à Skikda, c'est pourquoi nous invitons tous ceux qui souhaitent entreprendre des opérations de reboisement à allouer un espace spécifique à cet arbre. Le fruit de la caroube est très demandé sur le marché international et son coût a atteint jusqu'à 3 euros sur le marché international, son prix est comparable à presque tous les fruits naturels sains. Beaucoup de gens se sont orientés vers ceux-ci et la demande a augmenté pour la fabrication du chocolat qui est devenue une alternative au cacao. En conséquence, nous recommandons encore une fois de plus, à toutes les familles rurales et à tous ceux qui possèdent un terrain à la campagne d'aller vers la plantation de cet arbre économique, qui contribuera directement aux revenus de cette catégorie .

Conclusion et perspectives.

Ce travail contient une étude dendrométrique du caroubier (*Ceratonia siliqua*) dans la région de Skikda. L'étude comprenait six stations à l'ouest, à l'est, au sud et au nord de l'État de Skikda, où des échantillons ont été étudiés dans ces six régions.

Grâce à nos études appliquées et de terrain utilisant tous les moyens de l'étude dendrométrique des caroubiers, et en comparant les résultats avec d'autres régions et pays, nous avons été assurés que l'arbre est adapté dans les régions de Collo et de Skikda en général, où sa croissance et les productivités sont modérés, proches, comparables et parfois égaux aux rendements des arbres dans tous les pays du monde. Il a également été constaté et nous a affirmé que l'arbre pousse naturellement et que son rendement est de moyen à bon dans tous les types de sol à la wilaya Skikda, et que le climat de cette dernière est très approprié pour le caroubier.

Référence Bibliographique.

Référence Bibliographique.

Biner B, Gubbuk H, Karhan M, Aksu M. et Pekmezci M. 2007. Sugar profiles of the pods of cultivated and wild types of carob bean (*Ceratonia siliqua* L.) in Turkey, Food Chemistry. 100: 1453-1455.

Hariri A, Ouïs N, Sahnouni F et Bouhadi D. 2009. Mise en œuvre de la fermentation de certains ferments lactiques dans des milieux à base des extraits de caroube, Rev. microbiol. ind. san et environn. 37-55.

Gaouar N. 2012. Etude de la valeur nutritive de la caroube de différentes variétés Algériennes Thèse de Magister en Agronomie .Université de Tlemcen, Algérie. 1-95.

Mahdad M-Y. 2013. Situation et perspectives d'amélioration du caroubier (*Ceratonia siliqua* L.) dans le Nord-ouest de l'Algérie. Thèse de Magister. Université de Tlemcen, Algérie.1-98.

Benkhaldi H. 2013. Détermination de l'activité antioxydante des polyphénols du caroubier (*Ceratonia siliqua*) de la région de Tlemcen. Mémoire de Master. Université Abou Bekr Belkaid, Tlemcen, Algérie. 1-91.

Benkhada N, Bensaleh D. 2016. Etude phytochimique et évaluation de l'activité antioxydante des espèces : *Ruta montana* L. et *Ceratonia siliqua* L. Université des Frères Mentouri Constantine, Algérie.1-97.

Albanell E, 1990. Caracterización morfológica, composición química y valor nutritivo de distintas variedades de garrofa (*Ceratonia siliqua* L.) cultivadas en España. Tesis doctoral. Barcelona. España, pp. 209.

Berrougui H, 2007. Le caroubier (*Ceratonia siliqua* L.), une richesse nationale aux vertus médicinales. Maghreb Canada Express 5, 20.

Boudy P, 1950. Economie forestière Nord-Africain (tome II) : Monographie et traitement des essences forestière. Ed. Larose, Paris, 443-445

Sbay H, 2008 : « Le caroubier au Maroc un arbre d'avenir ». Centre de recherche forestière charia Omar Ibn Khattab, BP.763, Agdal, Rabat, Maroc. PP : 44. PP : 07-31.

Ait Chitt M., Belmir H. & Lazrak A, 2007. Production de plants sélectionnés et greffés de caroubier. Transfert de technologie en agriculture. Maroc. N° 153: 1-4.

Jean-Yves Perron, Pierre Morin. 2002 – Normes d'inventaire forestier placettes échantillons permanentes. Direction des inventaires forestiers Forêt Québec Ministère des Ressources naturelles, 215p.

Slimani. 2017 -Dendrochronologie. Cours destiné aux étudiants en Master II écologieforestière. Univ.M.M.T.O.

Bouchon J. 1979 - Structure des peuplements forestiers, Annales des sciences forestières, 36 (3), pp.175-209.

parde et bouchon,1988 : Dendrométrie. 2éme édition Ecole national du génie rural des eaux et forêts.328p

PALM R, 1977: Dendrométrie cours polycopies Ina, Alger .p. 112

Rondeux J, 1993: Dictionnaire encyclopédique de l'écologie et des sciences de l'environnement. Edit. Dunod; pp, 231-232.

Nom et prénom : Zeggari Amar

Nom et prénom : Kettouche Sabar

Nom et prénom : Ali Laouar Nadjib

Titre : Étude dendrométrique des plantations du caroubier (*Ceratonia Siliqua*) dans la région de Skikda (Algérie).

Résumé :

Dans la Ce travail contient une étude dendrométrique du caroubier (*Ceratonia siliqua*) région de Skikda. L'étude comprenait si stations à l'ouest, à l'est, au sud et au nord de l'État de Skikda, où des échantillons ont été étudiés dans ces six régions.

Cette recherche a été menée afin de connaître l'étendue de la résistance et du succès du caroubier dans la région de Skikda, en calculant la hauteur, le diamètre, l'âge et la taille des caroubiers sur plusieurs points de l'état, et en les comparant avec des études similaires sur le caroubier dans plusieurs pays et régions algériennes. Les types de sols dans la même station montrent qu'ils sont propices à la plantation du caroubier, à travers l'aspect physiologique des caroubiers que l'on retrouve dans l'ensemble des communes de Skikda.

Il nous a également été démontré à travers l'étude que nous avons menée sur le terrain, que malgré le manque de soins et le manque d'intérêt des agriculteurs pour le caroubier à Skikda, il donne néanmoins de bons résultats et rendements, et que la croissance de l'arbre est normal malgré toutes les conditions, dans les six domaines qui ont été étudiés .

Mots clés : Etude dendrométrique, Skikda, Hauteur, Longueur, Caroubier (*Ceratonia siliqua*).

ملخص:

هذا العمل يحتوي على دراسة قياسية شجرية لشجرة الخروب بولاية سكيكدة. شملت الدراسة ستة بلديات بغرب وشرق وجنوب وشمال ولاية سكيكدة ، حيث تم أخذ العينات من كل هذه المناطق الستة. تم إجراء هذا البحث من أجل معرفة مدى مقاومة ونجاح شجرة الخروب في ولاية سكيكدة ، وذلك عن طريق حساب الإرتفاع ، والقطر والعمر وحجم أشجار الخروب عبر عدة نقاط بالولاية ، ومقارنتها بدراسات مشابهة على شجرة الخروب في عدة دول وولايات جزائرية ، أين تبين لنا أن مناخ ولاية سكيكدة، وأنواع التربة في ذات الولاية تظهر أنها صالحة لزراعة شجرة الخروب، وذلك من خلال المظهر الفسيولوجي لأشجار الخروب المتواجدة عبر كامل بلديات سكيكدة. تبين لنا كذلك من خلال الدراسة التي قمنا بها ميدانياً، أنه وبالرغم من قلة العناية وعدم إهتمام الفلاحين بشجرة الخروب في سكيكدة، إلا أنها وبالرغم من ذلك تعطي نتائج ومردود جيد، كما أن نمو الشجرة طبيعي رغم كل الظروف، عبر المناطق الستة التي تمت الدراسة عليها.

الكلمات المفتاحية: تقنيات قياس الأشجار ، سكيكدة ، حجم ، طول ، شجرة الخروب (*Ceratonia siliqua*).

Année Universitaire : 2021/2022