

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université A. MIRA - Bejaia

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département des Sciences Biologique de L'environnement
Spécialité Biodiversité et Sécurité Alimentaire



Réf :

Mémoire de Fin de Cycle
En vue de l'obtention du diplôme
MASTER

Thème

**Enquête sur la situation et l'état du caroubier
(*Ceratonia siliqua* L.) dans la région de Bejaïa**

Présenté par :

BOUABID Billal & LAZGA Ali

Soutenu le 25/06/2023 à 14h30

Devant le jury composé de :

Mr BENADJAOUD A.	MCA	Président
Mme FARHI-BOUADAM B	MCB	Encadreur
Mme BENMOUHOUH H.	MAA	Examineur

Année universitaire : 2022 / 2023

Remerciements

Avant tout on remercie dieu de nous avoir donné la force et le courage pour accomplir ce travail.

*Nous tenons tout particulièrement à exprimer notre profond respect, notre gratitude et nos plus vifs remerciements à notre encadrant Mme. **FARHI B**, de nous avoir aidé à rédiger ce mémoire, d'avoir supervisé ce travail, de nous faire bénéficier de ses grandes compétences, de nous avoir accordée sa confiance et de nous avoir si généreusement accordé son temps et de son savoir et de ses conseils.*

*On tient remercier également Mr. **BOUADAM S**, de nous avoir encadré durant notre première sortie à Gouraya et de nous avoir accordé son temps et de son savoir et de ses conseils.*

Enfin, on remercie tous les enseignants qui ont contribué a notre formation et qui nous ont fournit un enseignement de qualité tout au long de notre cursus universitaire.

Nos remerciements les plus sincères et les plus profonds sont adressés aux membres de jury pour l'honneur qu'ils nous ont accordé en jugeant ce travail, Notamment ;

*Mr : **BENADJAUD A** qui nous a fait l'honneur d'évaluer ce travail, et de présider ce jury*

*Mlle : **BENMOUHOU B H** d'avoir bien voulu s'intéresser à ce travail et d'accepter de l'examiner.*

Dédicaces

Avec l'expression de ma reconnaissance je dédie ce mémoire a ceux qui, quels que soient les termes employés, je n'arriverai jamais à leur exprimer mon amour sincère.

A la femme, qui n'a jamais cessée de me soutenir et de m'épauler pour que je puisse atteindre mes objectifs, qui n'a jamais dit non a mes exigences et qui n'a épargné aucun effort pour me rendre heureux, je t'offre ce modeste travail afin de te remercier pour tes sacrifices et pour l'affection dont tu m'a toujours entourée : Ma chère maman.

A l'homme, mon précieux offre de dieu qui doit tout mon amour et mon respect. Ce travail est le fruit de tes sacrifices que tu as consentis pour mon éducation et ma formation : Mon cher père.

A mon très cher frère Mahdi et mes chères sœurs Yasmine, Nesrine et Alycia.

A toute ma famille, mes proches et mes chères amis Halim, Lyna et Adel.

A monsieur Kasmi. K, Président de la Coopérative Agricole Polyvalente Soummam.

A mon Binôme, Ali avec qui j'ai eu le plaisir de partager ce travail.

Billal

Dédicaces

Tout d'abord on prie « ALLAH » de m'avoir donné la force et le courage de terminer mes études.

Je dédie ce modeste travail aux personnes qui me sont les plus chères au monde mes chers parents, je ne saurais jamais comment exprimer mes sentiments pour leurs sacrifices, tendresse et affection qu'ils ont toujours accomplis avec développement pour me permettre de réussir à ma vie, je leur souhaite une vie longue et prospère.

A mon cher binôme Billal avec lequel j'ai partagé ce travail, je lui souhaite plein de bonheur, réussite et une bonne santé.

Son aide scientifique et personnelle a été précieuse pour pouvoir surmonter des moments pas toujours faciles et avec qui j'ai eu le plaisir de partager les moments de bonheur.

A ma chère mère

A mes chers frères,

A toute la famille Lazga et Bouabid.

Ali

Liste des tableaux

Tableau I	Classification Botanique du <i>Ceratonia siliqua</i> L.	03
Tableau II	Principaux produits de caroube et leurs utilisation	14
Tableau III	Quelques données climatiques de la station météorologique Soummam Bejaïa de dix dernières années (2012/2022)	17
Tableau V	Matrice de corrélation de Pearson entre les traits relatifs aux feuilles.	37
Tableau VI	Matrice de corrélation de Pearson entre les variables et les espèces	37

Liste des figures

Figure n°01	Centres d'origine et distribution du caroubier dans le monde	05
Figure n°02	Allure de l'arbre du caroubier	06
Figure n°03	Racines du caroubier enfoncées dans les roches	07
Figure n°04	Différentes formes de tronc du caroubier	08
Figure n°05	Branches du caroubier	08
Figure n°06	Feuilles du caroubier	09
Figure n°07	Inflorescence du caroubier, mâle (a), hermaphrodite (b) et femelle (c)	10
Figure n°08	Gousses du caroubier	11
Figure n°09	Graines du caroubier	11
Figure n°10	Rendement d'un caroubier de 104 ans	12
Figure n°11	Principaux ravageurs du caroubier	15
Figure n°12	Situation géographique de la commune de Bejaia	16
Figure n°13	Situation géographique des périmètres d'étude	19
Figure n°14	Ensemble du matériel utilisé sur le terrain	20
Figure n°15	Schéma descriptif d'une feuille paripennée du caroubier	23
Figure n°16	Résultats du sexe des pieds inspectés dans chaque station	25
Figure n°17	Résultats du rendement des gousses dans les femelles de chaque station	26
Figure n°18	Résultats de l'état des pieds dans chaque station	27
Figure n°19	Résultats de type de cultivar dans chaque station	28
Figure n°20	Résultats moyens de la hauteurs des arbres et diamètres des houppiers dans les quatre stations d'étude	29
Figure n°21	Résultats moyens de la circonférence des troncs des arbres dans les quatre stations d'étude	30
Figure n°22	Résultats relatifs à la couleur des folioles et absence ou présence des folioles terminales du caroubier dans chaque station	31
Figure n°23	Résultats moyens relatifs au nombre de folioles par feuille chez le caroubier dans chaque station	32
Figure n°24	Résultats moyens relatifs à la longueur du pétiole des feuilles du caroubier dans chaque station	33
Figure n°25	Résultats relatifs à la longueur et la largeur moyennes des feuilles principales du caroubier dans chaque station	34
Figure n°26	Résultats relatifs à la longueur et la largeur moyennes des folioles basales du caroubier dans chaque station	35
Figure n°27	Résultats relatifs à la longueur et la largeur moyennes des folioles terminales du caroubier dans chaque station	36

Liste des abréviations

% : Pourcentage

° : Degrés

°C : Degrés Celsius

cm : centimètre

DSA : Direction des services agricoles

E : Ecart type

Fig : Figure

g : Gramme

Gps : Global positioning System

ha : Hectare

kg : Kilogramme

km : kilomètre

m : Mètre

Max : Maximum

Mg : Milligramme

Min : Minimum

mm : Millimètre

Moy : Moyenne

t : Tonne

Sommaire

Introduction	01
I. Synthèse bibliographique	03
I.1. Taxonomie et terminologie.....	03
I.2. Origine du caroubier.....	04
I.3. Distribution géographique	04
I.3.1. Dans le monde.....	04
I.3.2. En Algérie	05
I.4. Description botanique.....	06
I.4.a. Racine	06
I.4.b. Tronc et branches	07
I.4.c. Feuilles	09
I.4.d. Fleure	09
I.4.e. Fruits	10
I.4.f. Graine	11
I.5. Multiplication de caroubier.....	12
I.6. Exigence et rendement du caroubier	12
I.7. Intérêt et utilisation du caroubier	13
I.8. Les ravageurs et les maladies du caroubier	14
II. Matériel et Méthodes	17
II.1. Zone d'étude.....	17
II.1.1. Situation géographique de la commune de Bejaia.....	17
II.1.2. Situation climatique de Bejaia	18
II.2. Aperçu sur les périmètres d'études.....	19
II.3. Inspection et échantillonnage	20
II.4. Matériel utilisé	20
II.5. Mesures	21
II.5.1. Traits qualitatifs	21
A- Identification de genre	22
B- Etat des arbres	22
C- Nature des arbres	22
D- Type de feuilles	22
E- Production et rendement des gousses	22
II.5. 2. Traits quantitatifs	23
A- Localisation des champs de caroubier	23
B- Circonférence du tronc.....	23
C- Hauteur de l'arbre.....	23
D- Diamètre du houppier	23

E-Analyse morphologique des feuilles.....	23
II.6. Analyse statistique	24
III. Résultats et discussions.....	25
III.1. Résultats de la caractérisation des stations.....	25
III.1.1. Résultats du sexe ration.....	25
III.1.2. Résultats de rendement des gousses	26
III.1.3. Résultats de l'état des pieds.....	27
III.1.4. Résultats de type du cultiva	28
III.2. Résultats de la caractérisation dendrométrique	29
III.2.1. Résultats de la hauteur des arbres et du diamètre du houppier.....	29
III.2.2. Résultats de la circonférence des troncs.....	30
III.3. Résultats de la caractérisation des feuilles	31
III.3.1. Couleur et type des feuilles	31
III.3.2. Résultats aux nombre de folioles	32
III.3.3. Résultats relatifs aux pétioles	33
III.3.4. Résultats relatifs à la biométrie de la feuille principale	34
III.3.5. Résultats relatifs à la biométrie de la foliole basale	35
III.3.6. Résultats relatifs à la biométrie de la foliole terminale.....	36
III.4. Corrélations entre les différents traits analysés	37
Conclusion et perspectives	38
Références bibliographiques	40
Résumé	

Introduction générale

Le caroubier (*Ceratonia siliqua* L.) est une Caesalpiniaceae arborescente, spontanée ou cultivée, ses feuilles sont persistantes, composées paripennées comportant quatre à dix folioles ovales, d'une couleur vert au-dessus et plus clair en dessous (**Rajeb et al., 1991**). Il se présente généralement sous la forme d'un arbre très ombragé, avec un ou plusieurs troncs et une grande couronne au feuillage vert foncé (**Albanell, 1990**).

Le caroubier donc est une espèce agro-sylvo-pastorale dont les diverses utilisations permettent d'apporter des revenus complémentaires aux communautés rurales des zones de montagnes qui souffrent généralement d'une certaine précarité avec toutes ses implications sur l'état de conservation des ressources forestières (**Naggat et Lahssini, 2015**). En effet, l'espèce est d'une grande importance d'abord économique par la qualité de son bois, l'utilisation de ses gousses entière dans domaine commercial, la pulpe comme alternative du cacao et la poudre de ses graines qui peut constituer une source industrielle pour l'extraction de la gomme de qui utilisée par la suite comme stabilisateur et fixateur dans différents domaines de l'agroalimentaire (**Ait Chitt et al., 2007**); ensuite écologique en raison de son indifférence vis-à-vis de la nature du sol et de sa rusticité, sa tolérance à la sécheresse explique sa grande répartition dans les régions arides et semi-arides du climat méditerranéen (**Gharnit et al., 2001**).

En Algérie, le caroubier on le trouve généralement sous forme de peuplements spontanés dans les zones côtières et semi-arides (**Benmahioul et al., 2011**). La wilaya de Bejaïa c'est la région qui détient la plus grande surface cultivée de caroubier, plus de 50% de la production nationale est basée dans cette région (**DSA Bejaia, 2023**).

Le caroubier a fait l'objet de plusieurs travaux dans différents domaines de recherche à savoir : phytochimique (**Benmansour et al., 2020**), microbiologique (**Ben Ayache et al., 2021**), moléculaire (**Baumel et al., 2021**), écologique et biogéographique (**Mahdad et Gaouar, 2023**); ethnobotanique (**Bouchelouche et al., 2022**); caractérisation morphologique des feuilles (**Kocherane, 2021**).

Dans le but de valorisation de l'espèce, nous voulons apporter, par le présent travail, une première contribution pour l'étude de l'état du caroubier dans la région de Bejaïa, dont l'objectif consiste à effectuer une enquête sur le terrain dans quatre endroits situés dans la

commune de Bejaia et ses alentours dans le but de faire un inventaire de l'espèce dans la région et d'avoir des informations sur son état de conservation.

Pour ce faire, le choix porte sur quatre stations à savoir Gouraya et Cap carbon dans lesquelles le caroubier est spontané, ainsi que Taghzouyth et Amtik qui sont des stations cultivées. Des mesures dendrométriques des arbres et biométriques des feuilles sont établies pour caractériser le caroubier qui se trouve dans les dites stations

Dans ce mémoire, nous aborderons, en premier lieu, une synthèse bibliographique sur le caroubier (sur son origine, sa description botanique et ses exigences écologiques). Dans le second chapitre, nous donnerons une description des sites d'étude, nous présenterons ainsi la méthodologie et les mesures réalisés. Pour les résultats obtenus, seront discutés en troisième chapitre, en comparaison avec d'autres résultats. Enfin, nous terminerons par conclusion et perspectives.

Chapitre I

Synthèse bibliographique

1. Taxonomie et terminologie

Le mot caroubier provient de l'hébreu « Kharuv » qui est connu aujourd'hui sous le nom elkharrube (الخروب) en arabe, caroubier en français, carobtree en anglais, algarrobo ou garrofero en espagnol, carrubo en italien, alfarrobeira en portugais, Karubenbaum en allemand et charaoupi en grec (**Batlle et Tous, 1997**).

Scientifiquement le caroubier est appelé *Ceratonia siliqua* L., le nom du genre est construit sur keratia qui vient du grec signifiant « petite corne » en référence à ses fruits, la caroube (gousses en forme de cornes à maturité). Le nom d'espèce, siliqua désigne une silique ou gousse en latin (**Sbay, 2008**) qui a été proposé par Linné (**Albanell, 1990**).

L'espèce appartient à la sous-famille des Cesalpinaceae de la famille des Leguminosae (syn Fabaceae) (**Naghmochi et al., 2009**). Selon **Albanell (1990)**, la classification de Cronquist (1981) semble être la meilleure, d'un point de vue botanique, plus satisfaisante. Sa classification botanique est présentée dans le tableau I

Tableau. I. Classification Botanique du *Ceratonia siliqua* L. (Cronquist, 1981).

Règne	Plantae
Sous règne	Tracheobionta
Embranchement	Spermaphytes
Sous-embranchement	Magnoliophyta
Classe	Magnoliopsida
Sous-classe	Rosidae
Ordre	Fabales
Famille	Fabaceae
Sous-famille	Caesalpinaceae
Genre	<i>Ceratonia</i>
Espèce	<i>Ceratonia siliqua</i> L.

2. Origine du caroubier

Plusieurs auteurs ont projeté des hypothèses déférentes sur l'origine de l'espèce (*Ceratonia siliqua*). **Battle et Tous (1997)** ont synthétisé la revue bibliographique de l'origine de la plante dans laquelle ont cité que Valvilov (1951) et De Candolle (1983) l'ont décrit comme étant originaire de la méditerranée de l'Est (Turquie et Syrie), et du Sud de l'Arabie (Yémen) selon Schweinfurth (1894). D'après **Mahdad et Gaouar (2023)**, des recherches avancées multidisciplinaires, dont l'aspect paléobotanique de la recherche par la synthèse des données fossiles et du pollen présents dans les sédiments, a révélé la présence ancienne et continue du caroubier en Méditerranée de l'Ouest, alors que l'aspect phylogéographique a permet de déceler des groupes génétiques organisés en deux lignées, dans la première, d'entre elle, l'aire géographique est restreinte et elle réunie uniquement les populations de l'Andalousie et du sud du Maroc et dans la deuxième, la surface de répartition est large qui s'étale du Portugal au Liban (Fig. 01). Par conséquent, la méditerrané c'est la région qui détient les ressources génétiques les plus importantes de l'espèce (**Mahdad et Gaouar, 2023**).

3. Distribution géographique

3.1. Dans le monde

Le caroubier est répandu dans tout le bassin méditerranéen. On le trouve à l'état naturel principalement dans les pays suivants: Espagne, Portugal, Maroc, Grèce, Italie, Turquie, Algérie, Tunisie, Égypte et Chypre (**Benmahioul et al., 2011**). Il a été introduit par les britanniques dans certaines parties de l'Australie, ainsi qu'en Afrique du Sud et en Inde (**Battle et Tous, 1997**). Le caroubier, en raison de sa forte rusticité, il peut être cultivé dans les pays tropicaux à longue saison sèche (**Evreinoff, 1947**).

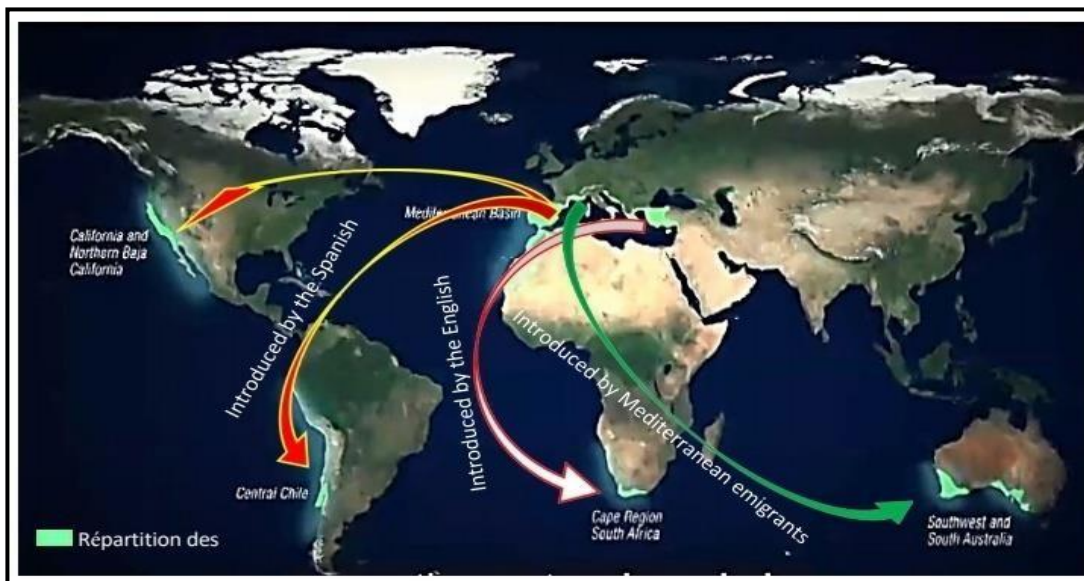


Figure n° 01. Centres d'origine et distribution du caroubier dans le monde (Mahdad et Gaouar, 2023).

3.2. En Algérie

Selon **Mahdad et Gaouar (2023)**, le caroubier en Algérie et au Maroc, est fort probablement cultivé puis domestiqué durant les civilisations Romaines et Musulmanes. Hors sa culture semble avoir été présente avant les conquêtes romaines et arabes, comme le montrent les noms amazighs donnés à l'espèce : " Tikida ", " Tissit " et " Ikidu " cités dans les travaux de Bertrand (1991) et Baba Aissa (1999) (**Mahdad et Gaouar, 2023**).

Actuellement, il pousse sous forme des boisements naturels ou sous forme des cultivars, il se trouve principalement dans la partie Nord d'Algérie (**Boublenza et al., 2019**). Son aire de répartition dans le Nord Algérien s'étale du Sahel Algérois jusqu'aux collines d'Oran et des coteaux Mostaganem Dahra, passant par la grande et la petite Kabylie par la vallée de la Soummam et l'Oued-Isser. A l'étage semi-aride chaud, sa répartition s'étend des plaines de Bône, de Mitidja. Passant par les vallées intérieures, l'aire géographique du caroubier descend jusqu'à Boussaâda (**Zitouni, 2010**).

4. Description botanique

Le caroubier est un arbre ou arbuste sempervirent à feuillage très dense et persistant. Il possède une cime très étalée et arrondie, son écorce est lisse et grise à l'âge jeune, elle est brune et rugueuse à l'âge adulte. Sa hauteur peut atteindre dans des conditions favorables la taille de 7 à 10 m jusqu'au 15 à 20 m. C'est un arbre à caractère xérophytique, il peut vivre jusqu'à 200 ans (Albanell, 1990; Batlle et Tous, 1997; Ait Chitt et *al.*, 2007; Benmahioul et *al.*, 2011).



Figure n° 02. Allure de l'arbre du caroubier (photo personnelle prise au site de Taghzouy, 2023)

a. Racines

Le système racinaire du caroubier est très fort, ses grandes racines, de type pivotant, peuvent atteindre une profondeur de 18 mètres ou plus (Ait Chitt et *al.*, 2007). Elles se ramifient en plusieurs racines latérales ou secondaires qui s'étendent jusqu'à 30 m à 40 m de longueur (Ait Chitt et *al.*, 2007). Selon Albanell (1990), le système racinaire du caroubier lui permet d'extraire le maximum de l'humidité et des nutriments sur une grande étendue de terre ce qui lui offre un avantage de supporter les conditions dures de l'aridité. De plus, ses racines peuvent s'enfoncer en profondeur dans des sols rocailloux (Fig. 03).



Figure n° 03. Racines du caroubier enfoncées dans les roches (photo personnelle prise au site de cap carbon, 2023)

b. Tronc et branches

Le tronc du *Ceratonia siliqua* L, est épais et très crevassé, il est tortueux comme l'olivier, qui peut atteindre 2 à 3 mètres de circonférence (Fig. 04). Son bois est blanc-jaunâtre à l'état jeune, rose veiné puis rouge foncé à l'état âgé (**Benmahioul et al., 2011**).

Selon **Albanell (1990)**, les branches du caroubier se présentent sous différentes formes (Fig. 05) :

- Branches principales : sont un peu plus âgées et généralement épaisses et tortueuses avec une tendance à l'horizontalité qui est due à leur poids et aux tailles de formation. Leur rôle principal est de servir comme élément de support à d'autres branches, des fois elles sont même productives par des rejets;
- Branches secondaires : sont de taille moyenne avec une tendance à être plus au moins érigées surtout dans la partie supérieure de la couronne, Elles constituent les principales branches de production;

▪ Rameaux : sont de taille plus petite comparativement aux branches secondaires, ils sont situés dans la partie externe de la couronne. Ils sont flexibles avec une écorce lisse recouverte de lenticelles qui permettent les échanges gazeux avec l'atmosphère;



Figure n°04. Différentes formes de tronc du caroubier (photos personnelles. Site de Gouraya (A-B), site de Taghzouyth (C-D), 2023).



Figure n°05. Branches du caroubier (photo personnelle prise au site de Taghzouyth, 2023)

c. Feuilles

Les feuilles sont persistantes, leurs longueurs sont en moyenne de 10 à 20 cm, elles se caractérisent par un pétiole sillonné sur la face interne et un rachis portant de 8 à 15 folioles, opposés ayant une longueur de 3 à 7 cm (Fig. 06). Elles sont coriaces, entières, ovales à elliptiques, paripennées, légèrement échancrées au sommet avec une couleur vert noir brillante à la face supérieure et vert pâle à la face inférieure. Le caroubier perd ses feuilles chaque deux ans et elles sont renouvelées en printemps (Avril et Mai) de la même année (**Ait chitt et al., 2007**).



Figure n°06. Feuilles du caroubier (photo personnelle prise sur les feuilles échantillonnées au site de Gouraya, 2023).

d. Fleurs

Les fleurs sont groupées en grappes axillaires, à corolle nulle avec 5 sépales minuscules (Fig. 07), le disque nectarifère est bien visible (**Aafi, 1996**). **Ait chitt et al., (2007)** rapportent que la morphologie florale du caroubier varie d'une référence à une autre, par exemple il existe des :

- Inflorescences mâles à fleurs caractérisées par des étamines à longs filaments et à pistil non développé;
- Inflorescences mâles à fleurs caractérisées par des étamines courtes et un pistil non développé;
- Inflorescences hermaphrodites à fleurs avec des étamines et un pistil bien développé;
- Inflorescences femelles avec un pistil bien développé et des étamines rudimentaires;

- Inflorescences polygames comportant des fleurs femelles, des fleurs mâles et des fleurs hermaphrodites.

Les floraisons femelles apparaissent à partir du mois de Juillet, tandis que les fleurs mâles apparaissent de mois d’Août au mois de Septembre, par ceci le caroubier est considéré comme la seule espèce, de la région méditerranéenne, qui fleurisse en été (Benmahioul et al., 2011).

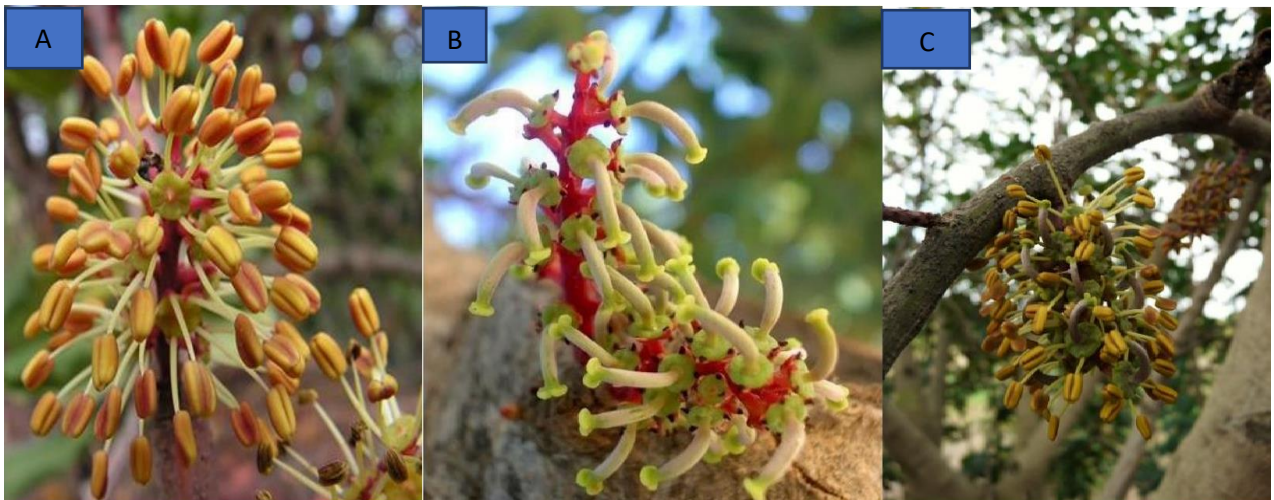


Figure n° 07. Inflorescence du caroubier, mâle (a), femelle (b) (Chial, 2020) et hermaphrodites (c) (<https://capte.io/caroubier-et-symbioses-une-histoire-mediterraneenne-ancienne-revisitee-la-suite/amp/>, consulté le 15/06/2023).

e. Fruits

Les gousses ou les caroubes sont des fruits indéhiscent, de 10 à 30 cm de longueur et de 1,5 à 3 cm de largeur. Leur développement est très long, ils prennent 10 à 11 mois, d’abord les gousses apparaissent avec une couleur verte (Fig. 08). En Novembre-Décembre puis elles deviennent brunes foncées en Juillet de l’année suivante lorsqu’elles ont atteint le stade de maturité. Chaque caroube pèse une quinzaine de grammes et elle a 10 à 15 graines à l’intérieur de la pulpe charnue (Sbay, 2008).



Figure n° 08. Gousses du caroubier (photo personnelle prise au site de Taghzouyth 2023).

f. Graines

Les graines du caroubier sont petites et aplaties, avec une forme presque ovale (Fig. 09), et un pôle basal tronqué et écrasé en zone apicale (**Albanell, 1990**). Leurs dimensions varient de 8 à 10 mm de longueur sur 6 à 8 mm de largeur et 3 à 5 mm d'épaisseur (**Batlle et Tous, 1997**). Ces graines présentent une dureté et une imperméabilité importante, leur couleur est brune foncée et brillante avec un poids régulier. Ses différents constituants sont : les téguments (30 à 33 %), l'endosperme (42 à 46 %) et l'embryon (23 à 25%) (**Sbay, 2008**).



Figure n° 09. Graines du caroubier (photo personnelle prise au site de Taghzouyth 2023).

5. Multiplication du caroubier

La multiplication du caroubier peut se faire de différentes manières (**Ait Chitt et al., 2007**).

❖ Premièrement la multiplication par la méthode classique des semis qui est la plus utilisée malgré ses inconvénients (exemple l'entrée très tardive en production qui peut prendre plus de 8 ans);

❖ Deuxièmement, la multiplication par le bouturage qui est une technique végétative possible mais limitée en pratique;

❖ Troisièmement, la multiplication par la culture, *in vitro*, qui consiste à placer un fragment de plante dans un milieu nutritif en conditions plus ou moins aseptiques et à multiplier en plusieurs exemplaires. Mais cette technique n'est pas encore bien maîtrisée surtout au stade enracinement;

❖ Enfin, la multiplication par greffage qui est la seule technique efficace et maîtrisée pour la propagation du caroubier. Cette technique permet au plant produit (fils) de garder toutes les caractéristiques (racines profondes, rusticités, résistances aux maladies) du plant initial (mère).

6. Exigence écologique et rendement du caroubier

D'après **Evreinoff (1947)**, l'exigence écologique du caroubier s'appuie sur le type du sol, du climat et de l'exposition. La culture de cette espèce peut se faire avec succès dans des terrains profonds, riches en chaux et perméables. Le caroubier supporte bien les terrains salins, les terrains caillouteux et arides. En ce qui concerne le climat, il semble, d'après le même auteur, que le climat méditerranéen lui est favorable pour plusieurs raisons : un hiver doux, précipitations abondantes en automne et notamment l'été qui est chaud, sec avec des températures moyennes (24°C) en Juillet. Ces conditions offrent un microclimat favorable à la floraison et la fructification de l'espèce (**Evreinoff 1947**).

Le rendement du caroubier varie avec l'âge de l'arbre, il commence à produire des gousses à partir de l'âge de 6 ans. La production croît progressivement avec l'âge et se stabilise entre 40-50 ans pour atteindre 100 à 200 kg/arbre (**Naggar et Lahssini, 2015**). Par

exemple un arbre de 5 à 6 ans peut produire jusqu'à 4 à 5 kg de gousses (Fig.10). A l'âge de 20 ans, la production du caroubier arrive à une production très rentable, dont le rendement peut varier de 40 kg à 300 kg (Evreinoff, 1947).



Figure n° 10. Rendement d'un caroubier de 104 ans (photo personnelle prise au site de Taghzouyth 2023).

7. Intérêt et utilisation du caroubier

Selon Benmahioul et al. (2011), le caroubier est une essence agro-sylvo-pastorale offrant de nombreux avantages et intérêts. De point de vue écologique, le caroubier est parmi les espèces recommandées pour le reboisement des zones arides et dégradées, c'est une ressource précieuse pour lutter contre l'érosion sur les terres (Sbay, 2008). Il peut être utilisé comme plante ornementale, notamment aux bords des routes pour l'ombre qu'il peut leur fournir (Batlle et Tous, 1997).

L'intérêt industriel de *Ceratonia siliqua* L. est principalement basé sur ses fruits (Tab.II). Ces derniers apportent des valeurs nutritives (fibres, protéines et sucres) à la nutrition humaine, ainsi qu'elles peuvent contribuer dans l'augmentation des revenus des communautés locales (Bouchelouche et al., 2022). La pulpe de caroube contient une grande quantité

d'hydrates de carbone, principalement le saccharose (Mahtout et al., 2018). Elle peut donc constituer un ingrédient alimentaire, nutritionnel et diététique dont sa poudre peut remplacer avec excellence le cacao (Salih et Jilal, 2020). La caroube peut représenter également une bonne alternative aux matières premières des aliments d'élevage, notamment l'aviculture, elle permet ainsi d'améliorer la qualité de viande de ces animaux (Mahmoudi et al., 2022). La caroube et ses graines peuvent être impliquées dans plusieurs voies contribuant à l'activité antioxydante au moyen de leurs composants bioactifs (Ben Ayache et al., 2020) et même dans le domaine médical principalement contre quelques bactéries au moyen de ses propriétés antimicrobiens (Ben Ayache et al., 2021). De plus, la graine de caroube est riche en protéines et de l'acide pythique (Mahtout et al., 2018), donc elle peut constituer une source industrielle pour l'extraction de la gomme de qui utilisée par la suite comme stabilisateur et fixateur dans différents domaines de l'agroalimentaire (Biner et al., 2007). Aussi dans plusieurs domaines comme en imprimerie, en photographie, en industrie textiles, les matières plastiques, l'encre, le cirage et les matières adhésives (Batlle et Tous, 1997).

Tableau. II. Principaux produits de caroube et leurs utilisation (Batlle et Tous, 1997).

Produit	Utilisation
Pulpe	Alimentation humaine et animale ; Extraction des sucres, alcool et tanins
Poudre	Substituant du cacao
Graines	Extraction de la gomme de caroube utilisée comme additif alimentaire

8. Ravageurs et les maladies du caroubier

Bien que le caroubier est une espèce résistante aux attaques des phytophages, il peut cependant dans certaines conditions faire l'objet quelques-unes de ces attaques (Fig.11). Selon Sbay (2008), les folioles du caroubier peuvent être attaquées par le sphaerella (*Sphaerella cuprea*). Le tronc et les branches peuvent être les parties hôtes de la larve de *Zeuzera pyrina* L. De plus, les gousses peuvent être infestées par un petit polyphage, la pyrale du caroubier (*Myelois ceratoniae* Z.) qui pond ses œufs sur les fleurs ou sur les nouvelles gousses, par la suite, les larves pénètrent à l'intérieure des gousses. Les gousses jeunes ne sont pas à l'abri, leur déformation peut être provoquée par le champignon (*Oidium ceratoniae*). Les rongeurs,

surtout les rats, peuvent ainsi dans certaines conditions, grimper sur les arbres et ronger l'écorce jusqu'à ce que les branches meurent (Sbay, 2008).



Figure n°11. Principaux ravageurs du caroubier, *Zeuze rapyrina* (A), *Oidium ceratoniae* (B) et *Sphaerella cuprea* (C) (Ghena et Haddad, 2021) ; et *Xylosandrus compactus* (D) (Gugliuzzo et al., 2019).

Chapitre II

Matériel et méthodes

1. Zone d'étude

1.1. Situation géographique de la commune de Bejaia

Bejaia ou Vgayeth en berbère, est une commune Algérienne située au bord de la méditerranée, à 220 km à l'Est d'Alger. Elle est le chef-lieu de la wilaya de Béjaïa et de la daïra de Bejaïa, en Kabylie (Fig.12).

Administrativement, la commune est limitée au :

- Nord/Nord-Ouest par la mer Méditerranée ;
- Nord-Ouest par la commune de Toudja ;
- Sud/Sud-Est par la commune de Tala Hamza ;
- Sud/Sud-Ouest par la commune d'Oued-Ghir ;
- Sud par la commune de Boukhelif (APC Bejaia, 2023).

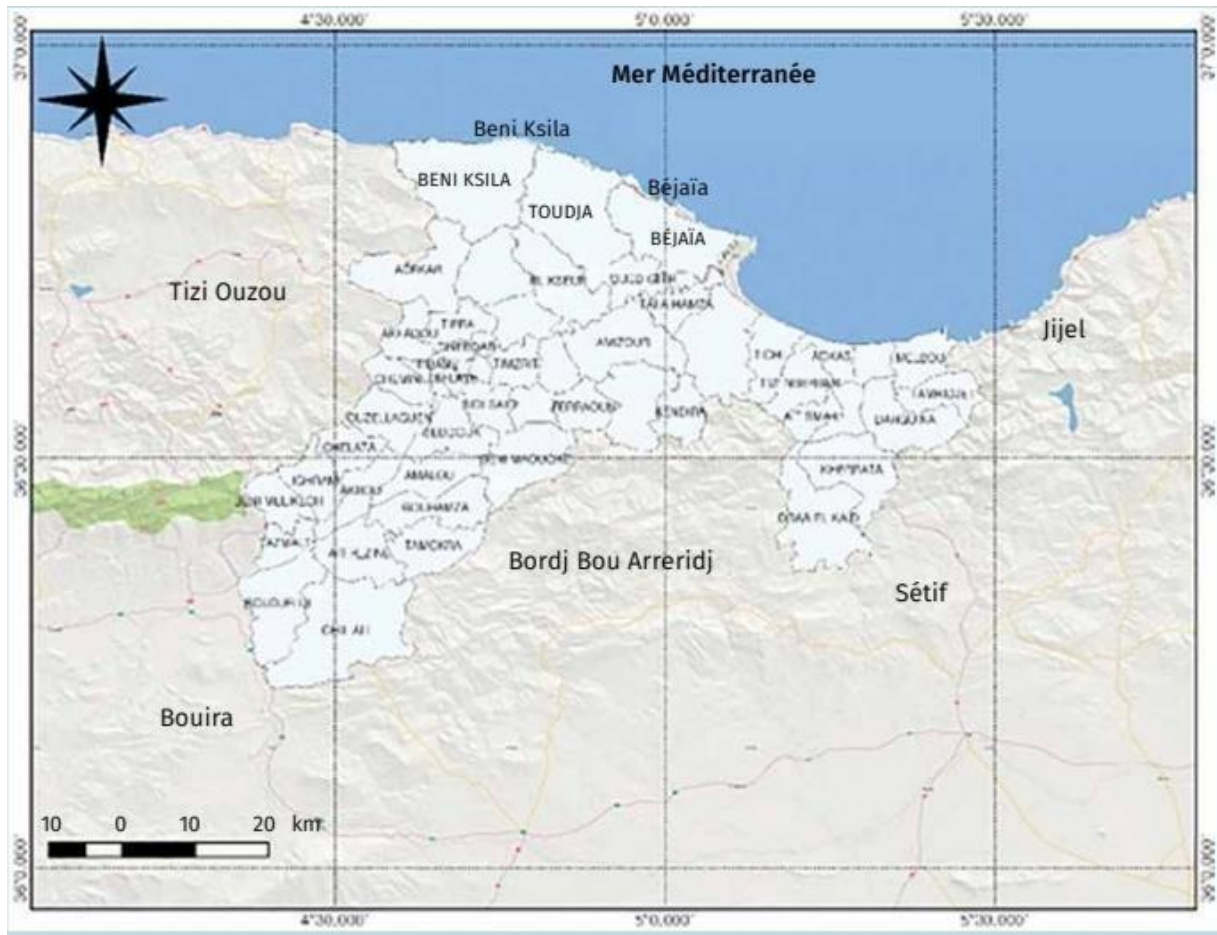


Figure n° 12. Situation géographique de la commune de Bejaia (INCT, 1998 in Mennad et al., 2021)

1.2. Situation climatique de Bejaia

Prendre en considération les facteurs climatiques c'est très important dans l'étude de l'état du caroubier, puisque le climat rentre dans l'exigence écologique du caroubier qui lui impose son développement (Evreinoff, 1947). Selon les données de la station **D.R.E.W.Bejaia, (2023)**, la ville de Bejaia fait partie du bassin versant de la Soummam caractérisé par un climat méditerranéen humide avec un léger changement de température saisonnière. Elle possède une pluviométrie et une humidité importante par rapport aux autres régions de l'Algérie. Les températures moyennes sont globalement douces (18 °C), les températures minimales moyennes varient de 13 à 14 °C, tandis que les températures maximales moyenne sont évaluées à 24 °C. Concernant la vitesse du vent, la vitesse moyenne annuelle la plus élevée que nous avons remarqué, est à 13,4 Km/h, par contre la plus faible est à 7.6 Km/h (Tab. III).

Tableau. III. Quelques données climatiques de la station météorologique Soummam Bejaïa de dix dernières années (2012/2022) (SMSB, 2023).

Année	T	TM	Tm	PP	V	RA	SN	TS	FG	TN	GR
2012	18.0	23.6	13.6	1373.41	10.0	93	2	37	1	0	2
2013	17.7	22.9	13.4	917.13	9.4	120	0	45	2	1	5
2014	18.6	24.0	14.2	729.98	11.1	79	0	37	0	0	1
2015	18.3	23.7	13.8	509.49	8.5	75	1	39	2	0	2
2016	18.7	23.8	14.1	679.45	7.6	85	0	38	1	1	2
2017	18.4	23.2	14.0	821.72	13.3	82	0	33	1	0	2
2018	18.2	22.6	13.8	807.24	13.1	98	0	36	0	0	0
2019	18.2	23.0	13.6	737.34	13.4	86	0	49	1	0	0
2020	18.0	22.8	13.3	637.55	11.4	80	1	41	0	0	0
2021	18.6	23.0	14.1	605.78	11.3	96	0	44	1	0	2
2022	19.0	24.1	14.4	367.82	11.6	79	0	46	2	0	0

- T** Température moyenne annuelle
TM Température maximale moyenne annuelle
Tm Température minimale moyenne annuelle
P Précipitation totale annuelle de pluie et/ou neige fondue (mm)
V Vitesse moyenne annuelle du vent (Km/h)
RA Total jours de pluie durant l'année
SN Total jours de neige durant l'année
TS Total jours de tempête durant l'année
FG Total jours de brouillard durant l'année
TN Total jours de tornades ou nuages en entonnoir durant l'année
GR Total jours de grêle durant l'année.

2. Aperçu sur les périmètres d'études

Ce travail, qui consiste à la description de l'état du caroubier de Bejaia, il a été réalisé au niveau de quatre stations qui font partie de la commune de Bejaia. Donc nous avons essayé de toucher tous les périmètres de la commune, de l'Est jusqu'à l'Ouest, et cela sur différentes altitudes (Fig.13). Il s'agit de la station de Gouraya, de Cap carbon, de Taghzouyth et d'Amтик dont nous avons effectué deux sorties pour chaque station. Les populations du caroubier, inspectées et échantillonnées dans ces stations, sont situées à des expositions différentes, donc leur bioclimat est différent.

- Gouraya et Cap carbon ce sont des sites naturels situés à l'intérieur du Parc National du Gouraya, sur des coordonnées géographiques de 36° 46' 15" Nord, 5° 04' 52" Est et 36° 46' 35" nord, 5° 06' 18" est (respectivement). L'altitude dans ces deux sites est en moyenne de 400 mètres.
- Taghzouyth est un village urbain situé à 2 km de l'Ouest du campus Targua ouzemour, sur des coordonnées géographiques de 36° 45' 21" Nord, 5° 01' 03" Est. Le site échantillonné dans ce village est appelé Tomlilte, qui est un agroécosystème appartient au domaine privé situé à une altitude de 150 mètres. Le caroubier et le sol en général dans ce site est bien suivi, il subit un travail et un entretien continue durant toute l'année. Ce village connaît une urbanisation massive et anarchique, qui avait détruit toutes la diversité biologique de la région.
- Amтик est un village rurale situé à 7 km de l'Ouest du campus Targua ouzemour, sur des coordonnées de 36° 46' 08" Nord, 4° 57' 24" Est. Le champ échantillonné est situé à une altitude de 550 mètres, sa végétation est de type maquis elle est caractérisée par la dominance du pin d'Alep.

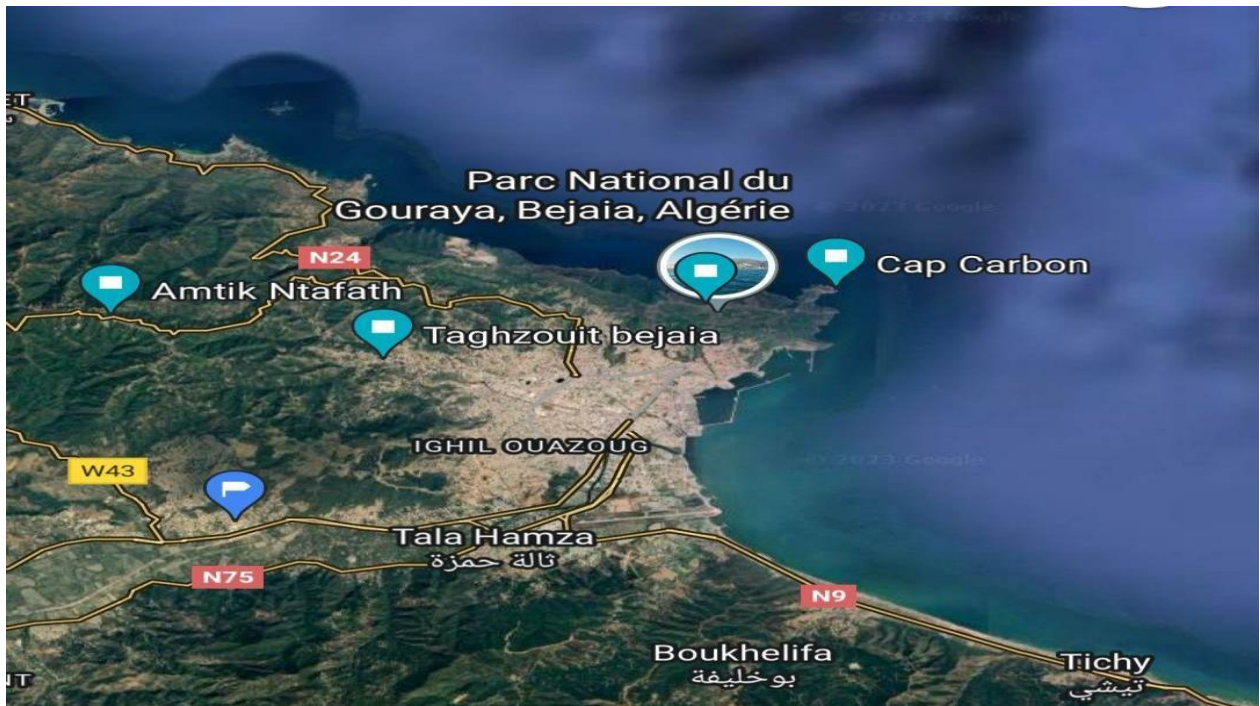


Figure n° 13. Situation géographique des périmètres d'étude (📍 emplacement des stations d'étude dans la carte satellitaire).

3. Inspection et échantillonnage

L'échantillonnage a été effectué en mois de mars, avril et mai 2023 dans les quatre stations, Pour la méthode d'échantillonnage utilisée, nous avons opté pour la méthode d'échantillonnage aléatoire et simple, et nous avons pris des pieds éloignés les uns des autres et selon leur accessibilité.

4. Matériel utilisé

Pour le travail de terrain nous avons fait appel au matériel suivant (Fig.14) :

- Appareil photo ;
- Récepteur GPS ;
- Décamètre ;
- Une perche graduée ;
- Feuille millimétré.

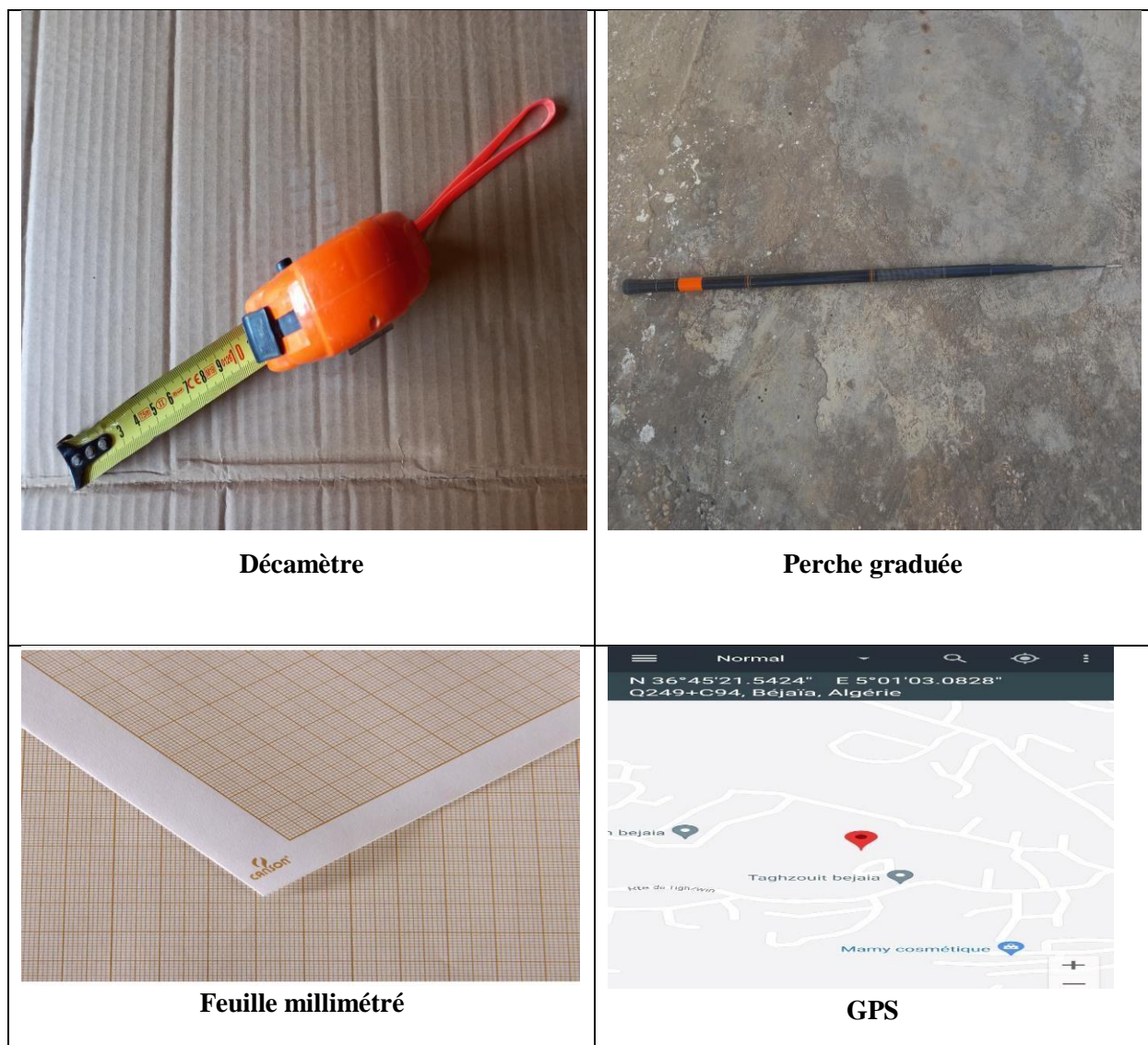


Figure n° 14. Ensemble du matériel utilisé sur le terrain (photos personnel), GPS (application smartphone).

5. Mesures

5.1. Traits qualitatifs

Les arbres ont été caractérisés sur la base des observations à l'œil nu, nous nous sommes référés à la démarche suivie dans des travaux qui ont été déjà réalisés sur le caroubier dans les autres régions du pays (Hadim et Habbi, 2020 ; Ghena et Haddad, 2021 et Koucherane 2021).

A- Identification du genre

Cette identification s'est basée sur le repérage des gousses ou d'inflorescences (Mâles ou Femelles). Les sujets notés comme mâles sont ceux qui avaient sur les rameaux les restes des inflorescences mâles (étamines) des années précédentes. Pour les sujets notés comme femelles, nous nous sommes basés sur la présence des gousses au sol et sur les rameaux. Pour les autres sujets qui n'ont pas des signes de reproduction et qui n'ont ni gousses ni étamines, ils sont considérés comme indéterminés.

B-Etat des arbres

L'état des arbres a été évalué selon les modalités suivantes : Vieux (sain ou malade) ; Jeune (sain ou malade).

C- Nature des arbres

Les populations du caroubier dans la station de Gouraya et du Cap carbon sont des pieds sauvages, la multiplication dans ces deux stations se fait naturellement puisque ces deux stations appartiennent au parc National du Gouraya, qu'est une aire naturelle et protégée qui ne subit aucune activité agricole. Tandis que dans les stations du Taghzouyth et Amtik, nous nous sommes basés sur les informations données par les propriétaires de ces stations.

Nous avons donc déterminé la nature de quelques arbres (Sauvage / Greffé).

D- Type de feuilles

Les feuilles ont été caractérisées par leur couleur (Vert foncé et Vert claire), et par la présence ou absence de la foliole terminale.

E- Production et rendement des gousses

La production de gousses vertes a été visualisée durant les sorties, et cette production a été évaluée selon les modalités suivantes : (25%) Faible, (50%) Moyenne, (75%) Bonne, (100%) Très bonne. Dans la partie résultats et discussions, les pourcentages 25%, 50%, 75% et 75% sont représentés dans l'histogramme par les chiffres 1,2,3 et 4 respectivement.

5.2. Traits quantitatifs

Les mesures quantitatives (sur les pieds et sur les feuilles du caroubier) ont été réalisées sur le terrain en utilisant le matériel précisé (Fig.14) et cela sur la base des variables suivantes :

A- Localisation des champs du caroubier

Pour localiser les sites, nous avons utilisé un récepteur GPS (Global Positioning System), qui est un système de navigation et de localisation par satellites, géré grâce à une application sur le smartphone.

B- Circonférence du tronc

La circonférence du tronc, a été mesurée en utilisant un décimètre que nous avons placé à la base des arbres. Pour les arbres qui contiennent plusieurs rejets, nous avons pris directement la circonférence du tronc le plus grand.

C- Hauteur de l'arbre

La hauteur des arbres a été prise à partir de niveau du sol jusqu'à l'extrémité du bourgeon terminal. Elles sont mesurées à l'aide d'une perche graduée.

D-Diamètre du houppier

Le diamètre total du houppier est la largeur de ses deux extrémités, Sa mesure a été difficile, vu que certains pieds étaient positionnés sur des pentes à accès difficile. Donc nous avons mesuré ce paramètre à l'aide d'un décimètre.

E-Analyse morphologique des feuilles

Les échantillons ont porté sur des feuilles qui proviennent de tous les pieds du caroubier échantillonné dans les quatre stations. Ces feuilles ont été récoltées aléatoirement et nous avons pris cinq feuilles pour chaque pied (nous avons pris de toutes les directions de l'arbre), soit au total 82 arbres, donc 410 feuilles sur l'ensemble des quatre stations. Pour les

traits mesurés, nous nous sommes basés sur la méthode qui a été déjà citée par **Gharnit, et al., (2005)**, nous avons donc mesuré, la longueur et la largeur de la feuille pétiole compris; la longueur du pétiole; le nombre de folioles par feuille; la longueur et la largeur des folioles basales et terminales (Fig.15). Nous avons utilisé dans cette partie, une règle graduée et un papier millimétrique.

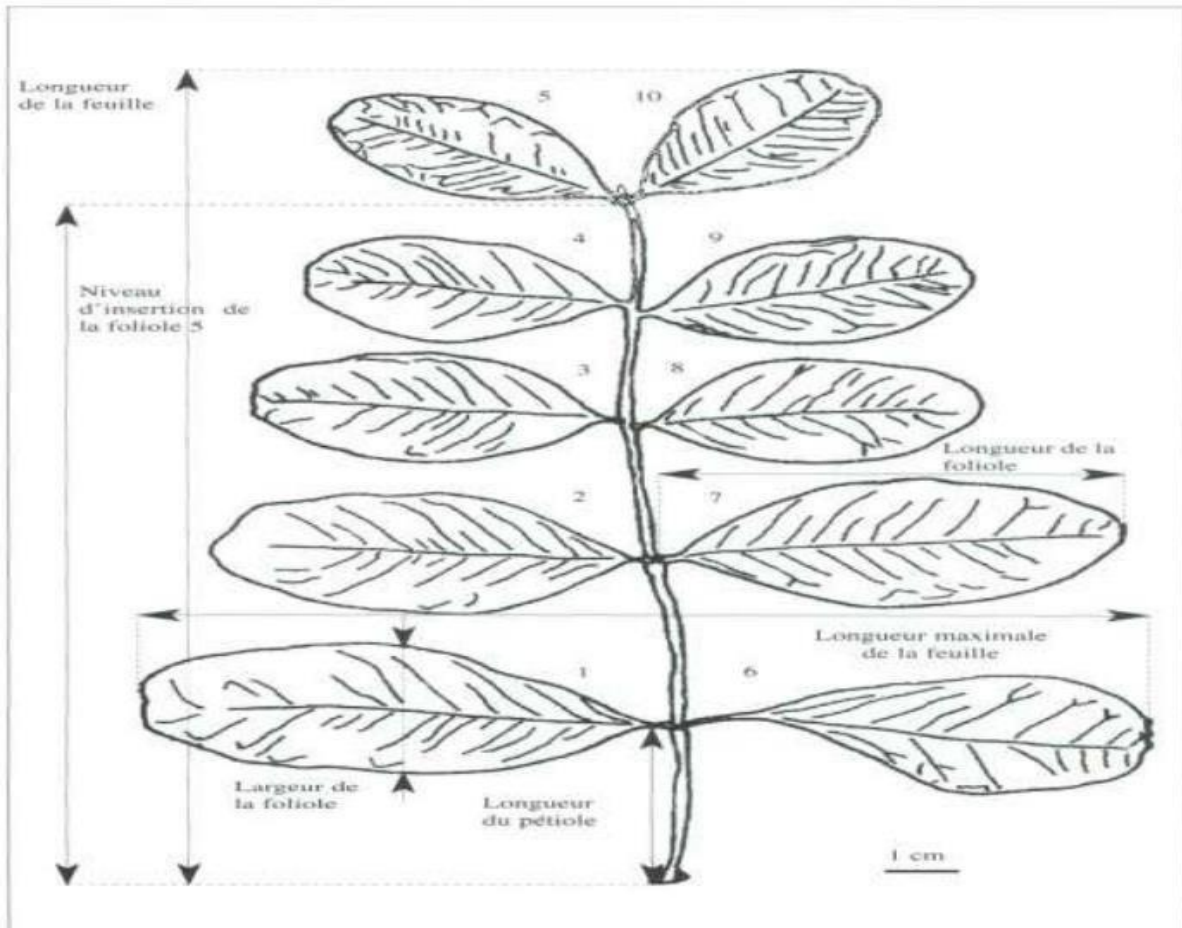


Figure n° 15. Schéma descriptif d'une feuille paripennée du caroubier (Gharnit et al., 2005).

6. Analyse statistique

Les résultats obtenus, pour les traits quantitatifs (dendrométrie et biométrie des feuilles et leurs parties), sont exprimés en moyenne \pm écart type, puis ils sont soumis à une analyse de corrélation de Pearson afin de mettre en évidence les éventuelles corrélations entre les traits analysés pour l'ensemble des stations.

Chapitre III

Résultats et discussions

1. Résultats de la caractérisation des arbres dans les quatre stations

1.1. Sexe ration

La première description que nous avons réalisée sur le terrain est la détermination du sexe des arbres que nous avons trouvé dans les différentes stations (Fig.16).

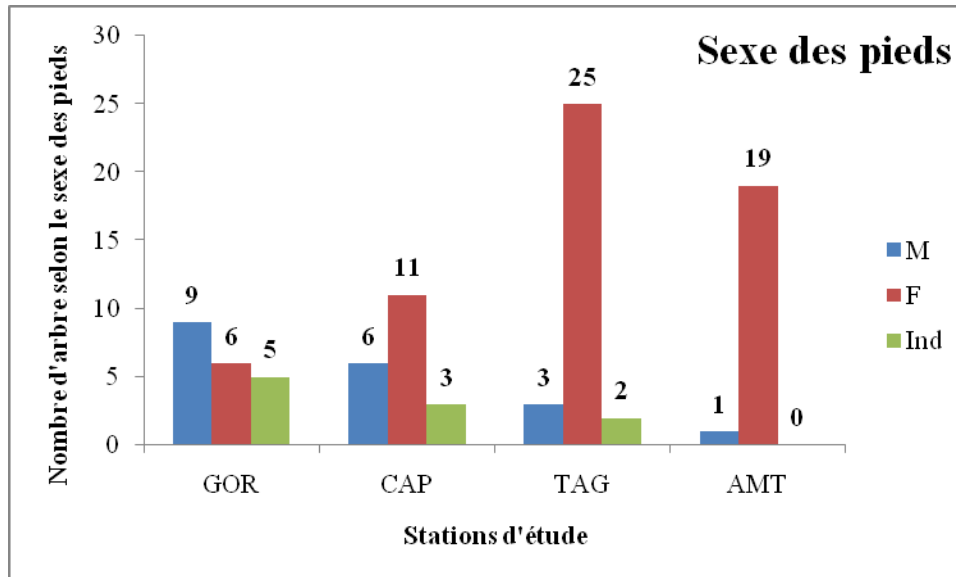


Figure n° 16. Résultats du sexe des pieds inspectés dans chaque station
GOR: Gouraya; CAP: Cap carbon; TAG: Taghzyout; AMT: Amtik

Dans les stations Cap carbon, Taghzyouth et Amtik, nous avons constaté plus de pieds femelles que ceux de mâles avec un effectif allant de 11 à 25, tandis que dans la station de Gouraya, le résultat est carrément le contraire, où nous avons remarqué plus d'arbres mâles par rapport aux femelles.

Vu l'absence des organes reproducteurs chez quelques sujets, ces derniers sont classés comme arbres de sexe non déterminé où ils sont trouvés, dans trois stations, avec un effectif qui est carrément inférieure à celui des deux autres genres. Cependant, dans la station d'Amtik le sexe de tous les arbres a été déterminé.

Sur l'ensemble des sujets inventoriés dans les stations cultivées à savoir Taghzyouth et Amtik, 85.5% sont des arbres femelles, 9.5% sont des mâles et seulement 5% sont les arbres à sexe indéterminé. Nos résultats sont en adéquation avec ce qui été révélé par **Ait Chitt et al., (2007)** qui avaient décrit qu'il est nécessaire d'avoir un ratio adéquat de pollinisateurs par rapport aux plants femelles à savoir un pied mâle pour l'équivalent de 8 à 12 pieds femelles.

Pour les stations spontanées (Gouraya et Cap carbon), on a remarqué sur l'ensemble des pieds inventoriés, 42.5% sont des arbres femelles, 37.5% sont des mâles et seulement

20% sont les arbres à sexe indéterminé, donc des valeurs un peu rapprochées. De plus, puisque la multiplication du caroubier dans ces deux stations se fait par semis mais d'une façon naturelle, donc nos résultats corroborent ceux donnés dans la littérature. D'après **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% des mâles improductifs.

1.2. Rendement des gousses

Le rendement des arbres femelles en gousses est mentionné dans la figure ci-dessous

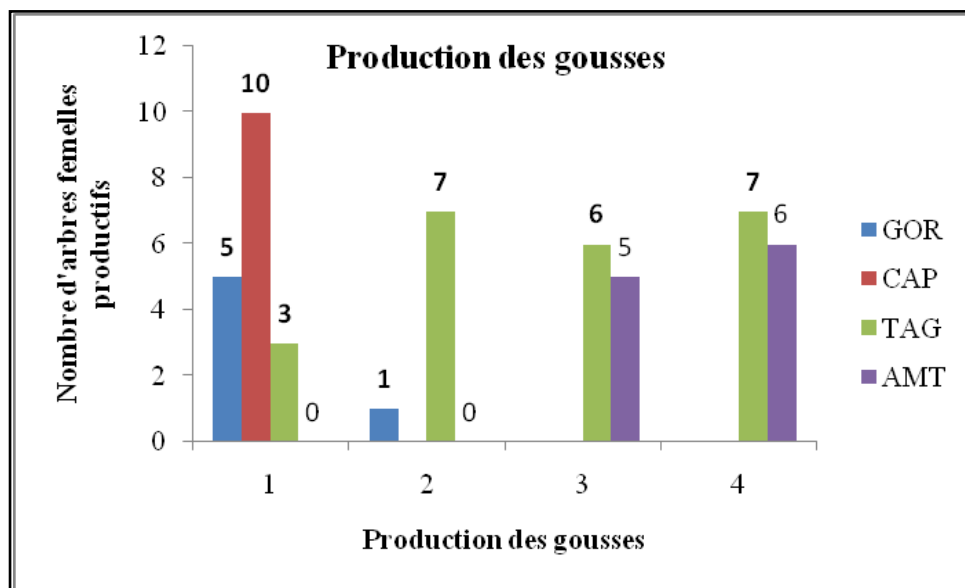


Figure n° 17. Résultats du rendement des gousses dans les femelles de chaque station.

GOR: Gouraya; CAP: Cap carbon; TAG: Taghzyout; AMT: Amtik
1: faible production; 2: production moyenne; 3 : bonne production; 4 : très bonne production

La production en gousses de caroube dans l'ensemble des stations est totalement variable, à Taghzyouth on a remarqué plusieurs classes, 13 arbres ont été notés comme arbre de bonne à très bonne production (soit plus de 50% de l'ensemble des femelles productive dans la station), 07 arbres ont été classés en production moyenne et seulement 03 pieds sont classés à faible production (Fig.17). Contrairement aux stations Cap carbon et Gouraya dans lesquelles tous les arbres femelles échantillonnés ont été notés à faible production et seulement un arbre qui est noté en production moyenne au niveau de la station de Gouraya. Pour la station d'Amtik dont la production semble être la meilleure, tous les arbres ont été classés entre bonne et très bonne production.

Dans l'ensemble des stations et en comparaison, le rendement en gousses est plus important dans les stations cultivées que dans les stations spontanées. D'après les

informations de propriétaire de site du Taghzouy, sur l'ensemble de pieds échantillonnés (25 arbres productif), la production de gousses est estimée de 1.4 à 1.8 tonne par année.

Donc nos résultats sont comparables à ceux de la littérature, en effet, d'après **Batle et Tous (1997)**, qui ont confirmé que le rendement en gousses dépend exclusivement des conditions du milieu, des cultivars, de l'âge, de l'année et des soins culturaux appropriés.

1.3. Etat des pieds

Par ce caractère nous avons essayé de rechercher les différentes blessures ou attaques qui ont touché les pieds pour déterminer l'état de santé de l'arbre. La figure n° 18 rapporte les résultats de ce caractère.

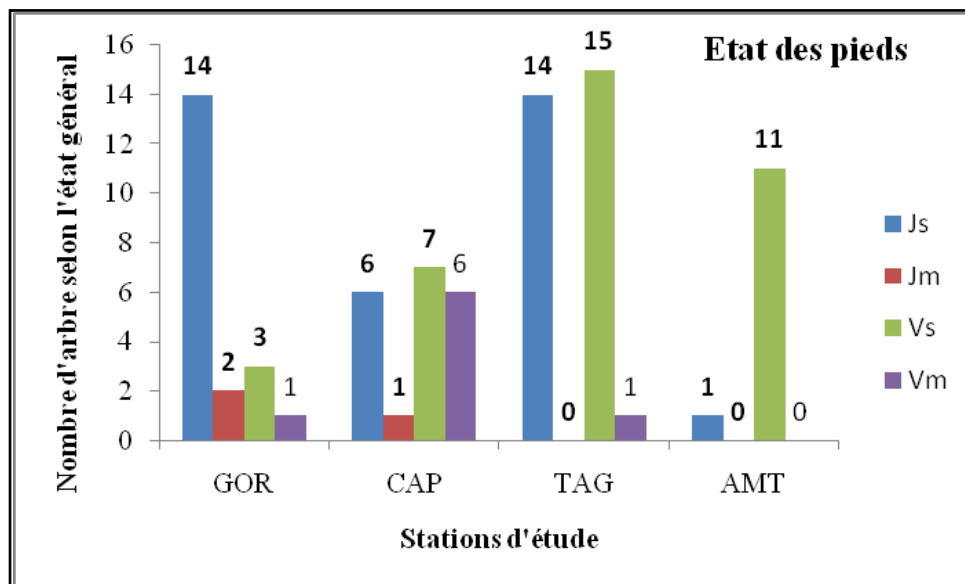


Figure n° 18. Résultats de l'état des pieds dans chaque station

GOR: Gouraya; CAP: Cap carbon; TAG: Taghzyout; AMT: Amtik
Js: Jeune sain; Jm: Jeune malade; Vs : Vieux sain; Vm : Vieux malade

La figure ci-dessus montre que la majorité des arbres sains (vieux et jeunes) ont été enregistrés dans l'ensemble des stations avec un effectif qui varie de 12 à 29, tandis que les pieds malades ont été constatés généralement dans les stations spontanées (Gouraya et Cap carbon) et seulement un sujet malade qui est enregistré au niveau des stations cultivées. Donc cela peut être dû à l'entretien que subit les deux stations cultivées durant toute l'année.

Pour les sujets âgés, ces derniers ont été constatés dans toutes les stations avec un effectif supérieur par rapport aux pieds jeunes, sauf dans la station de Gouraya où nous avons enregistré plus de sujets jeunes que ceux âgés. En général et sur l'ensemble des sujets

inventoriés on a trouvé plus de pieds vieux que de pieds jeunes. En effets, d’après **Mahdad et Gaouar (2023)**, le caroubier dans l’ensemble du bassin méditerranéen est vieux.

1.4. Type du cultivar

Dans les stations de Gouraya et du Cap carbon, tous les pieds du caroubier inspectés sont sauvages (spontanés). *Ceratonia siliqua* L. ils poussent naturellement dans les deux stations. Néanmoins, le caroubier dans les deux autres stations (Taghzouyth et Amtik) se trouve à l’intérieur des parcelles privées, dans lesquelles on peut rencontrer des pieds greffés. Le résultat de type du cultivar dans les deux stations est rapporté dans la figure n ° 19.

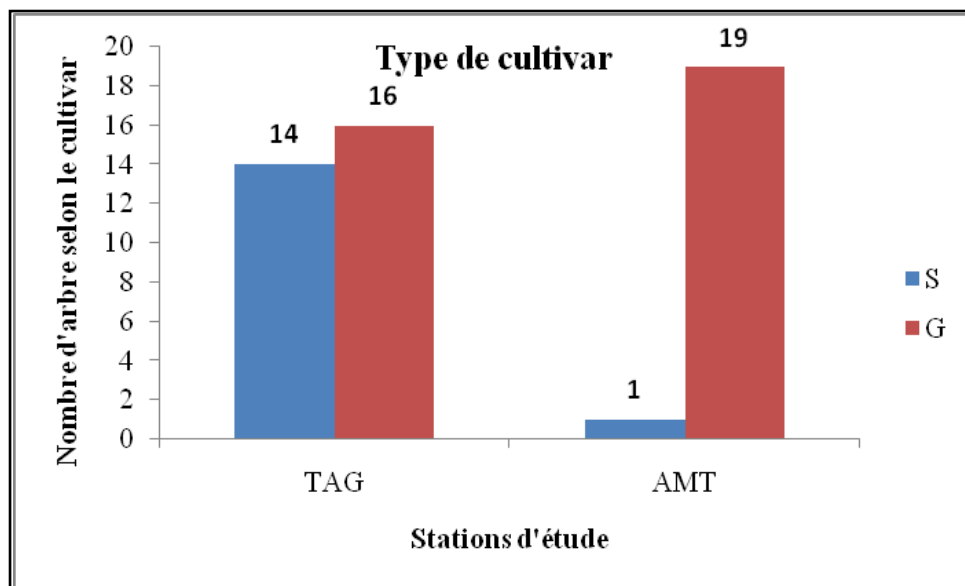


Figure n° 19. Résultats de type de cultivar dans chaque station
TAG: Taghzyout; AMT: Amtik; S: sauvage ou spontané; G: greffé.

Dans la station Taghzouyth on a observé 16 pieds greffés et 14 spontanés, en effet, à l’origine, tous les arbres femelles de cette station ont été greffés, à cause des incendies quelque arbre ont été brûlés ensuite ils sont régénérés par des rejets sauvages (le retour à l’état d’origine). Pour la station d’Amtik, les arbres sont tous greffés sauf le pied mâle qui est maintenu à son état naturel.

Nos résultats confirment que la cultivation du caroubier dans ces deux villages est ancienne et date depuis longtemps. En effet, les riverains greffaient des tiges femelles de bonnes variétés sur les pieds sauvages pour améliorer la production des gousses de bonne

qualité. De plus, le greffage est considéré actuellement comme la meilleure technique de multiplication du caroubier (Ait Chit et al., 2007).

2. Résultats de la caractérisation dendrométrique

2.1. Hauteur des arbres et du diamètre du houppier

Les résultats dendrométriques (hauteurs des arbres et diamètres des houppiers) dans les quatre stations sont mentionnés dans la figure n° 20.

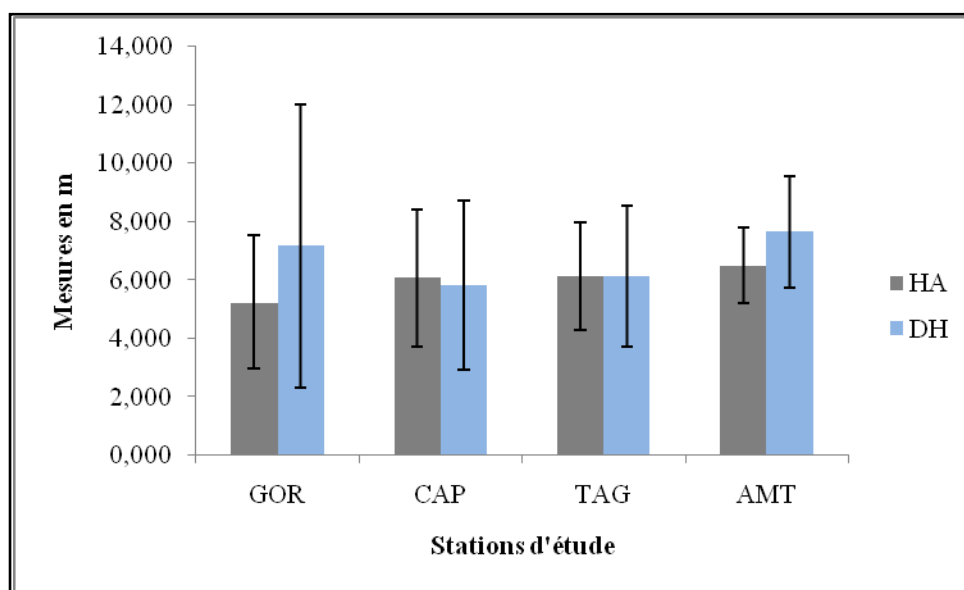


Figure n° 20. Résultats moyens de la hauteur des arbres et du diamètre des houppiers dans les quatre stations d'étude (HA: hauteur de l'arbre; DH: diamètre du houppier; GOR: Gouraya; CAP: Cap carbon; TAG: Taghzyout; AMT: Amtik)

La hauteur moyenne des arbres enregistrée dans toutes les stations d'étude varie de $5,24 \pm 2,27$ m à $6,5 \pm 1,29$ m, la valeur maximale est de l'ordre de 10 m et elle est enregistrée dans les stations Gouraya, Cap carbon et Taghzyouth, tandis que la valeur minimale est à l'ordre de 2 m et elle notée aussi dans la même station. Donc nos résultats concordent avec les données citées par Albanell (1990) (4 à 15 m) ; et par Seghir et al., (2016) (4 à 18 m).

Les valeurs de l'écart type sont élevées pour les stations Gouraya et Cap carbon soit 2,27 et 2,34 respectivement, ce qui témoigne la grande hétérogénéité entre les valeurs de la hauteur dans ces deux stations. Contrairement pour les stations Taghzyouth et Amtik dont on a remarqué une grande homogénéité des valeurs de la hauteur.

Pour la moyenne de diamètre du houppier des arbres dans les quatre stations, les valeurs enregistrées varient de $5,82 \pm 2,90$ m à $7,66 \pm 1,91$ m. La valeur la plus élevée est enregistrée à Gouraya soit 20 m, tandis que la valeur minimale est à l'ordre de 2 m et elle est enregistrée à Cap carbon. Donc nos résultats sont comparables aux ceux de **Evreinoff, (1947)** qui a décrit que le caroubier peut attendre une quinzaine de mètre de circonférence.

Les valeurs de l'écart type sont un peu plus élevées dans les stations de Gouraya, Cap carbon et Taghzouyth soit 4,85 ; 2,90 et 2,42 respectivement, ce qui témoigne la grande hétérogénéité entre les valeurs de diamètre du houppier dans ces trois stations. Contrairement pour les stations d'Amтик dont on a remarqué une grande homogénéité des valeurs de la hauteur soit 1,91 de la valeur de l'écart type.

2.2. Circonférence des troncs

Les résultats dendrométriques (circonférences des troncs d'arbres) des quatre stations sont mentionnés dans la figure n° 21.

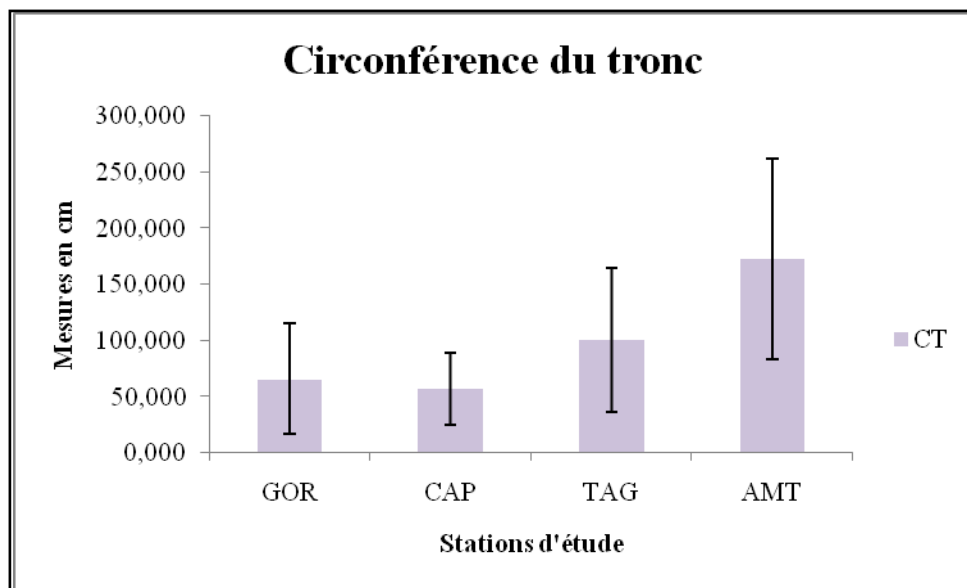


Figure n° 21. Résultats moyens de la circonférence des troncs des arbres dans les quatre stations d'étude (GOR: Gouraya; CAP: Cap carbon; TAG: Taghzyout; AMT: Amтик)

La circonférence moyenne des arbres échantillonnés dans toutes les stations varie de $57,05 \pm 31,99$ cm à $172,5 \pm 89,27$ cm. La valeur maximale est de l'ordre de 400 cm dans la station d'Amтик et la valeur minimale est de 21 cm dans la station de Gouraya. Nos résultats sont comparables à ceux de **Gharnit (2003)** et **Seghir et al. (2016)** qui ont trouvé des résultats de 40 à 75 cm de circonférence pour les populations marocaines et comparable ainsi

avec ceux de **Albanell, (1990)** qui a décrit que le diamètre de tronc varie avec l'âge de l'arbre d'une moyenne à partir de 0,5 m équivalent à 157 cm de circonférence.

Les valeurs de l'écart type sont élevées pour toutes les stations étudiées, ceci témoigne d'une très grande hétérogénéité des valeurs de la circonférence des arbres dans les quatre stations.

3. Résultats de la caractérisation des feuilles

Pour la biométrie des feuilles, cinq traits ont été évalués : 03 traits qualitatifs relatifs à la couleur des folioles, absence ou présence de la foliole terminale et le nombre de folioles par feuille, et 02 traits quantitatifs (longueur et largeur) mesurés pour : le pétiole, la feuille principale, la feuille basale et la feuille terminale.

3.1. Couleur et type des feuilles

Les résultats de la couleur des folioles et le type de la feuille selon présence ou absence de la foliole terminale sont résumés dans la figure n° 22.

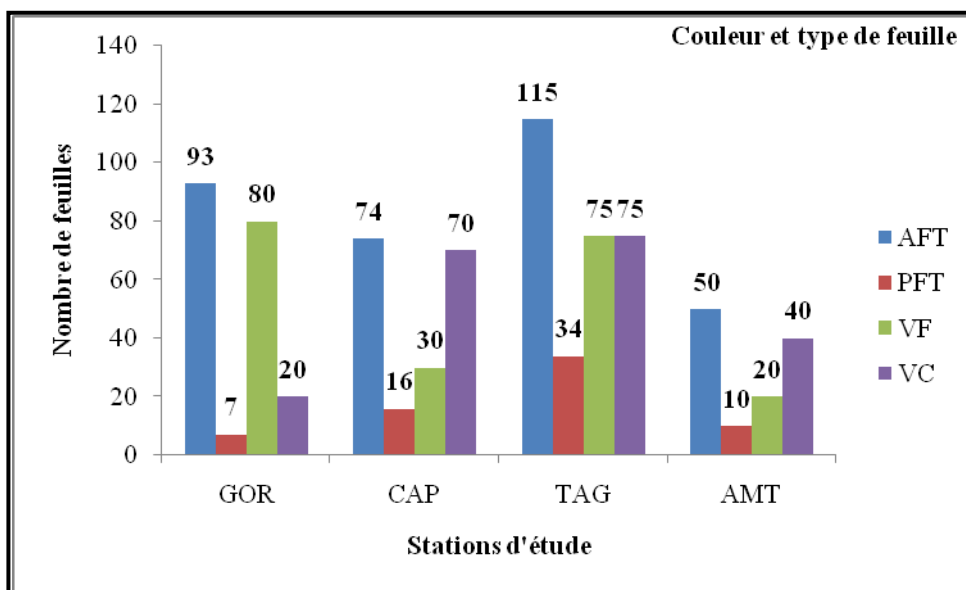


Figure n° 22. Résultats relatifs à la couleur des folioles et absence ou présence des folioles terminales du caroubier dans chaque station (GOR: Gouraya; CAP: Cap carbon; TAG: Taghzyout; AMT: Amtik; AFT et PFT: absence et présence de la foliole terminale ; VF : vert foncée ; VC : vert clair.)

La figure montre que dans l'ensemble des sujets échantillonnés, au niveau des quatre stations, la majorité des arbres présente des feuilles en générale sans folioles terminale. En ce qui concerne la couleur des feuilles, on a remarqué ainsi la dominance des feuilles de couleur vert claire au niveau des stations Amtik et Cap carbon, contrairement à ce qui a été trouvé à

Gouraya dont les feuilles de couleur vert foncé qui dominent, pour le site de Taghzouth nous avons remarqué des effectifs égaux entre les deux couleurs vert claire et vert foncé.

3.2. Résultats aux nombre de folioles

La feuille du caroubier est une feuille composée où le limbe est divisé en plusieurs folioles. Le nombre de ces dernières varie d'une feuille à une autre. La figure ci-dessous présente le résultat du nombre moyen de folioles constaté dans les feuilles échantillonnées dans les quatre stations.

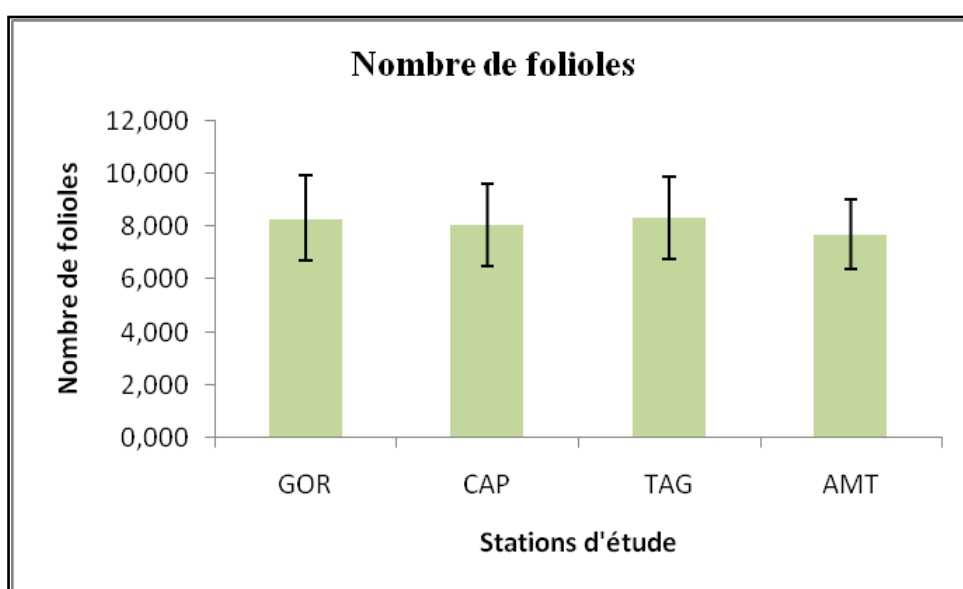


Figure n° 23. Résultats moyens relatifs au nombre de folioles par feuille chez le caroubier dans chaque station (GOR: Gouraya; CAP: Cap carbon; TAG: Taghzyout; AMT: Amtik)

Les feuilles du caroubier possèdent en moyenne $8.10 \pm 1,51$ folioles (Fig.23). Amtik se distingue par le nombre de folioles le plus bas ($7.71 \pm 1,30$) et Taghzouyth par le nombre le plus élevé ($8.32 \pm 1,56$). Le nombre de folioles du caroubier du Bejaia sont supérieurs à ceux des populations marocaines selon les résultats des travaux de **Gharnit et al., (2005)** ($7,94 \pm 1,22$) et ceux de **Seghir et al., (2016)** ($6,75 \pm 1,51$), ainsi supérieure au nombre de folioles cité par **Sebai, (2008)** qui a décrit que les feuille de caroubier portent 2 à 6 folioles.

Par ailleurs, même nombre de folioles cités par **Batle et Tous (1997)** (4 à 10 folioles) et par **Kocherane (2021)** (8.44 ± 1.50) pour le caroubier Algérien.

3.3. Longueur du pétiole

Les résultats de la longueur moyenne du pétiole des feuilles pour chaque station sont synthétisés dans la figure n° 24.

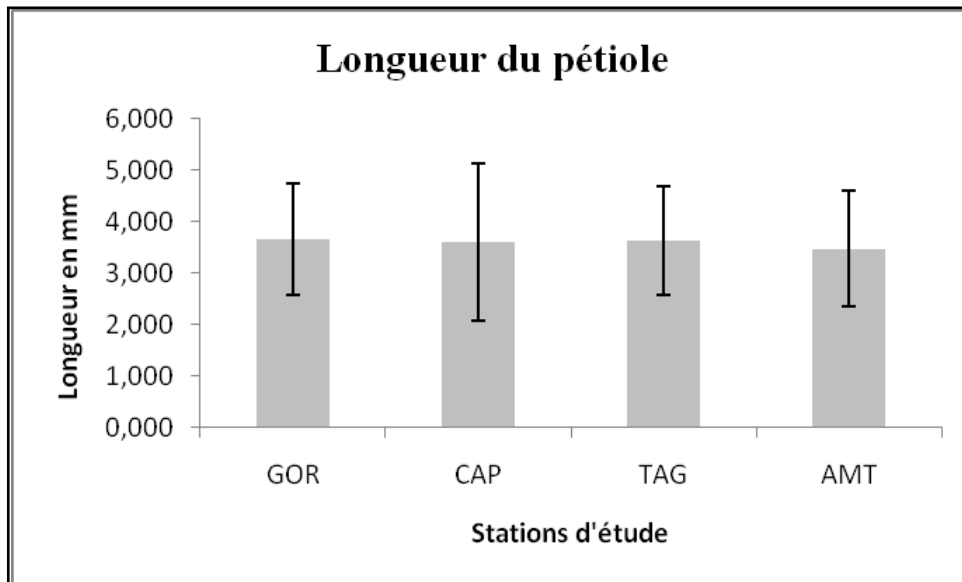


Figure n° 24. Résultats moyens relatifs à la longueur du pétiole des feuilles du caroubier dans chaque station (GOR: Gouraya; CAP: Cap carbon; TAG: Taghzyout; AMT: Amtik). a : absence de différence significative, au niveau de signe de signification $\alpha= 0.05$.

La longueur moyenne du pétiole est de $3.58 \pm 1,19$ cm, les feuilles de la population de la station Gouraya présentent un pétiole plus long soit $3,65 \pm 1,08$ cm et celles de Amtik présentent le pétiole le moins long ($3.47 \pm 1,12$ cm).

Nos résultats sont comparables à ceux de **Gharnit et al., (2005)** ($3.84 \pm 0,85$) ; ceux **Seghir et al., (2016)** ($3.54 \pm 1,06$) et ceux de **Kocherane (2021)** (3.69 ± 1.16).

3.4. Biométrie de la feuille principale

Les résultats de la biométrie de la feuille principale du caroubier de Bejaia sont rapportés dans figure ci-dessous.

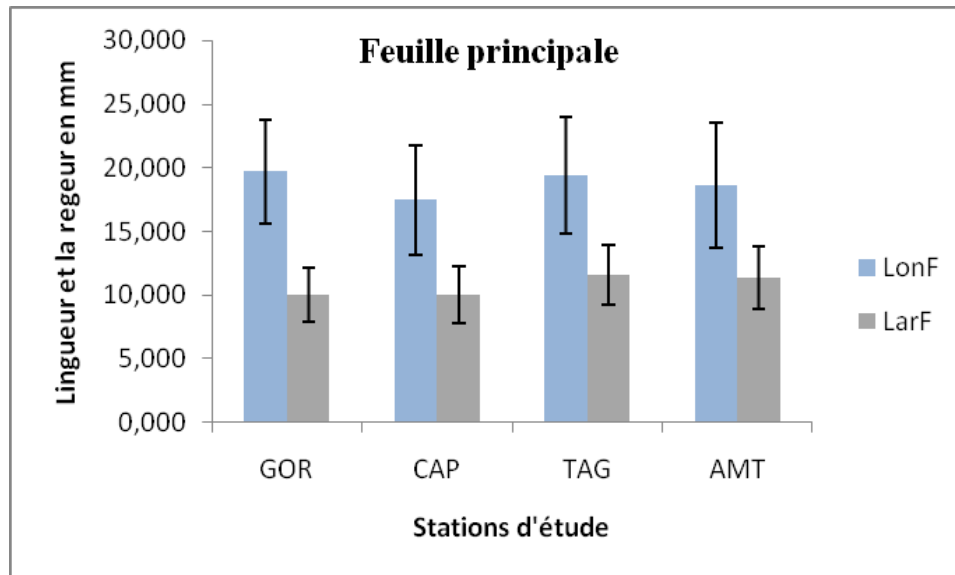


Figure n° 25. Résultats relatifs à la longueur et la largeur moyennes des feuilles principales du caroubier dans chaque station LonF et LarF: longueur et largeur de la feuille principale (GOR: Gouraya; CAP: Cap carbon; TAG: Taghzyout; AMT: Amtik)

La longueur des feuilles, du caroubier, échantillonnées est en moyenne de $18,82 \pm 4,47$ cm dont la longueur maximale est enregistrée dans les feuilles issues de Gouraya soit $19,73 \pm 4,09$ cm et la longueur minimale est constatée chez les feuilles de la station du Cap carbon et elle est en moyenne de $17,47 \pm 4,29$ cm.

La longueur moyenne de la feuille enregistrée dans ce travail est incluse dans les valeurs rapportées par **Afif (1996)** ; **Battle et Tous, (1997)** ; **Ait Chitt et al., (2007)** et **Sebai (2008)**, qui ont décrit que les feuilles de caroubier varient de 10 à 20 cm de longueur.

Néanmoins, nos valeurs sont inférieures à celles trouvées par **Gharnit et al., (2005)** ($19,3 \pm 4,05$), Et elles sont supérieures à celles mentionnées dans les résultats obtenus par **Mamouni, (2010)** ($11,67$); par **Seghir et al., (2016)** ($13,16 \pm 3,52$) et par **Kocherane, (2021)** ($15,37 \pm 4,52$).

La largeur des feuilles est en moyenne de $10,75 \pm 2,29$ cm, soit $11,61 \pm 2,37$ cm comme valeur maximale et elle a été notée dans les échantillons de la station de Taghzyouth et de $10,03 \pm 2,18$ comme largeur minimale qui est estimée dans les feuilles de la station de Cap

carbon. Ces résultats sont donc concordants avec ceux rapportés par **Seghir et al., (2016)** ($10,31\pm 2,14$) et avec ceux exprimés par **Kocherane (2021)** ($9,99\pm 2,40$).

3.5. Biométrie de la foliole basale

Les résultats relatifs à la biométrie des folioles basales des feuilles du caroubier échantillonnées dans les quatre stations sont mentionnés dans la figure n° 26.

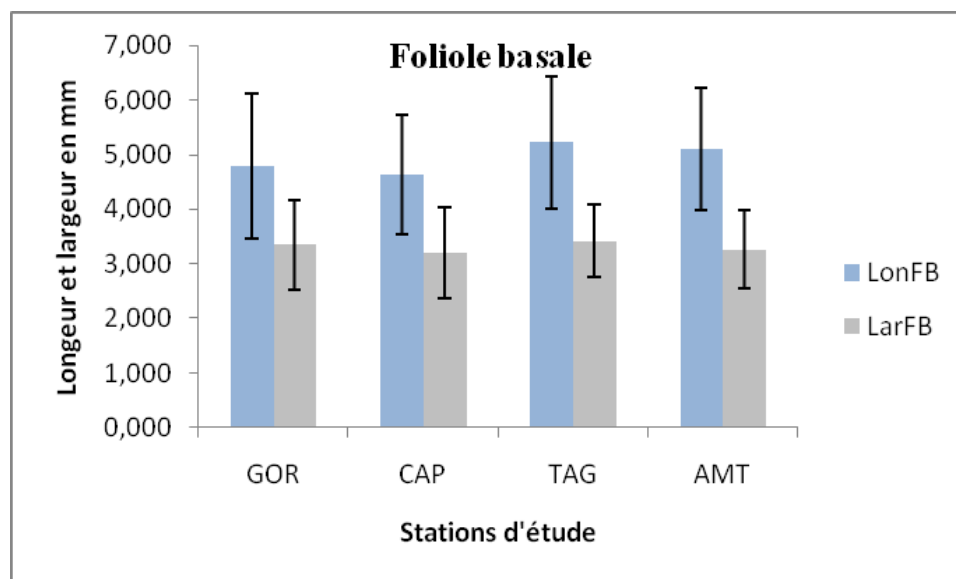


Figure n° 26. Résultats relatifs à la longueur et la largeur moyennes des folioles basales du caroubier dans chaque station (GOR: Gouraya; CAP: Cap carbon; TAG: Taghzouyt; AMT: Amtik; LonFB et LarFB: longueur et largeur de la foliole basale respectivement)

La longueur moyenne de la foliole basale est de $4,61\pm 1,12$ cm avec des valeurs par provenance variant entre $3,35\pm 1,22$ cm pour les feuilles issues de Taghzouyt et $5,22\pm 0,82$ cm pour les feuilles de Cap carbon. En ce qui concerne la largeur moyenne, elle est évaluée à $3,62\pm 0,82$ avec des valeurs par provenance variant entre $3,19\pm 0,83$ cm à Cap carbon et $4,63\pm 1,09$ cm à Gouraya.

Les résultats trouvés dans ce travail sont concordants avec ceux rapportés par **Mamouni (2010)** (4,86), ainsi par **Batlle et Tous (1997)** et **Ait chitt et al., (2007)** qui ont décrit que la longueur des folioles varie entre 3 à 7 cm.

Et ils sont également en adéquation, pour le caractère largeur de la foliole, avec les valeurs fournies par **Gharnit et al., (2005)** ($3,20\pm 0,56$) ; **Seghir et al., (2016)** ($3,40\pm 0,80$) et

Kocherane, (2021) (3.52 ± 0.69), mais un peu inférieure (rapport 1.20) pour le caractère longueur de la foliole.

3.6. Biométrie de la foliole terminale

Les valeurs de la biométrie des folioles terminales des feuilles échantillonnées dans les quatre stations sont mentionnées dans la figure n° 27.

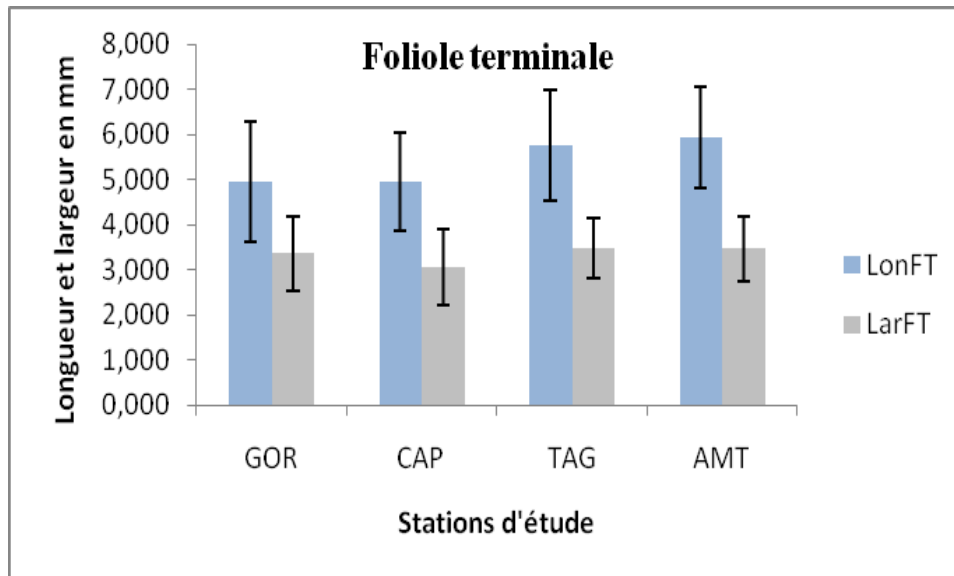


Figure n° 27. Résultats relatifs à la longueur et la largeur moyennes des folioles terminales du caroubier dans chaque station (GOR: Gouraya; CAP: Cap carbon; TAG: Taghzyout; AMT: Amtik; LonFT et LarFT: longueur et largeur de la foliole terminale respectivement)

La longueur moyenne de la foliole terminale est de $5,39 \pm 1,19$ cm avec des valeurs, par provenance, variant entre $4,95 \pm 1,33$; $4,95 \pm 1,09$ cm à Gouraya et Cap carbon respectivement, et $5,92 \pm 1,12$ cm à Amtik.

Pour sa largeur moyenne elle est enregistrée à $3,33 \pm 0,75$ avec des valeurs, par provenance, variant entre $3,06 \pm 0,83$ cm dans les feuilles du Cap carbon et $4,48 \pm 0,66$ cm au niveau des feuilles issues de la station de Taghzyouth.

Donc en comparaison avec les dimensions de la foliole basale, cette dernière présente une largeur légèrement supérieure à celle de la foliole terminale (rapport de 1.08), alors que c'est le contraire pour sa longueur où le rapport est de (1.12).

Les valeurs trouvées dans nos résultats sont presque les mêmes valeurs rapportées par **Kocherane (2021)** (5 ± 1.26 pour la longueur et 3.24 ± 0.79 pour la largeur).

4. Corrélations entre les différents traits analysés

D'abord pour les traits relatifs à la biométrie des feuilles, le test de corrélation de Pearson (Tab.IV) a révélé, pour l'ensemble des stations d'étude, de fortes corrélations positives et hautement significatives entre les huit traits mesurés à savoir : la longueur du pétiole, la longueur et la largeur de la feuille principale, la longueur et la largeur de la foliole basale, de la longueur et la largeur de la foliole terminale et du nombre de folioles (Tab. IV). Cependant, les plus fortes corrélations ont été enregistrées entre LonFB- LarF ; LarFB- LonFB ; LonFT-LarF avec des coefficients de corrélations $r = 0,679$; $r = 0,662$ et $r = 0,659$ respectivement.

Tableau IV. Matrice de corrélation de Pearson entre les traits relatifs aux feuilles.

Variables	lonPetio	LonF	LarF	LonFB	LarFB	LonFT	LarFT	NF
lonPetio	1	0,360***	0,380***	0,420***	0,460***	0,215***	0,286***	0,253***
LonF		1	0,337***	0,325***	0,322***	0,261***	0,294***	0,197***
LarF			1	0,679***	0,546***	0,659***	0,571***	0,198***
LonFB				1	0,662***	0,551***	0,427***	0,224***
LarFB					1	0,409***	0,573***	0,159**
LonFT						1	0,723***	-0,120*
LarFT							1	-0,098*
NF								1

LonPetio : * longueur du pétiole; LonF et LarF: longueur et largeur de la feuille principale; LonFB et LarFB: longueur et largeur de la foliole basale ; LonFT et LarFT: longueur et largeur de la foliole terminale ; NF : nombre de folioles.

Seuil de signification statistique * $p < 0.05$; ** $p < 0.01$; *** $p < 0.01$

Ensuite, les traits relatifs à la dendrométrie, les résultats de test de corrélation de Pearson (Tab. V.) ont indiqué, pour l'ensemble des stations d'étude, de fortes corrélations positives et très hautement significatives entre la hauteur de l'arbre, la circonférence du tronc et le diamètre du houppier, dont la plus forte de ces corrélations ($r = 0,713$) est trouvée entre le diamètre du houppier et la hauteur de l'arbre (Tab. V).

Tableau V. Matrice de corrélation de Pearson entre les variables.

Variables	HA	CT	DH
HA	1	0,493***	0,713***
CT		1	0,425***
DH			1

HA : Hauteur de l'arbre; CT : Circonférence du tronc; DH : Diamètre du houppier.

Seuil de signification statistique * $p < 0.05$; ** $p < 0.01$; *** $p < 0.01$

Conclusion et perspectives

Dans un but de connaître l'état et la situation des peuplements du caroubier dans la région de Bejaïa. Une analyse visuelle des arbres ainsi que des mesures dendrométriques et biométriques des feuilles ont été menées au niveau de quatre stations différentes situées aux alentours de la commune de Bejaïa, il s'agit de deux villages celui de Taghzouyth et d'Antik où le caroubier dans ces deux sites est cultivé, et deux aires protégées à savoir Gouraya et Cap carbon dans lesquelles les populations du caroubier sont spontanées. Soit au totale, 82 arbres et 410 feuilles ont été analysés.

Les résultats obtenus dans ce travail sont les premiers qui décrivent l'état et la morphologie foliaire et dendrométrique du caroubier de Bejaïa. Dans l'analyse visuelle de l'état des arbres échantillonnés, nous avons remarqué 90 % des arbres malades ont été enregistré au niveau des deux stations spontanées et touche généralement les pieds vieux, ainsi que la majorité des arbres qui ont été rencontrés dans ces deux station sont du sexe mâle.

L'estimation de la production des gousses a révélée également l'importance de la production dans les deux stations cultivées par rapport aux celles spontanées, ainsi que 70% de la totalité des arbres dans ces deux sites cultivés ont été greffés, ce qui montre l'importance de l'entretien qu'il subi le caroubier dans les deux villages malgré son vieillissement et ce qui montre également que le caroubier à Bejaïa est cultivé depuis longtemps.

Les résultats des données dendrométriques ont révélé que la circonférence moyenne des arbres des quatre stations varie de 57,05 cm à 172,5 cm, quant à la hauteur moyenne elle varie de 5,24 m à 6,5 m, et le diamètre du houppier varie entre 5,82 m à 7,66 m.

L'analyse de la morphologie foliaire du caroubier (*Ceratonia siliqua* L.) à Bejaia a révélé des différences entre les populations du caroubier dans l'ensemble des traits analysés, notamment une forte différence entre les stations cultivées avec celles spontanées, les résultats ont montré aussi que le caroubier dans les deux stations cultivées présente des feuilles et des folioles plus dimensionné que celle du caroubier spontanée, ce qui montre une forte hétérogénéité phénotypique chez le caroubier étudié, et cela peut-être due à la résistance de l'espèce et à son adaptation à différentes conditions bioclimatiques.

Dans la perspective d'une meilleure connaissance de l'espèce, il serait intéressant d'élargir cette contribution en touchant d'autres parties de l'arbre notamment les caractères biométriques des fleurs, des gousses et des graines tout en incluant d'autres régions de la

wilaya de Bejaïa et pourquoi pas d'autres régions du pays, dans le but de connaître les éventuelles différences qui pourraient être existes entre chaque population et pouvoir par la suite de décrire les différentes variétés du caroubier qui existe en Algérie.

Références bibliographiques

A

Aafi, A., 1996. Le caroubier : Caractères botaniques et écologiques, groupements végétaux, techniques d'élevage en pépinière, traitement et soins culturaux, utilisation et production. Centre national de la recherche forestière, Maroc, 1-7.

Ait Chitt, M., Belmir, H., et Lazrak, A., 2007. Production de plants sélectionnés et greffés de caroubier. Bulletin mensuel d'information et de liaison du PNTTA MAPM/DERD, 153, 1-4.

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

B

Battle I. et Tous J., 1997. Carob tree. *Ceratonía siliqua* L. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. 17. Institute of Plant Genetic and Crops Plant Research. Gatersleben/International Plant Resources Institute. Rome. Italy 1-97.

Ben Ayache, S., Behija Saaf, E., Emhemmed, M., Flamini, G., Achour, L., D. Muller, K., 2020. Biological Activities of Aqueous Extracts from Carob Plant (*Ceratonía siliqua* L.) by Antioxidant, Analgesic and Proapoptotic Properties Evaluation. *Molecules*, 25, 3120.

Ben Ayache, S., S. Reis, F., Ines Dias, M., Pereira, C., Glamoclija, J., Sokovic, M., Behija Saafi, E., C. F. R. Ferreira, I., Barros, L., Achour, L., 2021. Chemical characterization of carob seeds (*Ceratonía siliqua* L.) and use of different extraction techniques to promote its bioactivity. *Food Chemistry* 351

Benmahioul, B., Kaïd-Harche, M., Dagun, F., 2011. Le caroubier, une espèce méditerranéenne à usages multiples. *Forêt méditerranée*, pp. 51–58 t. XXXII n°1.

Benmansour, N., Cherif, H., El Hanballi, F., Akssira, M., 2020. Study of the Biological Activities of the Seeds of the Plant *Ceratonía Siliqua* L. Recovered in the Bejaia Region. *Medical Technologies Journal*, Volume: 4, Issue: 1, pp: 520-521.

Biner B., Gubbuk H., Karhan M., Akus M., Pekmezei M., 2007. «Sugar profiles of the pods of cultivated and wild types of carob bean (*Ceratonía siliqua* L.) in Turkey». *Food chemistry* 100: pp. 1453-1455.

Boublenza, I., Ghezlaoui, S., Mahdad, M., Vasai, F., et Chemat, F., 2019. Algerian carob (*Ceratonía siliqua* L.) populations. Morphological and chemical variability of their fruits and seeds. *Scientia Horticulturae*, 256, 108-537.

Bouchelouche, A., Hani, M., Lebazda, R., 2022. Ethnobotanical knowledge and socio-economic importance of *Ceratonía siliqua* L (Fabaceae) in the North of Setif (North-East of Algeria). *Acta Ecologica Sinica*, 43, 712-720.

C

Chial, N., 2020. Le caroubier : utilisation et intérêt économique. (Mémoire de master) ; Université des Frères Mentouri Constantine 1, 39 p.

E

Evreinoff, V. A., 1947. Le Caroubier ou *Ceratonia siliqua* L. Journal d'agriculture traditionnelle et de botanique appliquée, 27(299), 389-401.

G

Gharnit, N., El Mtili, N., Toubi Ennabilin A., Ennabili, A., 2001. Social characterisation and exploitation of carob tree (*Ceratonia siliqua* L.) from Mokrisset and Bab Taza (NW of Morocco). Science Letters 3(2): 10 p.

Gharnit, N., 2003. Caractérisation du caroubier (*Ceratonia siliqua* L.) originaire de la Province de Chefchaouen (Nordouest du Maroc). Thèse de Doctorat, Faculté des Sciences et Techniques, Tanger, 141 p.

Gharnit, N., El Mtili, N., Ennabili, A., et Sayah, F., 2005. Caractérisation foliaire du caroubier (*Ceratonia siliqua* L.) originaire de la province de Chefchaouen (Nord-ouest du Maroc). J Bot Soc Bot France 31: 75-84.

Gharnit, N., et Ennabili, A., 2016. Categories of carob tree (*Ceratonia siliqua* L.) from morocco. International Journal of Fruit Science, 16(3), 259-274.

Ghena, L., et Haddad, L., 2021. Étude de l'état de conservation et de la structure de *Ceratonia siliqua* L. dans quelques régions de Tizi Ouzou. (Mémoire de master) ; université Mouloud Mammeri Tizi Ouzou, 37p.

Gugliuzzo, A., Mazzeo, G., Mansour, R., et Garzia, G. T., 2019. Carob pests in the Mediterranean region: bio-ecology, natural enemies and management options. Phytoparasitica, 47(5), 605-628.

H

Hadim, D., et Habbi, M., 2020. Contribution à l'analyse de l'état de conservation du caroubier (*Ceratonia siliqua* L.) au village Sahel, commune de Bouzeguene, wilaya de Tizi Ouzou. (Mémoire de master) ; université Mouloud Mammeri Tizi Ouzou, 33p.

K

Koucherane, R., Krouchi, F., et Derrij, A., 2019. Genetic resources of carob tree (*Ceratonia siliqua* L.) In Algeria : insight from pod and seed morphology. AgroBiologia, 9(2), 1581-1600.

Kocherane, R., 2021. Caractérisation morpho-écologique et phytochimique du caroubier (*Ceratonia siliqua* L.) en Algérie. (Thèse de doctorat) ; Université Ziane Achoune Djelfa, 155p.

M

Mahdad, Y., Gaouar, S., 2023. Origin, distribution and domestication of the carob tree (*Ceratonia siliqua* L.). Turkish Journal of Botany, 47: 89-96.

Mahmoudi, S., Mahmoudi, N., Ben Amirouche, K., Estévez, M., Abou Mustafa, M., Boutoutaia, KH., Ben Djoudi, N., 2022. Effect of feeding carob (*Ceratonia siliqua* L.) pulp powder to broiler chicken on growth performance, intestinal microbiota, carcass traits, and meat quality. Poultry science, 101, 12

Mahtout, R., Ortiz-Martínez, V.M., Salar-García, M.J., Gracia, I., Hernández-Fernández, F.J., Pérez de los Ríos, A., Zaidia, F., Sanchez-Segado, S., Lozano-Blanco, L.J., 2018. Algerian Carob Tree Products: A Comprehensive Valorization Analysis and Future Prospects. *Sustainability* 10, 90.

Mamouni, A., 2010. Le caroubier, une espèce d'avenir à promouvoir au Maroc. Pack info 84 : pp. 42-47.

Mennad, M., Mekhazni, L., Mokrane, Z., Inal, A., Filali, T., Bernardon, M., 2021. L'approche écosystémique des pêches sur la côte ouest de Bejaïa en Algérie. Rapport de référence sur l'approche écosystémique des pêches : Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture Rome. 72 p.

N

Naggar, M., Lahssini, S., 2015. La filière caroubier au service du développement socioéconomique des territoires forestiers de montagne. XIV Congrès forestier mondial, Durban, South Africa. Les forêts et les populations : investir dans un avenir durable. 9 p.

Naghmouchi, S., Khouja, M.L., Romero, A., Tous J., Boussaid, M., 2009. Tunisian carob (*Ceratonia siliqua* L.) populations: Morphological variability of pods and kernel. *Scientia Horticulturae*, 121:125–130.

R

Rejeb, M.N., Laffray, D., et Louguet, P., 1991. Modification de la conductance stomatique de diverses origines tunisiennes de caroubier (*Ceratonia siliqua* L.) soumises à une contrainte hydrique prolongée, Paris, France, pp. 149-158.

S

Salih, G., et Jilal, A., 2020. Utilisation alimentaire de la pulpe de caroube : Formulation et test consommateur. *Revue marocaine des sciences agronomiques et vétérinaires*, 8(2) : 249-252.

Sbay, H., 2008. Le Caroubier au Maroc : un arbre d'avenir. La collection Maroc Nature est éditée par le Centre de Recherche Forestière, 47p.

Seghir, N., Harki, E., Dahchour, A., Gharnit, N., Ennabili A., 2016. Vegetative and efflorescence characterization of carob tree (*Ceratonia siliqua* L.) from the Province of Sefrou, the Middle Atlas of Morocco. *Moroccan J. Biol.* 13:13-22.

Z

Zitouni, A., 2010. Monographie et perspectives d'avenir du caroubier (*Ceratonia siliqua* L.) en Algérie. Th. Ing. Agrn, INA, El-Harrach, 201 p.

Autres références :

- Direction des services agricoles Bejaïa (DSA) 2023.
- APC Bejaïa 2023.
- Station météorologique Soummam Bejaïa 2023.

Résumé

Notre travail consiste à connaître l'état de conservation et productif du caroubier à travers d'une analyse, de quelques paramètres dendrométriques et foliaires, effectuée sur 82 pieds inspectés et 410 feuilles échantillonnées au niveau de quatre stations situées dans la commune de Bejaia et ses alentours à savoir Gouraya et Cap carbon où le caroubier est spontanée ainsi que Taghzouyth et Amtik dans lesquelles le caroubier est cultivé.

Les résultats obtenus révèlent que la majorité des sujets malades touche le caroubier spontané, ainsi que la majorité des sujets inventoriés sont des vieux arbres. Cependant, malgré leur état, ils présentent une bonne production surtout dans les stations cultivées. L'étude dendrométrique et morphologique des feuilles a permis de fournir des données sur les caractères du caroubier de Bejaia pour la première fois ainsi que la différence entre le caroubier spontané et cultivé.

Mots clés : *Ceratonia siliqua* L., Bejaia, conservation, dendrométrie, morphologie.

Summary

Our study consists in knowing the state of conservation and productive of the carob tree through an analysis, of some dendrometric and foliar parameters, carried out on 82 inspected feet and 410 leaves sampled at the level of four stations located in the city of Bejaia and its around namely Gouraya and Cap carbon where the carob tree is spontaneous as well as Taghzouyth and Amtik in which the carob tree is cultivated.

The results obtained reveal that the majority of the sick subjects affect the spontaneous carob tree, as well as the majority of the inventoried subjects are old trees. However, in spite of their state, they present a good production especially in the cultivated stations. The dendrometric and morphological study of the leaves made it possible to provide data on the characters of the carob tree of Bejaia for the first time as well as the difference between the spontaneous and cultivated carob tree.

Keywords: *Ceratonia siliqua* L., Bejaia, conservation, dendrometry, morphology.

ملخص

يتمثل عملنا في معرفة حالة الحفظ والحالة الإنتاجية لشجرة الخروب من خلال تحليل بعض المتغيرات الشجرية والورقية، تم إجراؤها على 82 نبتة مفحوصة و410 ورقة تم أخذ عينات منها في أربع محطات تقع في بلدية بجاية والمناطق المحيطة بها وهي قورايا وكاب كربون حيث شجرة الخروب عفوية وكذلك تغزويث وأمطيق اين يزرع فيها شجرة الخروب من طرف السكان على مدار السنة.

تكشف النتائج التي تم الحصول عليها أن غالبية الحالات المريضة تؤثر على شجرة الخروب العفوية، بالإضافة إلى أن غالبية الحالات التي تم حصرها هي أشجار قديمة. إلا أنها وعلى الرغم من حالتها إلا أنها تظهر إنتاجاً جيداً خاصة في المحطات المزروعة.

أتاحت الدراسة التشجيرية و المورفولوجية للأوراق تقديم بيانات عن خصائص شجرة الخروب بجاية لأول مرة وكذلك التمييز بين أشجار الخروب العفوية و المزروعة.

الكلمات المفتاحية : *Ceratonia siliqua* L.، بجاية، الحفظ، قياس التشجير، التشكل.