

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République algérienne démocratique et populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة عين تموشنت بلحاج بوشعيب

Université -Belhadj Bouchaib-d'Ain-Temouchent Faculté
des Sciences et de Technologies

Département d'Agroalimentaire



Mémoire

Présenté en vue de l'obtention du diplôme de Master

Domaine: Science de la Nature et de la Vie

Filière: Sciences Alimentaires

Spécialité: Agroalimentaire et contrôle de qualité

Thème:

Etude sur les pratiques d'utilisation du caroubier par les habitants de la région
d'Ain Témouchent

Présenté Par:

Melle Himouri Hamida

Melle Sebie Soumia

Devant le jury composé de:

Dr. Rahmeni Khaled

MCA

UAT.B.B (Ain Temouchent) Président

Dr. Zitouni Amel

MCB

UAT.B.B (Ain Temouchent) Examinatrice

Dr. Belgacem Amel

MCB

UAT.B.B (Ain Temouchent) Encadrante

Année universitaire :2024/2025

REMERCIEMENTS

C'est avec une immense gratitude que nous remercions **Dr. Belgacem Amel Fatima** maître de conférences B à l'Université Belhadj Bouchaib d'Ain-Temouchent. Son apport inestimable, à travers ses enseignements pédagogiques et scientifiques, ont été fondamentales et significativement enrichies notre travail.

Nous tenons également à exprimer nos remerciements les plus sincères aux distingués membres de notre jury, **Dr. Zitouni Amel MCB** et **Dr. Rahmeni khaled MCA**. Leur disponibilité et leur engagement ont été des piliers essentiels dans la réussite de notre projet, et nous leur en sommes profondément reconnaissantes.

Notre gratitude s'étend à l'ensemble des enseignants du département Agro-alimentaire, en particulier ceux du parcours Sciences Alimentaires, et à tous les étudiants de la **Promotion 20242025**, pour leurs esprits de collaboration et leur appui.

Finalement, nous adressons nos remerciements à toutes les personnes qui ont contribué, directement ou indirectement, à la réalisation de ce travail. Leur aide et leurs encouragements constants ont été une source de motivation précieuse.

DEDECACE

Je tiens tout d'abord à remercier Dieu le tout puissant et miséricordieux qui m'a donné la force et la patience d'accomplir ce modeste travail.

Je dédie ce travail à:

À mes chers parents:

Vous êtes le fondement de ma vie, les architectes de ma personnalité et les phares qui ont toujours éclairé mon chemin. Chaque étape de mon parcours a été façonnée par votre amour inconditionnel, vos sacrifices innombrables et votre foi inébranlable en mes capacités. Ce travail, qui marque une étape importante, est le reflet de votre dévouement et de l'éducation précieuse que vous m'avez transmise. Je vous dédie ce succès avec toute ma gratitude et mon amour éternel.

À mes frères:

Abd El Halim Mohamed Marouane et à ma sœur Amina Pour notre complicité, votre soutien inébranlable et les moments partagés qui ont rendu ce parcours plus riche. Merci d'être toujours là.

À ma chère tante :

Hamida Que Dieu veille sur toi et te garde en pleine santé. Je ne saurais exprimer à quel point ton amour, ton soutien et ta présence sont précieux pour moi. Tu as toujours été là, comme une seconde mère, et j'espère que Dieu te récompensera pour tout ce que tu m'apportes

A ma chère copine Maroua:

Pour son amour et sa présence réconfortante qui ont été un moteur essentiel dans l'accomplissement de ce travail.

Himouri Hamida

DEDECACE

*À la mémoire de mes parents bien-aimés,
Que Dieu vous accorde Sa miséricorde et vous ouvre les portes de Son paradis.
Votre amour, vos sacrifices et vos prières continuent de me guider chaque jour.
Ce travail est le fruit de vos valeurs et de tout ce que vous m'avez transmis.
Reposez en paix, je vous porterai toujours dans mon cœur.*

À ma tante

*Que Dieu te protège et te garde en bonne santé.
Merci pour ton amour, ton soutien et ta présence précieuse dans ma vie.
Tu es pour moi comme une seconde mère.
Que Dieu te récompense pour tout ce que tu fais pour moi.*

À ma petite Basma,

*Celle qui illuminait notre maison de son sourire pur et sincère.
Tu es partie trop tôt, mais tu ne quittes jamais mon cœur ni mes prières.
Je dédie ce travail à ton âme douce,
En implorant Allah de t'accueillir dans Sa miséricorde,
De faire de ce modeste effort une aumône continue en ton nom,
Et de nous réunir un jour au paradis. <3*

Que Dieu t'accorde Sa paix, Basma.

À ma sœur Sihem

*Ta présence, ton écoute et ton soutien m'ont toujours donné de la force.
Merci pour tes encouragements, ton amour et ta bienveillance.
Tu es bien plus qu'une sœur, tu es une amie précieuse et une lumière dans ma vie. Que
Dieu te comble de bonheur.*

À mes frères

Qui ont toujours cru en moi, m'ont soutenue et inspirée, chacun à sa manière.

À toute ma famille

Pour leur affection et leur bienveillance.

À mes chères amies

Merci pour les moments de partage, les sourires, et votre soutien durant les moments difficiles.

À toutes les personnes qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce travail.

Un grand merci à mon amie Hamida

*Pour ton soutien constant, ta gentillesse et ta fidélité.
Merci d'avoir toujours été là, dans les moments de doute comme dans les moments de joie.*

Résumé:

Le caroubier (*Ceratonia siliqua*), un arbre ou arbuste de la famille des Fabacées, est une espèce méditerranéenne domestiquée depuis 4000 ans avant J.-C., prisée pour ses gousses riches en sucres. Ces gousses, composées à 90% de pulpe et 10% de graines, sont à l'origine de son intérêt.

Cet arbre joue un rôle écologique majeur grâce à sa capacité à s'adapter aux contraintes hydriques, le rendant idéal pour le reboisement des zones arides et dégradées. Sur le plan économique, le caroubier est d'une grande importance en raison de la diversité de ses utilisations industrielles dans les secteurs agro-alimentaire, médical, cosmétique et chimique.

En Algérie, bien que la culture du caroubier soit principalement observée dans l'Atlas Saharien, elle demeure souvent marginale. Selon les statistiques de 2020 de la FAO, l'Algérie se classait quatrième producteur mondial de caroube, avec une estimation de 3 280 tonnes, ce qui représente environ 6,6% de la production globale. Ces chiffres soulignent l'importance de cette ressource qui mérite une attention accrue pour sa valeur socio-économique et agro-écologique.

Mots clé: Caroubier, Gousses, utilisations, Économie, Ain Temouchent.

المخلص

الخروب، وهو شجرة أو شجيرة من فصيلة البقوليات، هو نوع متوسطي تم استئناسه منذ 4000 عام قبل الميلاد، ويُقدَّر لقروعه الغنية بالسكريات. تتكون هذه القرون من 90% لب و10% بذور، وهما أساس قيمتها

تؤدي هذه الشجرة دورًا بيئيًا رئيسيًا بفضل قدرتها على التكيف مع القيود المائية، مما يجعلها مثالية لإعادة تشجير المناطق القاحلة والمتدهورة. على الصعيد الاقتصادي، يتمتع الخروب بأهمية كبيرة نظراً لتنوع استخداماته الصناعية في قطاعات الأغذية الزراعية، الطب، مستحضرات التجميل، والكيمويات

في الجزائر، بالرغم من أن زراعة الخروب تتركز أساساً في الأطلس الصحراوي، إلا أنها لا تزال هامشية في غالب الأحيان. لعام 2020، احتلت الجزائر المرتبة الرابعة عالمياً في إنتاج الخروب، بتقدير بلغ (وفقاً لإحصائيات منظمة الأغذية والزراعة 280,3 طناً، وهو ما يمثل حوالي 6.6% من الإنتاج العالمي الإجمالي. تبرز هذه الأرقام أهمية هذا المورد الذي يستحق اهتماماً متزايداً نظراً لقيمته الاجتماعية-الاقتصادية والزراعية-البيئية

خروب الجزائر الاقتصاد القرون البيئة
الكلمات المفتاحية

Abstract:

The carob tree (*Ceratonia siliqua*), an evergreen tree or shrub from the Fabaceae family, is a Mediterranean species domesticated over 4,000 years ago. It is highly valued for its sugar-rich pods, which are 90% pulp and 10% seeds, making them incredibly versatile.

This tree plays a significant ecological role due to its remarkable ability to adapt to water scarcity, making it ideal for reforestation in arid and degraded areas. Economically, the carob tree is immensely important because of its diverse industrial applications in the agri-food, medical, cosmetic, and chemical sectors.

In Algeria, while carob cultivation is primarily found in the Saharan Atlas, it often remains marginal. According to FAO statistics for 2020, Algeria was the fourth-largest global carob producer, with an estimated 3,280 tons, accounting for about 6.6% of the total global output. These figures highlight the resource's importance and show it deserves more attention for its significant socio-economic and agro-ecological value.

Keywords: Carob , Pods, use , Economy, Ain Temouchent .

Table des matières:

Résumé : en français, en arabe, en anglais	
Listes figures	
Listes cartes	
Listes tableaux	
Listes d'abréviation	
Introduction générale	
INTRODUCTION	1
Chapitre I : Généralités sur le caroubier	
1.1. Étymologie et taxonomie	3
1.2. Caractéristiques morphologiques du caroubier	4
1.2.1. Racines	4
1.2.2. Tronc	5
1.2.3. Feuilles	6
1.2.4. Fleurs	6
1.2.5. Fruits (gousses)	7
1.2.6. Graines	8
1.3. Multiplication du caroubier	9
1.3.1. Reproduction sexuée	9
1.3.2. Multiplication végétative	10
1.4. Reproduction biologique	11
1.5. Les types de caroubier	12
1.6. Composition chimique	13
1.7. Intérêts et utilisations du caroubier	14
1.8. Exigences édapho-climatiques	15

1.9. Maladies et ravageurs du caroubier

Chapitre II : Zone étude

2.1. Origine et distribution géographique	21
2.2. Production du caroubier	22
2.3. Ancienneté de sa présence en Algérie	23
2.4. Adaptation écologique aux milieux algériens	23
2.5. Diversité génétique	24
2.6. Zone d'étude : Wilaya d'Aïn Témouchent	25
2.6.1. Contexte géographique et administratif	26
2.6.2. Étude climatique	27
2.6.3. Caractéristiques des sols	28
2.6.4. Ressources en eau	28
2.6.5. Répartition du caroubier	29
2.6.6. Exploitation industrielle et commerciale	30
2.6.7. Enjeux régionaux	31

Chapitre III : Matériel, méthodes et résultat

3.1. Méthodologie de l'étude

3.2. Présentation des résultats

3.3. Discussion des résultats

Conclusion générale

Références Bibliographiques

Annexe

Liste des Figures

Numéro	Intitulé	Page
Figure 01 :	Le caroubier	3
Figure 02	Les racines de caroubier	4
Figure 03	Tronc de caroubier	5
Figure 04	Les feuilles de caroubier	6
Figure 05	Fleur de caroubier	6
Figure 06	Les fruits de caroubier	7
Figure 07	Les graines de caroubier	7
Figure 08	Multiplication sexuée de caroubier (le semis)	10
Figure 09	Multiplication végétative (bouturage)	10
Figure 10	Multiplication végétative (greffe)	10
Figure 11	Multiplication végétative (vitro plants)	10
Figure 12	Symptômes de l'oïdium sur les feuilles	16
Figure 13	Taches nécrotiques dues à la cercosporiose	17
Figure 14	Pourriture cubique brune (<i>Laetiporus sulphureus</i>)	18
Figure 15	Pourriture des racines (<i>Phytophthora niederhauserii</i>)	19
Figure 16	Carpocapse du caroubier (<i>Ectomyeloides ceratonia</i>)	20
Figure 17	Cochenilles	20
Figure 18	Acariens	20
Figure 19	Zeuzère du poirier (adulte)	20
Figure 20	répartition globale selon le sexe.	34
Figure 21	consommation selon le sexe par régions.	34
Figure 22	évolution de la consommation par sexe par région	35

Figure 23	répartition selon l'âge.	36
Figure 24	nombre de consommateurs par tranche d'âge.	37
Figure 25	consommation selon les tranches d'âge par région.	37
Figure 26	Courbe de consommation du caroubier en fonction de l'âge.	38
Figure 27	évolution de la consommation selon l'âge par régions.	39
Figure 28	répartition selon le type de caroubier consommée.	40
Figure 29	Consommation de caroube selon sa forme (Sirop, Fraiche, Poudre).	41
Figure 30	consommation de caroubier selon le type par régions.	42
Figure 31	courbe dévolution du nombre de consommateurs par types de caroubier	42
Figure 32	répartition selon la quantité consommée.	43
Figure 33	nombre de consommateurs selon la quantité.	44
Figure 34	Nombre de consommateurs selon la quantité de caroube consommé	45

Liste des Cartes

N°	Intitulé	
Carte 01 :	Centre d'origine et distribution du caroubier dans le monde	21
Carte 02 :	Centre d'origine et distribution du caroubier en Algérie	23
Carte 03	Contexte géographique et administratif de la wilaya d'Aïn Témouchent	26
Carte 04 :	Plan d'occupation des sols dans la région de Aïn Témouchent	28

Liste des tableaux

N°	Intitulé	Page
Tableau 01	Taxonomie du caroubier <i>Ceratonia siliqua</i> L	4
Tableau 02	Classification des types de caroubier	11
Tableau 03	Composition chimique des parties du caroubier	12
Tableau 04	Surface cultivée, production et rendement de la caroube dans le 23 monde (2011)	
Tableau 05	Production de caroube dans les wilayas algériennes (DSA, 24 Tlemcen, 2009)	
Tableau 06	Répartition du caroubier dans la wilaya d'Aïn Témouchent	29
Tableau 07	Ressources en eau de la wilaya (ANRH, 2021)	29
Tableau 08	Distribution des participants, ventilée par sexe (femmes et 33 hommes), au sein de quatre régions.	
Tableau 09	Quantité de caroubier consommée par région	34

Liste des abréviations

DSA	Direction des services agricoles.
DRE	Direction Régionale des forets
E410	Gomme de caroubier
FAO	Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture.
FAOSTAT	Food organization of the united nations

Introduction générale

Le caroubier (*Ceratonia siliqua L.*), une espèce méditerranéenne résiliente et sous-exploitée, suscite un intérêt croissant. Il possède de multiples potentiels agronomiques, écologiques, économiques et médicaux, le positionnant au cœur des stratégies de développement durable, surtout dans les zones semi-arides comme l'Algérie. Cultivé depuis l'Antiquité pour ses gousses riches en sucres naturels utilisées dans l'alimentation, la médecine et l'industrie, le caroubier est également vital pour l'intégration dans les systèmes agro-forestiers et la lutte contre la désertification. Son adaptabilité aux sols pauvres et aux conditions climatiques extrêmes en fait un arbre d'avenir face au changement climatique.

En Algérie, bien que le caroubier soit présent dans le nord, sa culture est souvent négligée malgré sa valeur socio-économique et agro-écologique considérable. À Aïn Témouchent, il est de plus en plus utilisé dans les projets de reboisement et de diversification agricole. Cependant, il manque encore d'études pour comprendre comment la population locale utilise réellement le caroubier, comment elle le perçoit, ses modes de consommation et son potentiel économique

L'enquête a révélé plusieurs points clés concernant la consommation du caroubier : une nette prédominance féminine, une forte préférence pour la caroube fraîche, une concentration des consommateurs âgés de 30 à 50 ans, et des quantités consommées modérées, suggérant une utilisation plutôt nutritionnelle ou thérapeutique qu'industrielle. Ces observations indiquent également des différences régionales dans les formes et quantités consommées, ouvrant la voie à des stratégies de développement local adaptées aux spécificités de chaque zone.

Cette recherche contribue à enrichir les connaissances sur le caroubier et à sensibiliser les décideurs, les agriculteurs et les consommateurs sur son potentiel, dans une perspective de développement durable et de résilience face aux changements environnementaux. À l'heure où l'Algérie cherche à diversifier ses ressources économiques et à promouvoir une agriculture plus durable, le caroubier pourrait bien incarner l'une des solutions les plus prometteuses

Chapitre I: Généralité sur le caroubier.

I.1 Etymologie et La Taxonomie :

Le mot « Caroubier » vient de l'arabe berbère El kharroube, Tasliroua ou Tikida, Caroubier français et Caroube en anglais, Algarrobo en espagnol, Carrubo en italien, Alfarrobeira en italien portugais, karubenbaum allemand, Charaoupi grec et Charnup turc. il est également connu sous le nom Pain de St Jean Baptiste, figuier d'Egypte ou fève de Pythagore. Son nom latin, *Ceratonia*, vient du grec *keratia*, signifiant "petite corne" (voir son caroube, gousses en forme de trompette à maturité). Nom de l'espèce *Siliqua*, en latin *Siliques* ou *Gousses*. Le genre *Ceratonia* (Figure 01) appartient à l'ordre Rosales de la famille des légumineuses , sous-famille des Caesalpinioideae (Abderrahim et al., 2021).



Figure 01 : le caroubier

Le tableau 01 en dessous expose la taxonomie du caroubier. Effectivement, *Ceratonia siliqua* L est une espèce qui pousse à l'état sauvage ou cultivé en Méditerranée. Comme l'indiquent (Naghmouchi et al. 2009), cette espèce appartient à la sous-famille Cesalpinaceae, qui fait partie de la famille Fabaceae. Il s'agit d'un arbre. Plante héliophile et thermophile de la zone bioclimatique semi-humide et semi-aride, elle s'adapte facilement à différents types de sols. Cet arbre, grâce à ses racines profondes et son feuillage persistant, contribue de manière significative à la protection du sol contre l'érosion et la dégradation, tout en participant activement à la lutte contre la désertification. (Boublenza et al. 2019), ce type d'arbre fruitier polyvalent présente une forte résistance à la sécheresse.

Tableau 01 : Taxonomie du caroubier *Ceratonia siliqua* L (Ghédira et Goetz, 2019).

Règne	Plante
Sous règne	Viridiplantae
Sous embranchement	Tracheophyta
Classe	Magnoliopsida
Sous classe	Rosidae
Ordre	Fabales
Famille	Fabaceae (légumineuses)
Genre	<i>Ceratonia</i>
Embranchement	Embryophytes
Espèce	<i>Ceratonia siliqua</i> L

I.2 Caractéristique morphologiques de caroubier :

I.2 .1 Racine :

Le caroubier dispose d'un système de racines bien ancré et puissant, doté d'une racine pivotante fortement développée et de racines latérales qui lui assurent une résilience face aux sécheresses prolongées. La rusticité de ce système racinaire dans les régions arides et semi-arides est un élément essentiel. Cependant, les jeunes plants peuvent être sensibles à des agents pathogènes du sol tels que (*Phytophthora niederhauserii*), récemment reconnu comme responsable de la pourriture des racines en Espagne (Abad-Campos *et al.*, 2023).



Figure 02 : les racines de caroubier

I.2.2 Tronc :

Le caroubier possède un tronc solide et épais, parsemé de canaux distincts de circulation de sève, en association avec des racines particulièrement volumineuses. Cette combinaison leur procure une apparence tortueuse, spécialement présent chez certaines variétés (**Melgarejo et Salazar, 2003**). L'écorce est rugueuse à la base et présente une teinte grise à rougeâtre (**Melgarejo et Salazar, 2003**), alors qu'elle est lisse sur la partie supérieure du tronc et à l'extrémité des branches. Chez les arbres matures et robustes, le tronc est tortueux et sinueux, avec un diamètre moyen de 50 centimètres qui varie selon l'âge de l'arbre (**Albanell, 1990**). Sa circonférence à la base se situe entre 2 et 3 mètres (**Ait Chittf et al., 2007**).



Figure 03 : tronc de caroubier

I.2.3 Feuilles :

Les feuilles du caroubier sont persistantes, coriaces et mesurent entre 10 et 20 cm de long. Elles sont alternes et se distinguent par un pétiole sillonné. Chaque feuille est composée de 4 à 10 folioles. La face supérieure des feuilles est d'un vert sombre et brillant, tandis que la face inférieure est d'un vert plus pâle. Le caroubier renouvelle son feuillage tous les deux ans, généralement au mois de juillet (**Kicher & Ladjouzi, 2016**)



Figure 04 : les feuilles de caroubier .

I.2.4 Fleurs :

Le caroubier produit des fleurs en grappes compactes directement sur le bois ancien (cauliflorie). Les fleurs, généralement unisexuées et souvent dioïques, sont de petite taille et varient en couleur du vert au rougeâtre. La période de floraison s'étend de septembre à novembre, et la pollinisation est assurée par le vent (anémogamie) ainsi que par les insectes (entomogamie) (**Viruel et al., 2022**).



Figure 05 : fleures de caroubier.

I.2.5 Fruits (gousses de caroube) :

Le fruit du caroubier est une gousse connue sous le nom de caroube. Ces gousses sont des structures remarquables, mesurant entre 10 et 30 cm de long et 1,5 à 3,5 cm de large (Abderrahim et al., 2021) Initialement vertes, elles prennent une teinte brun foncé et une texture coriace à maturité. Leur forme est souvent légèrement courbée, évoquant une petite corne, d'où le nom générique latin *Ceratonia*, dérivé du grec *keratia* signifiant "petite corne" (Laaraj et al., 2023). Le nom de l'espèce, *Siliqua*, provient du latin et fait également référence à la gousse



Figure 06 : le fruit de caroubier

I.2.6 Graines :

Les graines de caroubiers, qui sont ovales, extrêmement résistantes et de taille homogène, ont historiquement servi de référence en tant qu'unité de mesure du poids (carat). Sur le plan chimique, elles renferment approximativement 15 à 20 % de protéines, des lipides, des minéraux et un agent gélifiant nommé galactomannane, fréquemment employé comme épaississant naturel dans les secteurs de l'alimentation et de la pharmacie (Madrigal et al., 2019) .



Figure 07 : les grains de caroubier

La graine de caroubier se compose de trois éléments:

- Que ce soit l'épisperme ou le tégument, cette couche enveloppe la graine et est majoritairement composée de cellulose, de lignine et de tanin. Il est constitué de deux enveloppes distinctes : l'une externe, appelée testa, qui est dure et colorée, et l'autre interne, nommée tegmen, qui est plus blanche et molle. Vous avez été formé sur des données jusqu'en octobre 2023.
- Le tégument compose entre 30 et 33 % de la graine, également appelé albumen ou endosperme, il se trouve sous l'épisperme et forme le tissu de réserve nécessaire à la germination de l'embryon. Sur le plan économique, la partie la plus attrayante de la graine est sa haute concentration en galactomannane ou gomme de caroube. L'endosperme constitue 42 à 46 % de la composition de la graine.
- Le germe, ou embryon, est la partie vivante et miniature de la graine, nichée au cœur de l'endosperme. C'est l'entité qui, sous des conditions favorables, se développera en une nouvelle plante de caroubier. Il contient toutes les structures embryonnaires nécessaires : la radicule (future racine), la tigelle (future tige), et la plumule (futures premières feuilles). Bien que vital pour la pérennité de l'espèce, l'embryon est la plus petite partie de la graine en termes de masse, représentant entre **23 et 25 %** de son poids (**Melgarejo & Salazar, 2003**). Il dépend entièrement des réserves de l'endosperme pour son développement initial.

I.3 La multiplication du caroubier :

Le caroubier peut se multiplier par deux méthodes développer le paragraphe). : I.3.1

Reproduction sexuée (par semis) :

Le caroubier se reproduit normalement par semences (Figure 08), cependant, en raison de la dureté de son tégument, une scarification à l'eau bouillante est recommandée pour accélérer le processus de germination (**Battle & Tous, 1997 ; Ouchkif, 1988**). Cette forme de diffusion comporte deux désavantages :

- L'identification du sexe de l'arbre à venir n'est pas disponible pour optimiser la mise en place des plants mâles et femelles dans un verger.

-Les plantes issues de la reproduction sexuée peuvent être exposées à des variations génétiques potentiellement défavorables (Saidi *et al.*, 2016).



Figure 08 : multiplication sexuée de caroubier (le semis)

I.3.2 la multiplication végétarienne :

Le caroubier peut se développer de deux manières :

Le bouturage :

Le Caroubier était perçu comme une espèce ligneuse capricieuse, extrêmement complexe à enracinement et bouturage. On considère que ces potentiels d'enracinement adventif sont très faibles. (Lee *et al.*, 1977 ; Hartmann et Kester, 1983 in Benmahioul *et al.*, 2011) .



Figure 09 : multiplication végétative (bouturage).

La greffe :

Le greffage est la méthode de reproduction la plus couramment utilisée. Il est utilisé après les semis pour effectuer la sur greffe des plants mâles avec ceux femelles. Les jeunes plants sont ensemencés dans une pépinière et greffés un à deux ans après leur germination, avant d'être déplacés vers les vergers. (Batlle et Tous, 1997 in Benmahioul et al.2011).



Figure 10 : multiplication végétative greffe.

Dans un environnement contrôlé en dehors d'un organisme vivant la multiplication végétative in vitro (Figure 11), aussi dénommée micro-propagation ou culture in vitro, est une technique pleine de promesses qui permet d'obtenir une plante identique à celle de départ. À l'heure actuelle, la culture in vitro permet la régénération du caroubier et plusieurs résultats prometteurs ont été enregistrés, en particulier concernant la micro propagation via bourgeonnement axillaire. (Vinterhalter *et al.*, 1992; Belaizi *et al.*, 1994; Gharnit et Ennabili, 2009 in Benmahioul *et al.*, 2011).

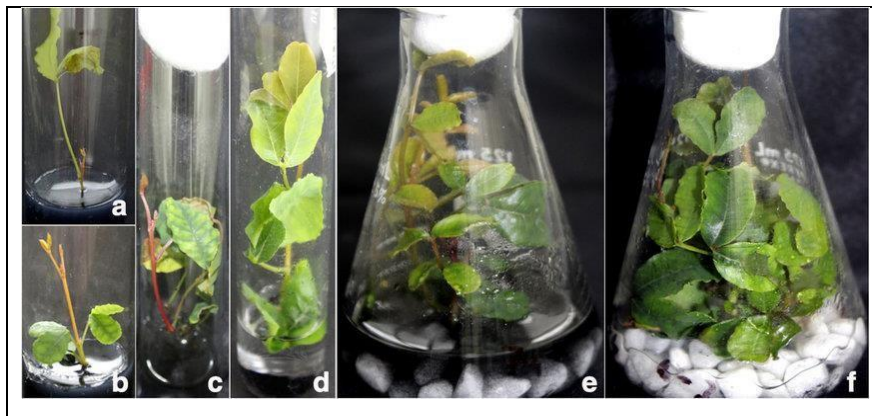


Figure11 : multiplication végétative (vitro plants)

I.4 Reproduction biologique :

Le caroubier (*Ceratonia siliqua*) se reproduit principalement de manière sexuée, ce qui nécessite la création de gamètes mâles et femelles sur des spécimens séparés. Le caroubier est une espèce dioïque, indiquant que chaque arbre est classé comme mâle ou femelle (Batlle & Tous, 1997). La nécessité de fécondation croisée pour garantir la reproduction découle de cette distinction entre les sexes.

Généralement, la période de floraison du caroubier se situe vers la fin de l'été et le commencement de l'automne. Les fleurs mâles génèrent du pollen, alors que les fleurs femelles ont un pistil capable d'accueillir ce pollen (Tous *et al.*, 2013).

Après une pollinisation réussie, la fécondation se produit dans l'ovaire de la fleur femelle, ce qui entraîne la création de gousses contenant plusieurs graines. Ces graines possèdent un tégument épais qui leur confère une dormance élevée, pouvant entraver leur germination naturelle (Janick & Paull, 2008).

Même si la reproduction sexuée est le principal mode de propagation, la multiplication végétative est aussi mise en œuvre dans un contexte agricole pour garantir l'homogénéité génétique des plants. Toutefois, du point de vue biologique, c'est la reproduction sexuée qui occupe une place prépondérante dans la conservation de la diversité génétique et l'ajustement aux conditions environnementales (Zohary, 2005). **I.5 Les types du caroubier :**

Le caroubier (*Ceratonia siliqua L.*) est une espèce diversifiée présentant une grande variété de types. Le tableau 02 suivant présente une classification des principaux types de caroubiers, en se basant sur des critères morphologiques, de production et d'utilisation

Tableau 02 : classification des types de caroubier.

Types de caroubier	Caroubier cultivé (<i>Ceratonia siliqua</i>)	Caroubier sauvage (<i>Ceratonia oreoethauma</i>)
Description botanique	Arbre à feuilles persistantes jusqu'à 15 m, gousses riches en sucres et fibres, cultivé pour ses fruits comestibles (El mokhtar, Badr, & El Hadj, 2020).	Arbre plus petit avec feuilles similaires, gousses plus petites, adapté aux zones arides (Ghazanfar & Fisher, 2021).
Répartition géographique	Cultivé dans tout le bassin méditerranéen : Espagne, Italie, Maroc, Tunisie, Grèce, Turquie (Arista, Ortiz, & Navarro, 2018).	Présent naturellement dans la péninsule arabique (Yémen, Oman) et Somalie (Ghazanfar & Fisher, 2021).
Statut de conservation	Espèce largement cultivée, non menacée, avec certaines variétés locales protégées (El mokhtar, Badr, & El Hadj, 2020).	Espèce vulnérable, protégée dans plusieurs zones pour préserver la biodiversité locale (Ghazanfar & Fisher, 2021).
Utilisation	Utilisée pour la farine alimentaire, humaine, cosmétique et médecine (Arista et al 2018).	Usage local limité, principalement comme fourrage, rôle écologique clé dans les écosystèmes arides (Ghazanfar & Fisher, 2021).
Reproduction	Multiplication par semis, bouturage et sélection variétale (El mokhtar, Badr, & El Hadj, 2020).	Reproduction naturelle avec faible taux de germination, propagation difficile (Ghazanfar & Fisher, 2021).
Adaptation écologique	Tolérant à la sécheresse modérée, préfère les sols bien drainés et climat méditerranéen doux (Arista et al 2018).	Très tolérant à la sécheresse sévère, pousse dans les sols rocheux et déserts (Ghazanfar & Fisher, 2021).

I.6 Composition chimique :

Le caroubier (*Ceratonia siliqua*), une espèce méditerranéenne (tableau 03) aux multiples utilisations, possède diverses parties qui présentent une notable richesse chimique.

Tableau 03: composition chimique des parties de caroubier (Serrano *et al.*, 2015).

Feuilles	Contiennent des protéines, fibres (cellulose), composés phénoliques (flavonoïdes, antioxydants)
Fleurs	Présence de composés volatils contribuant à l'arôme
Fruits (gousses)	Riches en sucres (glucose, fructose), fibres (cellulose, pectine), minéraux (calcium, potassium, magnésium), protéines (5-10 %), lipides (<1 %), polyphénols (flavonoïdes, tanins)
Graines	Principalement galactomannane (polysaccharide, agent épaississant et gélifiant)
Racine	Contient des composés organiques, principalement des polysaccharides (cellulose), des protéines et des minéraux.
Tronc	Principalement constitué de cellulose, lignine, et composés phénoliques, offrant résistance et durabilité

I.7 intérêt et utilisation de caroubier :

La *Ceratonia siliqua L* possède une valeur économique, écologique et industrielle notable. Elle représente une ressource économique pour les hydrates de carbone actuellement étudiés comme matières premières dans la production de bioéthanol. (Addarah., 2013). I.7.1.

Usage traditionnel :

Traditionnellement, la caroube a été largement employé pour traiter les troubles gastrointestinaux comme la diarrhée. Dans ce cadre, les gousses, l'écorce et les feuilles sont employées en médecine traditionnelle en tant qu'anti-diarrhéiques et diurétiques, mais aussi contre les verrues (Rtibi *et al.*, 2017).

I.7.2. Application dans le domaine alimentaire :

L'industrie agroalimentaire est le principal débouché pour les produits du caroubier, grâce à la gomme de caroube (E410) et à la poudre de caroube. Extraite des graines, la gomme de caroube est un hydro colloïde précieux utilisé mondialement comme épaississant, stabilisant et émulsifiant dans une large gamme de produits, incluant les glaces, yaourts, fromages frais, sauces et aliments pour bébés, améliorant significativement leur texture et stabilité (**Mounira & Mohamed, 2014 ; Battestin et al., 2017**). Parallèlement, la poudre de caroube, issue de la pulpe des gousses torréfiées, sert de substitut naturel au cacao, sans stimulants comme la caféine ou la théobromine. Sa saveur douce et chocolatée la rend idéale pour la boulangerie, la pâtisserie, les boissons et les desserts (Battestin et al., 2017). Enfin, le sirop de caroube, concentré de la pulpe, est également valorisé comme édulcorant naturel et source de minéraux dans diverses préparations (**Oualid et al., 2011**). I.7.3. Utilisation cosmétique :

L'industrie cosmétique accorde aussi une importance considérable au caroubier, surtout grâce aux caractéristiques fonctionnelles de la gomme de caroube. Cette gomme est appréciée pour sa capacité à produire des solutions très épaisses même à faible concentration, ce qui en fait un excellent agent épaississant, émulsifiant et stabilisant (**Addarah, 2013**). Elle est souvent intégrée dans la production de produits d'hygiène et de beauté comme les savons, les crèmes, les lotions, les shampoings et les dentifrices. Elle participe à la consistance, à la texture et à la stabilité des formules, améliorant ainsi l'expérience de l'utilisateur et la longévité des produits. I.7.4 utilisation médicale :

Le caroubier est un traitement naturel fortement recommandé en cas de :

- Problèmes de digestion
- Reflux acide fréquent
- Irritation du côlon
- Vomissements persistants et acidité de l'estomac
- Anémie, carences nutritionnelles et hémorroïdes
- Problèmes liés à l'alimentation et à l'obésité (grâce à sa haute concentration en tannins qui induit une sensation de plénitude).

À l'heure actuelle, la caroube est vue comme un sujet d'étude pour découvrir de nouveaux antioxydants naturels présents dans l'enveloppe de la graine et la pulpe du fruit. Cette propriété est due à la présence de composés phénoliques et fibres (Custodio et al., 2011).

I.7.5 Applications de la caroube :

En raison de sa capacité à résister à la sécheresse et à tolérer la pollution atmosphérique, il est utilisé comme plante d'ornement et d'ombre le long des routes (Benamar et al., 2011), mais aussi pour combattre l'érosion, la dégradation du sol et la désertification (Batlle et al., 1997).

Le bois de caroubier, également appelé carouge, qui possède une texture fine et dure, est particulièrement apprécié en ébénisterie pour la confection de meubles et pour la production de charbon (Rivière et Leco, 1900). En outre, on utilise aussi du tourteau de caroube, qu'il soit moulu ou haché, comme Alternative à la tourbe pour les plants en pépinière (Rishani & Rice, 1988). Selon (Haddarah et al., 2013), l'écorce et les racines jouent un rôle important dans le processus de tannage, notamment pour l'achèvement et l'émaillage des peaux. Elle sert aussi à la fabrication d'encres et de colorants et du miel (Gharnit, 2003). **I.8. Exigence édapho4climatiques :**

Le caroubier (*Ceratonia siliqua L.*) est une plante particulièrement bien adaptée au climat méditerranéen. Pour bien se développer et produire des fruits, il a des besoins précis concernant le climat, le sol, l'eau et la lumière (Batlle & Tous, 1997)

I. 8 .1 Climat

Le caroubier prospère principalement dans les zones méditerranéennes, caractérisées par des étés longs, chauds et secs, ainsi que des hivers doux. Il peut tolérer des températures élevées, au-delà de 40 °C, ce qui le rend idéal pour les régions chaudes. Cependant, il est sensible aux gelées, surtout quand il est jeune ; des températures inférieures à -5 °C peuvent l'endommager (Batlle & Tous, 1997; Tous et al., 2013).

I.8.2 Sol

Le caroubier est peu exigeant concernant la qualité du sol. Il peut s'adapter à une grande variété de terrains, même pauvres, rocaillieux, calcaires ou légèrement salins, à condition qu'ils soient bien drainés. Une accumulation d'eau autour des racines peut entraîner leur asphyxie, ce qui est

très mauvais pour l'arbre. Le caroubier préfère les sols avec un pH neutre à basique, généralement entre 6,5 et 8,5 (**Battle & Tous, 1997; FAO, 2017**).

I. 8.3 Exigences en matière d'eau

Cette espèce est très résistante à la sécheresse grâce à son système racinaire profond, qui lui permet d'absorber l'humidité présente loin dans le sol. Une fois bien établi, le caroubier a besoin de très peu d'irrigation supplémentaire, ce qui en fait une culture intéressante pour les régions arides ou semi-arides. Attention, un excès d'eau peut être nocif et favoriser l'apparition de maladies fongiques au niveau des racines (**Battle & Tous, 1997; Rebelo et al., 2020**).

I.8.4 Lumière

Le caroubier est une espèce héliophile, ce qui signifie qu'il a besoin d'une exposition maximale au soleil pour garantir son développement optimal et assurer une bonne production de gousses. Un manque de lumière ou une ombre prolongée réduit considérablement sa floraison et sa production de fruits (**Tous et al., 2013**).

I.9 Les maladies et les ravageurs de caroubier :

I.9.1 les maladies :

a) Oïdium (*pseudoidium ceratoniae*) :

L'oïdium est une pathologie fongique fréquente chez le caroubier, (figure 14) touchant les feuilles, les gousses ainsi que les jeunes branches. Elle se caractérise par l'apparition d'un feutrage blanc sur les zones affectées, qui peut provoquer une déformation des feuilles et diminuer le processus de photosynthèse (**Battaglia et al., 2023**).



Figure 14 : Symptômes de l'oïdium sur les feuilles.

b) Tache foliaire de la cercosporiose (*pseudocercospora ceratonia*) :

Cette pathologie entraîne l'apparition de taches brunâtres sur les feuilles, cerclées d'une aura claire. Elle peut provoquer une perte de feuillage anticipée, diminuant la vigueur de l'arbre et sa capacité à produire. (Cabi. 2022).



Figure 15 : détail des taches nécrotique dues à la cercosporiose.

c) Pourriture cubique brune (*laetiporus sulphureus*) :

Ce champignon décomposeur du bois s'attaque au caroubier, entraînant une pourriture cubique de couleur brune. Il s'agit d'un problème majeur pour les vieux arbres, mettant en péril leur solidité structurelle



Figure 16 : dégradation du bois Pourriture cubique brune (*laetiporus sulphureus*)

d) Pourriture des racines (Phytophthora niederhauseri) :

Ce micro-organisme présent dans le sol est à l'origine d'une décomposition des racines, provoquant un flétrissement, une décoloration des feuilles et, dans les situations extrêmes, la disparition de l'arbre (Battaglia *et al.*, 2023).



Figure 17 : symptôme de Pourriture des racines (*Phytophthora niederhauserii*) **I.9.2**

Les ravageurs :

a) Carpocapse du caroubier (ectomyelois ceratonia) :

Ce papillon est l'un des parasites les plus préjudiciables pour le caroubier. Les larves se nourrissent des graines à l'intérieur des gousses, détériorant ainsi la qualité des cultures .



Figure 18 : Carpocapse du caroubier (ectomyelois ceratonia)

b) Cochenilles (coccoidea) :

Les cochenilles, y compris les cochenilles farineuses et celles à carapace, se régalent du suc du caroubier, ce qui épuise l'arbre. Elles excrètent également du miellat qui stimule la croissance de la fumagine.



Figure 19 : Cochenilles

c) Acariens (tétranyques) :

Ces petits arthropodes se nourrissent de la sève des feuilles, entraînant une décoloration, une distorsion et une perte anticipée des feuilles .



Figure 20 : les acariens

d) Zeuzère du poirier (*zeuzera pyrina*) :

Ce lépidoptère perce le bois du tronc et des branches, formant des tunnels qui débilitent l'architecture de l'arbre et peuvent conduire à la rupture des branches.



Figure 21 : ravageurs de caroubier –adulte de Zeuzère du poirier.

Chapitre II : zone d'étude

II .1 origine et Distribution géographique du caroubier :

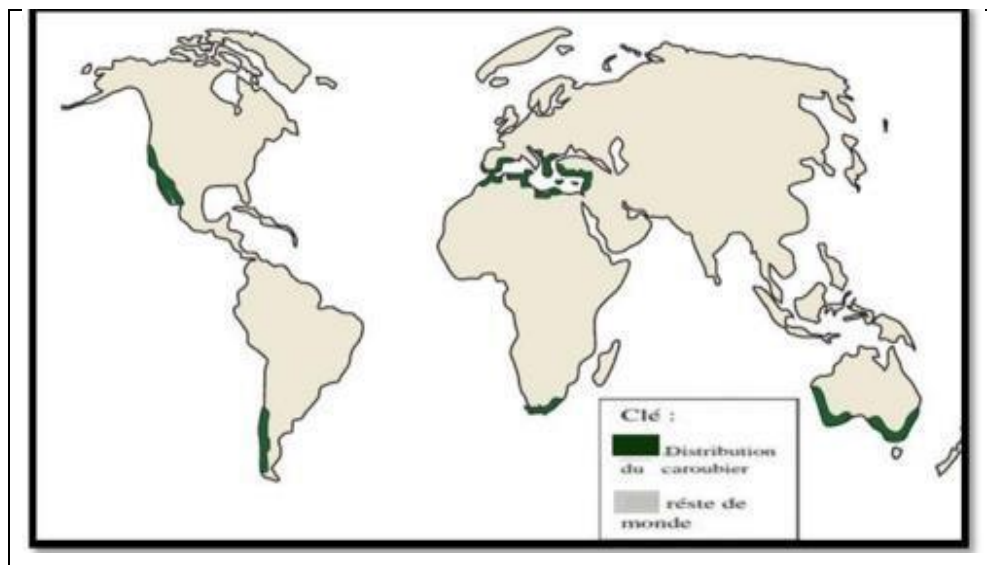
II.1.1 origine du caroubier :

Plusieurs théories de premier plan divergent parmi les auteurs concernant l'origine du caroubier. Selon (**Vavilov 1951**), le caroubier trouve ses origines dans la région orientale de la Méditerranée (Turquie, Syrie et Palestine), tandis que certaines recherches archéo-botaniques s'appuyant sur des débris carbonisés de bois et de fruits ont démontré l'existence du caroubier dans la partie orientale de la Méditerranée durant le néolithique (environ 4000 ans avant J.C.), une époque marquée par le début de la domestication des espèces ligneuses (**Estrada et al., 2006**)

II.1.2 Distribution géographique du caroubier :

a) Dans le monde :

Le caroubier, qui trouve ses origines au Moyen-Orient **FIGURE 08**, est un arbre principalement méditerranéen dont l'importance écologique, industrielle et ornementale est incontestée (**Hariri et al., 2009**). On l'aperçoit dans son habitat naturel principalement en Espagne, au Portugal, au Maroc, en Grèce, en Italie et en Turquie. Chypre, Égypte, Tunisie et Algérie. Il a également été lancé en Australie, en Afrique du Sud, aux États-Unis et en Amérique du Sud (**Sbay & Abourouh, 2006**).



Carte 01: Centre d'origine et distribution du caroubier dans le monde.

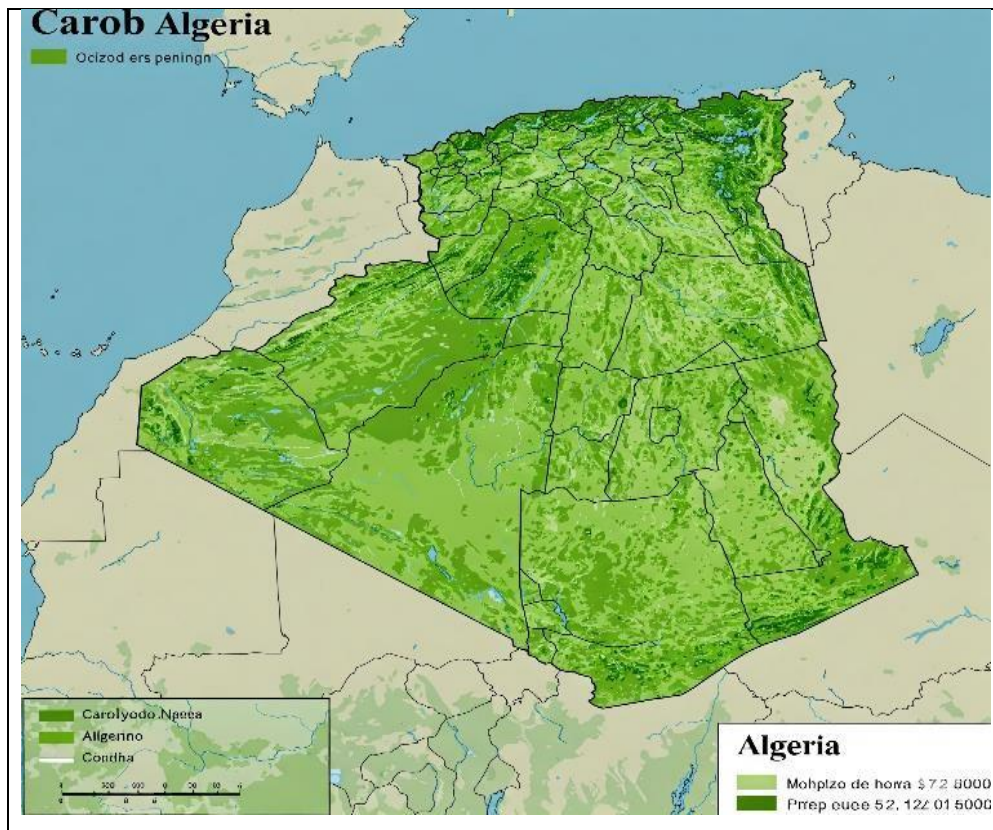
b) En Algérie :

Le caroubier (*Ceratonia siliqua L.*), un arbre emblématique du bassin méditerranéen, est remarquablement adapté aux climats arides et semi-arides. En Algérie, sa présence est généralisée, bien que sa superficie cultivée ait diminué avec le temps (FAOSTAT, 2011).

On trouve naturellement le caroubier dans les écosystèmes côtiers et les massifs montagneux . Il est fréquemment cultivé dans l'Atlas Saharien et est commun dans le Tell (Makhloufi & Boumaza, 2018). Il pousse souvent aux côtés de l'amandier, de l'olivier et du lentisque dans les régions chaudes, semi-arides à humides.

Cet arbre peut s'adapter à une large gamme de domaines bioclimatiques, du thermoméditerranéen aride supérieur au semi-aride supérieur (Kaderi *et al.*, 2014). Il est protégé du gel dans les vallées fraîches, se développant à des altitudes allant de 100 à 1300 mètres Sa présence est attestée dans de nombreuses wilayas, de l'Est à l'Ouest de l'Algérie, incluant Annaba, Jijel, Sétif, Blida, Tipaza, Relizane et Tlemcen.

Dans le Nord-Ouest de l'Algérie, le caroubier est présent dans les wilayas de Tlemcen et Mascara, ainsi que dans la région de Traras au nord de Tlemcen (Lemradji *et al.*, 2021, citant Boussalem & Megri, 2020). Des spécimens sauvages ont même été observés à 1037 mètres d'altitude dans la wilaya de Naâma (Mehdad, 2016). Il est également utilisé pour l'ombrage et l'ornementation dans plusieurs villes de cette région. Des études spécifiques sur sa distribution ont été menées à Emir Abdelkader Constantine (Badaoui, 2024) et dans la wilaya de Mostaganem (Bengoechea *et al.*, 2008). On le retrouve également dans les wilayas de Bejaia, Blida, Tizi-Ouzou, Bordj Bou Arreridj, Bouira et Mila (FAOSTAT, 2011)



Carte02 : Centre d'origine et distribution du caroubier dans Algérie

II.2. La production du caroubier :

Le caroubier (*Ceratonia siliqua*), espèce méditerranéenne aux usages multiples, joue un rôle économique et environnemental important dans plusieurs pays producteurs. Afin de mieux comprendre sa répartition et son rendement, les tableaux suivants présentent une comparaison entre les principales données de production à l'échelle mondiale et celles observées en Algérie. Ces données incluent la surface cultivée, la production annuelle et le rendement moyen par hectare. Elles sont issues de sources officielles telles que la FAO pour les statistiques internationales (FAOSTAT, 2011) et la Direction des Services Agricoles de Tlemcen pour les données algériennes (DSA / Tlemcen, 2009).

Tableau 04 : Estimation de la surface cultivée, la production et le rendement de la caroube dans le monde 2011 .

Pays	Surface cultivée	production	rendement
Espagne	47000	55754	1.19
Italie	9183	44749	4.87
Portugal	8274	31067	3.75
Maroc	9717	20489	2.11
Grèce	5284	20901	3.96
Chypre	1353	10560	7.80
Turquie	2910	13972	4.80
Algérie	1 000	4000	4.00
Liban	250	2300	9.20
Croatie	550	553	1.01
Tunisie	414	858	2.07
Ukraine	100	100	1.00
Mexique	76	76	1.00
Total	87458	205589	2.35

Tableau 05 : Estimation de la surface cultivée, la production et le rendement de la caroube dans l'Algérie (DSA Tlemcen ,2009)

wilaya	Surface cultivée	Production QS	Rendement
Bejaia	645	18417	28 ,6
Tipaza	105	5600	53 , 3
Blida	100	8050	80 ,5
Boumardes	32	1080	40 ,0
Bouira	22	144	6,5
Mila	10	80	8,0
Tlemcen	5	100	20,0
Bba	4	20	5,0
Ain dafla	2	300	150
Mascara	1	30	30
Tizi –ouzou	1	20	20
Total	927	33841	36 ,5

II.3 Ancienneté de sa présence en Algérie :

Le caroubier ait été cultivé par les Phéniciens et les Romains à travers tout le bassin méditerranéen, les études montrent qu'il n'a pas été récemment introduit en Algérie. Il existe depuis l'époque antique et constitue un élément naturel des forêts méditerranéennes en Algérie. L'histoire de sa présence est appuyée par l'observation d'une diversité génétique au sein des populations algériennes, ce qui suggère une coévolution prolongée avec les écosystèmes locaux (**Chabane, 2018**).

II.4 Adaptation écologique aux milieux algériens :

Le caroubier est largement adapté aux conditions écologiques particulières du nord de l'Algérie :

- ✓ Des sols calcaires.
- ✓ Des phases de sécheresse.
- ✓ Des températures chaudes.

Cette adaptation environnementale est soutenue par des études morpho-écologiques récentes, qui révèlent une variabilité notable dans les feuilles, les gousses et les graines en fonction des zones géographiques. Ces résultats indiquent une intégration ancienne et naturelle dans les écosystèmes forestiers locaux (**Kocherane, 2021**).

II.5 Confirmation par la diversité génétique :

Les recherches sur la diversité génétique du caroubier en Algérie mettent en évidence une large variation intra-spécifique, ce qui est caractéristique des espèces qui sont établies depuis longtemps dans leur habitat naturel. Cette variété suggère que le caroubier n'est pas une espèce importée, mais plutôt le produit d'une évolution locale, soulignant ainsi son caractère autochtone dans les écosystèmes algériens (**Gadoum et al., 2021**).

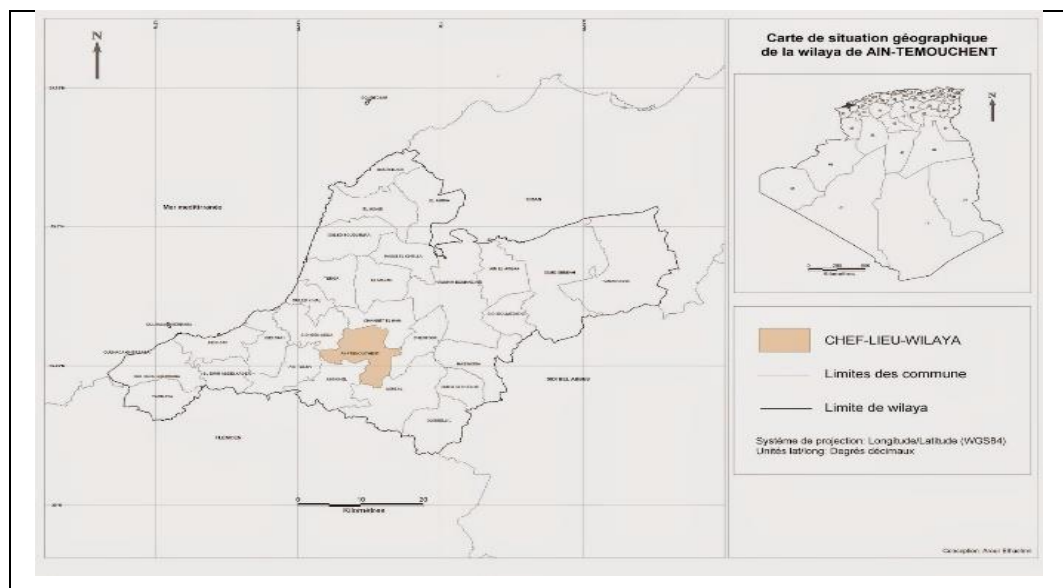
II.2 zone d'étude Ain témouchent :

II.2.1 Le Contexte géographique et administratif :

La superficie de la wilaya d'Aïn Témouchent s'étend sur 2400 km². Elle se trouve dans la région ouest. Elle se situe dans le bassin versant des côtes oranaises. La localité principale de la wilaya se trouve à 500 kilomètres vers l'ouest de la capitale, Alger.

Suite au dernier redécoupage administratif (Loi n°48-09 du 1er janvier 1984, concernant l'organisation territoriale du pays), la wilaya d'Aïn Témouchent est constituée de vingt-huit (28) communes et huit (08) Daïras. Elle s'étend : au nord, jusqu'à la mer Méditerranée ; au sud-ouest, jusqu'à la wilaya de Tlemcen ; au sud-est, jusqu'à la wilaya de Sidi Bel Abbès ; et à l'est, jusqu'à la wilaya d'Oran.

La wilaya compte en tout 410423 résidents, ce qui correspond à une densité de 172 personnes par kilomètre carré (**DRE, Aïn Témouchent, 2015**).



Carte 03: Le Contexte géographique et administratif

II.2.2 étude climatique dans la région :

La wilaya d'Aïn Témouchent bénéficie d'un climat méditerranéen, caractérisé par des hivers doux et humides et des étés chauds et secs. Les précipitations annuelles, qui oscillent en moyenne entre 400 et 500 mm, sont principalement concentrées de novembre à mars, bien que cette valeur puisse varier selon les zones géographiques internes de la wilaya (**ONM, 2021**).

Les températures moyennes mensuelles varient de 10 °C en hiver à plus de 30 °C en été, avec des pics pouvant dépasser 40 °C durant les vagues de chaleur. Ce régime climatique joue un

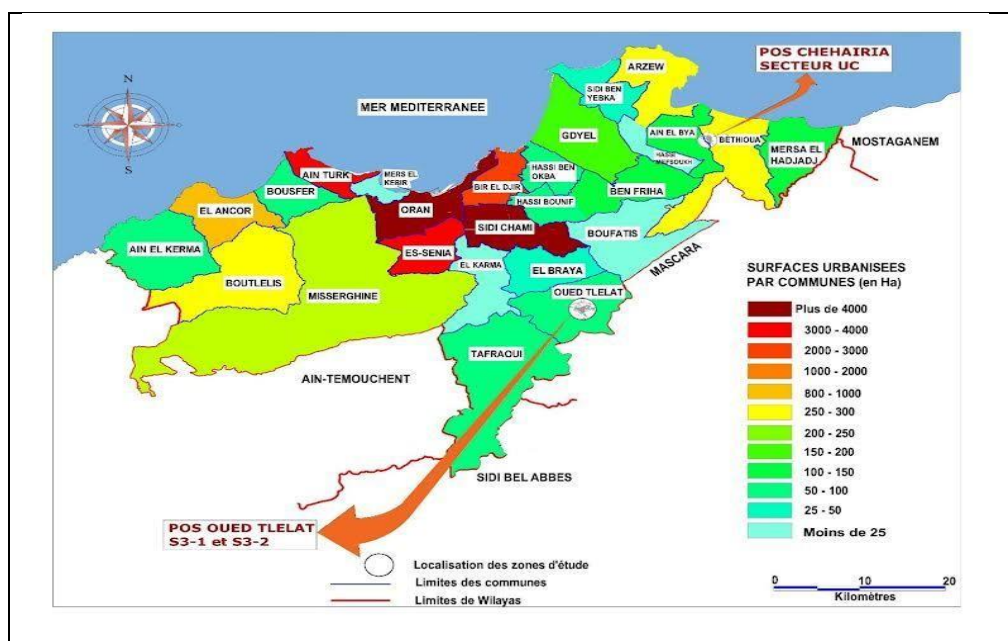
rôle crucial dans les activités agricoles de la région, notamment la viticulture, l'arboriculture et les cultures maraîchères (ONM, 2021).

Dans la région, les vents prédominants soufflent majoritairement du nord-ouest et de l'ouest, sous l'influence des courants d'air de l'Atlantique. Durant l'hiver, leur intensité augmente, ce qui contribue parfois à l'érosion des sols dans les régions agricoles non protégées. Outre leur contribution à la répartition des précipitations, ces vents ont un impact sur le niveau d'évaporation et la température de l'air, ce qui modifie les conditions microclimatiques locales (Bessaoud, 2013).

II.2.3 Caractéristique des sols dans la région :

La wilaya d'Ain Témouchent est caractérisée par une diversité pédologique marquée, due à ses conditions géographiques et climatiques. Par exemple, dans la zone côtière de Béni Saf, on note que les sols sablo-limoneux à texture légère et bien drainés conviennent parfaitement à la viticulture et aux cultures maraîchères. Dans la plaine de Hammam Bou Hadjar, les sols, caractérisés par leur nature argilo-limoneuse et leur richesse en matière organique, sont particulièrement propices à la culture de céréales telles que le blé dur.

En ce qui concerne les régions intérieures, à l'instar d'El Malah, on trouve des sols riches en calcaire actif, ce qui peut restreindre la disponibilité de certains nutriments comme le fer ou le zinc. Cependant, ces types de sol demeurent propices à la culture de l'olivier. Cependant, certaines zones de la région, en particulier à Tamzoura, présentent des défis géotechniques en raison de l'existence d'argiles gonflantes. Cela entraîne des menaces de fissuration pour les ouvrages ou les infrastructures agricoles (Bouزيد, 2021 ; Yousfi & Zemmour, 2022).



Carte 04 : le plan d'occupation des sols dans la région de Ain temouchent

II.2.5. les ressources en eau dans la wilaya :

La wilaya d'Ain Témouchent dispose d'un potentiel hydrique varié mais limité par rapport à d'autres régions du nord de l'Algérie. Ses ressources en eau proviennent principalement des barrages, des nappes phréatiques et de certaines sources superficielles. Ces ressources sont essentielles pour l'approvisionnement en eau potable, l'irrigation agricole et les besoins industriels, en particulier dans les zones agro-économiques illustré dans **tableau 06**. Cependant, la croissance démographique, l'augmentation des surfaces agricoles irriguées et les effets du réchauffement climatique exercent une pression croissante sur ces ressources. Il est donc crucial d'adopter une approche intégrée, incluant l'exploitation des eaux non conventionnelles comme les eaux usées traitées. (ANRH, 2021).

Tableau 06 : les ressources en eau de la wilaya Ain temouchent (ANRH,2021).

Type de ressource	Localisation principale	Usage principal
Barrage de béni saf	Commune de bénisaf	Eau potable, irrigation
Barrage de oued kihal	Oued kihal	Irrigation
Sources superficielles	Région de hammam bouhdjar	Thermalisme, usage local
Station de traitement	Beni saf ,el malah	Potabilisation de eau
Eaux usées traitées	Station déportation el amria	Irrigation secondaire (projets pilotes)

II.2.6 Répartition et culture du caroubier dans la région :

Dans cette région, on trouve le caroubier de façon intermittente, généralement en périphérie des cultures ou dans des zones reboisées. Bien que marginale, sa culture connaît une croissance soutenue grâce à des initiatives de diversification agricole et de combat contre l'érosion (Khellaf & Zerrouki, 2021).

Tableau 07 : Repartition du caroubier dans la wilaya de Aïn Témouchent (Benbachir,2022)

Zone	Commune	Nombre de plants / Observation	Année
Forêt de Sassel	Ouled Boudjema	1 600 plants plantés	2022
Cap Figalo	Bouzedjar	3 000 plants sur zone côtière	2021
Forêt de Terga	Terga	Reboisement en zones de relief	2021
Oued El Ghaçoul	Hammam Bou Hadjar	Présence naturelle, potentiel forestier	2020
Zone de Chabat El Leham	Beni Saf	Introduction récente	2023

II.2.7. Exploration industriel et commerciale du caroubier :

Le caroubier (*Ceratonia siliqua*) dans la zone d'Aïn Témouchent est une ressource naturelle encore peu exploitée, mais qui attire de plus en plus l'attention pour ses perspectives économiques et écologiques. Des petites entreprises artisanales et semi-industrielle sont entamé le processus de transformation des gausses de caroubier pour produire de la farine de caroube, qui est ensuite utilisée comme composant dans la confection de biscuits, boisson énergétiques et produits diététiques (Bensaid & Khelladi, 2021).

Néanmoins, cette activité freinée par l'absence d'une structure organisée au sein de la filière, un manque de formation technique et des équipement sin adaptés pour l'extraction et le conditionnement. De plus, les grains de caroube servent à l'obtention de la gomme de caroube (E410), un agent épaississant naturel très prisé dans les secteurs agroalimentaires, pharmaceutique et cosmétique. Ce produit, qui n'est pas encore largement utilisé sur le Marché local, présente néanmoins une grande opportunité à l'exportation, notamment vers l'Europe et l'Asie où les additifs naturels sont très appréciés (Yahi & Bouziane, 2020).

Néanmoins, l'absence d'infrastructures adéquates et de réseaux de ventes spécialisés freine actuellement l'expansion à grande échelle de ce secteur.

Confrontés à cette situation, diverses actions locales ont été mises en place, y compris des projets de reboisement dans les régions forestières en dommages de la wilaya, tels que Oued Berkeche, El Malah et Terga. Ces efforts visent à favoriser l'utilisation du caroubier en tant que ressource pérenne (**Direction des Forêts d'Aïn Témouchent, 2023**).

Ces initiatives font partie d'une stratégie globale visant à combattre la désertification et à protéger les sols. Le Ministère de l'Agriculture a aussi identifié le caroubier comme une espèce d'importance stratégique, capable de produire des revenus dans les régions rurales à faible rendement agricole (**Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural, 2022**).

II.2.8. Les enjeux de caroubier dans la wilaya de Aïn Témouchent :

À Aïn Témouchent, le caroubier est une ressource vitale pour l'agriculture locale et la lutte contre la désertification, grâce à son adaptation aux sols pauvres et à la sécheresse (**Mehdad, 2013**). Cependant, son potentiel reste largement inexploité. La région fait face à des défis majeurs: un manque de données fiables sur sa production, des pratiques agricoles obsolètes et une filière de transformation et de commercialisation peu développée, les agriculteurs connaissent mal les techniques modernes de valorisation (**Ait Chitt et al., 2007**).

Bien que des initiatives comme la plantation de 1000 hectares de caroubier soient prometteuses (**Ouest Tribune, 2023**), une compréhension approfondie de ces contraintes est essentielle pour optimiser sa contribution au développement économique et à la sécurité alimentaire de la région.

Chapitre III : résultat et discussions

III.1 méthodologie :

Ce chapitre détaille la méthodologie utilisée, le matériel employé, ainsi que la présentation et la discussion des résultats de notre étude sur l'utilisation du caroubier dans la wilaya d'Aïn Témouchent et ses environs (El Amria, Hammam Bouhdjar, Beni Saf). Cette enquête a été menée du 7 Avril au 8 Mai 2025 auprès des habitants. Elle a permis de recueillir une grande diversité de données concernant la connaissance, la consommation et les quantités de caroubier utilisées.

III.2 Résultats et discussions

1. Consommation du caroubier selon le sexe (par région)

Le tableau 08 montre la répartition des participants par sexe (femmes et hommes) dans quatre régions : Ain Temouchent, Beni Saf, Hamam Bouhdjar et El Amria. Pour chaque région, nous avons le nombre exact de participantes et de participants, ainsi que le pourcentage que chaque sexe représente.

Tableau 08 : Distribution des participants, ventilée par sexe (femmes et hommes), au sein de quatre régions.

Région /sexe	Femme	Femme %	Homme	Homme %
Ain temouchent	19	73 ,08	7	26,92
Beni saf	18	64 ,29	10	35,71
Hammam bouhdjar	20	71,43	8	28,57
El amria	12	66,67	6	33,33

Les données révèlent une nette majorité de femmes participantes dans toutes les régions. La présence féminine ne descend jamais en dessous de **64%**, et elle est la plus forte à Ain Temouchent, où plus de **73%** des participants sont des femmes (**73,08%** contre **26,92%** d'hommes).

La répartition des sexes est la plus équilibrée à Beni Saf, où les hommes représentent **35,71%** des participants, un pourcentage légèrement plus élevé que dans les autres régions.

Le diagramme circulaire (**figure 22**) illustre la répartition globale selon le sexe, montre la proportion respective des hommes et des femmes.

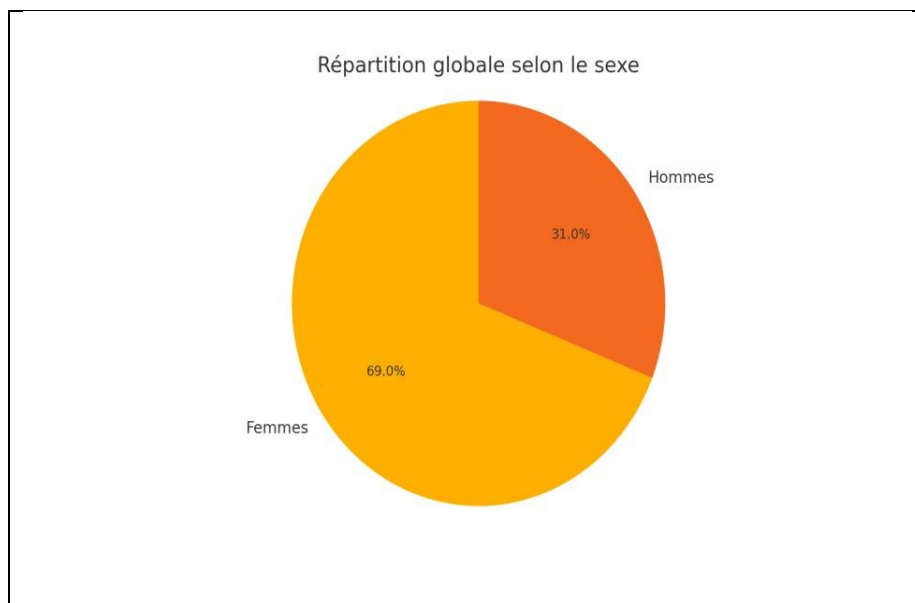


Figure 22 : répartition globale selon le sexe.

Ce graphique met en évidence une prépondérance féminine marquée, les femmes constituant une très large majorité avec **69,0 %** de la répartition totale du groupe étudié. En contrepartie, les hommes représentent une minorité significative, ne comptant que pour **31,0 %** de cette répartition global

La **figure 23** en bas, illustre la comparaison du nombre de consommateurs et de consommatrices pour chacune des quatre régions étudiées.

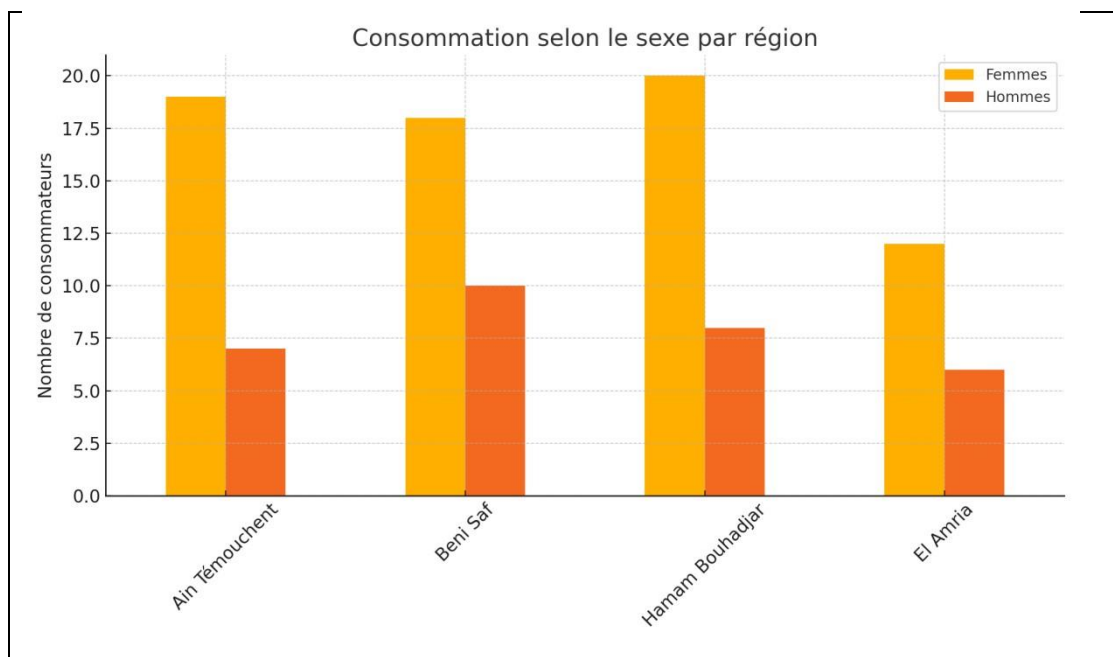


Figure 23 : consommation selon le sexe par régions.

Dans toutes les régions étudiées, ce graphique met en évidence une prédominance nette des femmes en termes de consommation. Les régions de Hammam Bouhadjar et Ain Témouchent se distinguent particulièrement en affichant les nombres les plus élevés de consommatrices.

Néanmoins, le graphique 24 représente l'évolution de la consommation par sexe entre les régions étudiées.

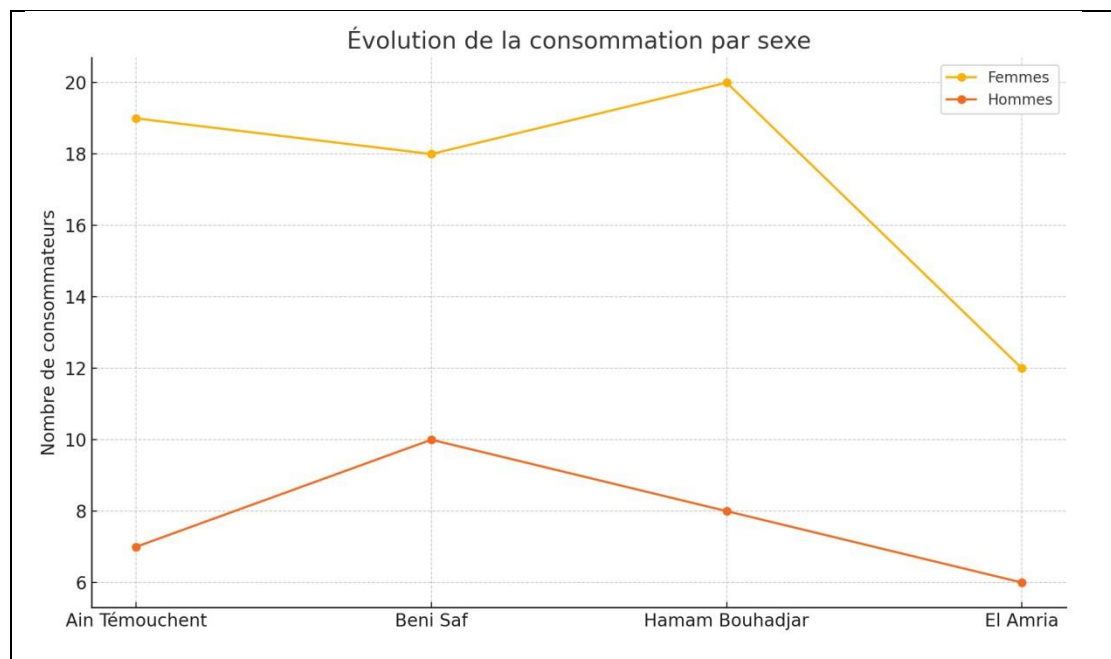


Figure 24 : évolution de la consommation par sexe par région

La courbe confirme que la consommation féminine est systématiquement supérieure à celle des hommes dans les quatre régions.

2. Répartition des consommateurs selon l'âge :

Le tableau 10 en dessous offre une vue d'ensemble de la démographie des participants, en présentant leur nombre selon différentes tranches d'âge (de 20 à 60 ans) et leur provenance régionale (Ain Témouchent, Beni Saf, Hammam Bouhadjar, El Amria). Les données incluent également les totaux et les pourcentages pour chaque groupe d'âge, permettant une analyse approfondie des profils.

Tableau 09 : Nombre de participants par tranche d'âge et par région.

Région / l'âge	20	30	40	50	60
Ain temouchent	3	5	4	8	6
Beni saf	7	4	5	6	6
Hamam bouhdjar	5	8	6	5	4
El amria	4	5	3	4	2
Total	19	22	18	23	18
Pourcentage	19 %	22%	18%	23%	18%

L'analyse du tableau montre que les participants âgés de 50 ans sont les plus nombreux. La répartition par âge n'est pas homogène entre les régions, chacune présentant des concentrations spécifiques pour certaines tranches d'âge, et une participation générale moins élevée à El Amria.

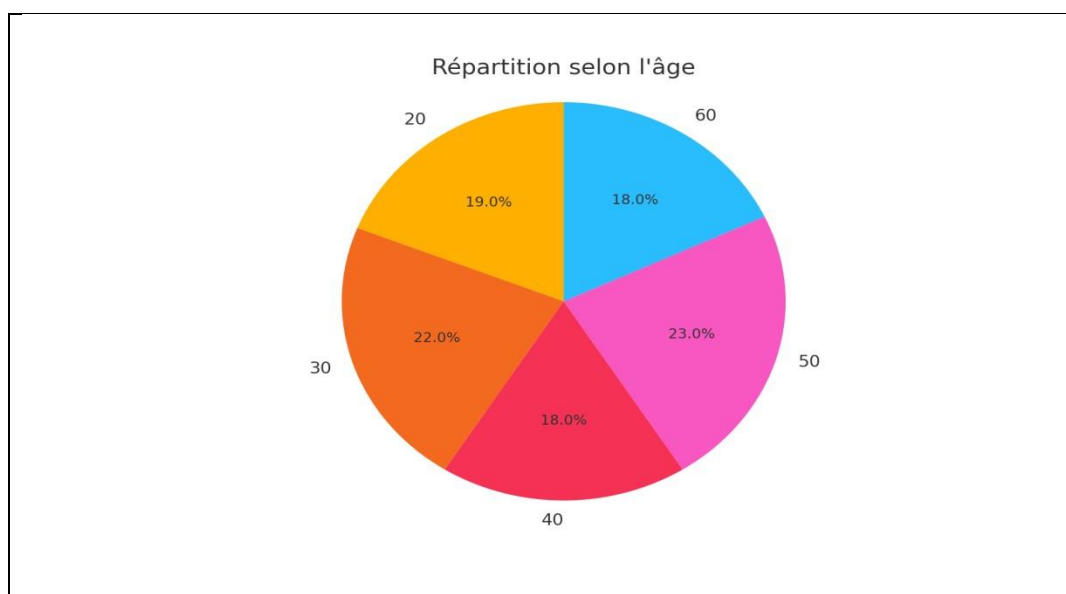


Figure 25 : répartition selon l'âge.

L'analyse de la figure 25 révèle que les 50 ans constituent le groupe le plus large, suivi de près par les 30 ans. Les tranches d'âge 20, 40 et 60 ans sont moins représentées, avec une proportion égale pour les 40 et 60 ans.

Le graphique (**figure26**) montre le nombre de consommateurs pour chaque âge et leur quantité.

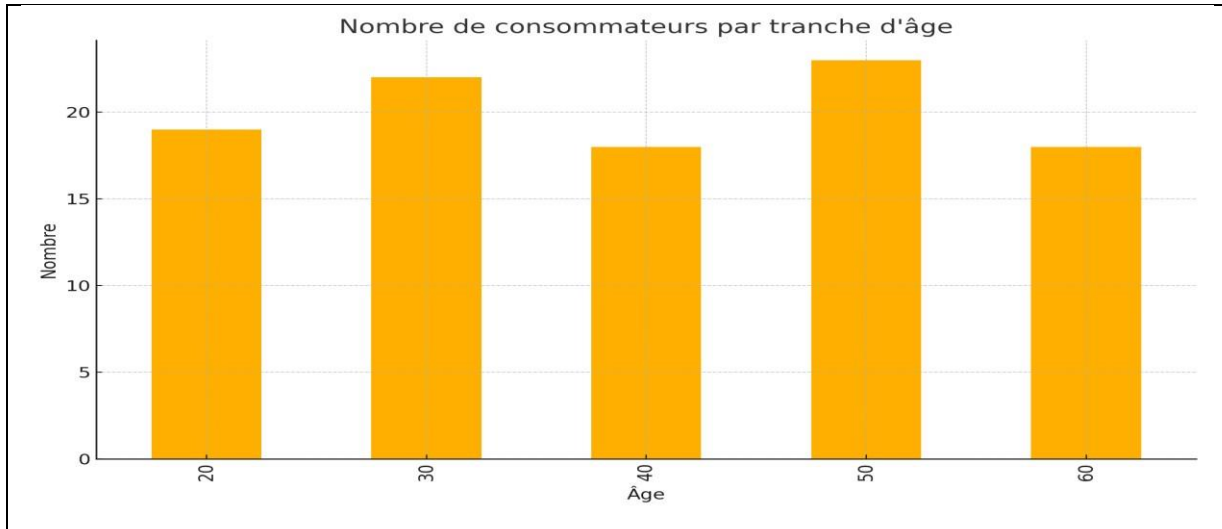


Figure 26 : nombre de consommateurs par tranche d'âge.

L'analyse montre que la tranche d'âge des 50 ans est la plus représentée, ce qui reflète un usage accru avec l'âge.

La **figure 27**, représente le nombre de consommateurs par âge dans les villes d'Ain Témouchent, Beni Saf, HamamBouhadjar et El Amria.

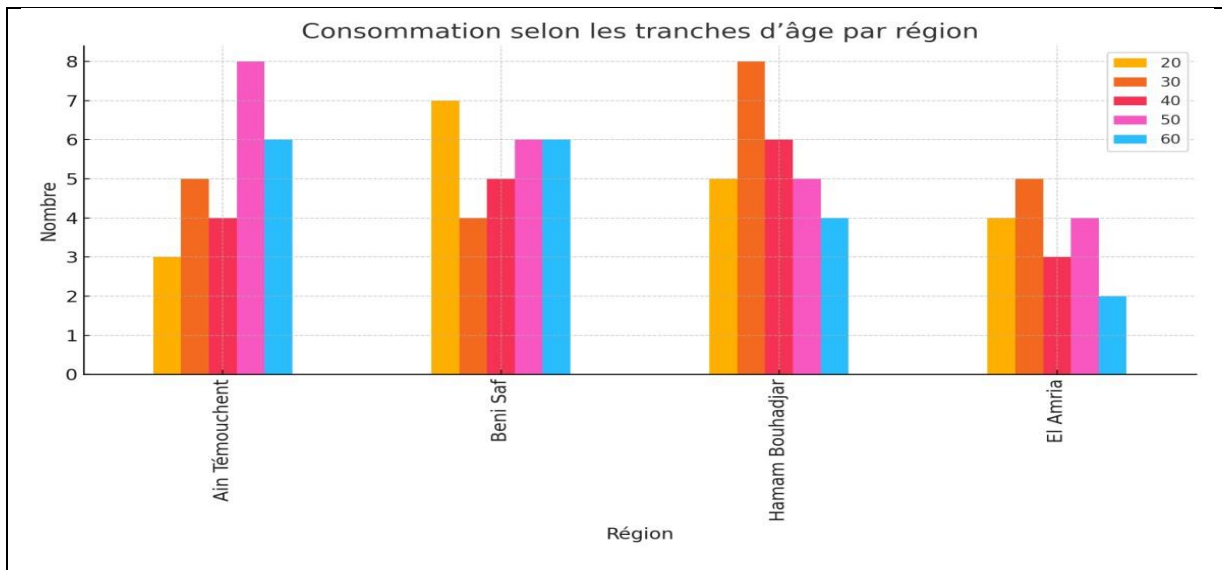


Figure 27: consommation selon les tranches d'âge par region.

L'analyse de la figure 27 montre que :

Ain-Temouchent :

La consommation est nettement plus élevée chez les 50 ans, suivie des 60 ans. Ceci reflète un fort ancrage traditionnel du caroubier dans les habitudes alimentaires des populations plus âgées.

Beni Saf :

Un équilibre entre les tranches d'âge est observé. Les 20 ans dominent légèrement, ce qui pourrait indiquer un intérêt croissant des jeunes pour les produits naturels.

Hamam Bouhadjar :

La consommation culmine à 30 ans, cela peut témoigner d'un mode de vie en transition, entre modernité et tradition.

El Amria :

Les jeunes de 20 et 30 ans sont les plus représentés. ce profil contraste avec les autres régions expliquer par la **figure 28** qui représente une courbe qui visualise comment le nombre varie avec l'âge.

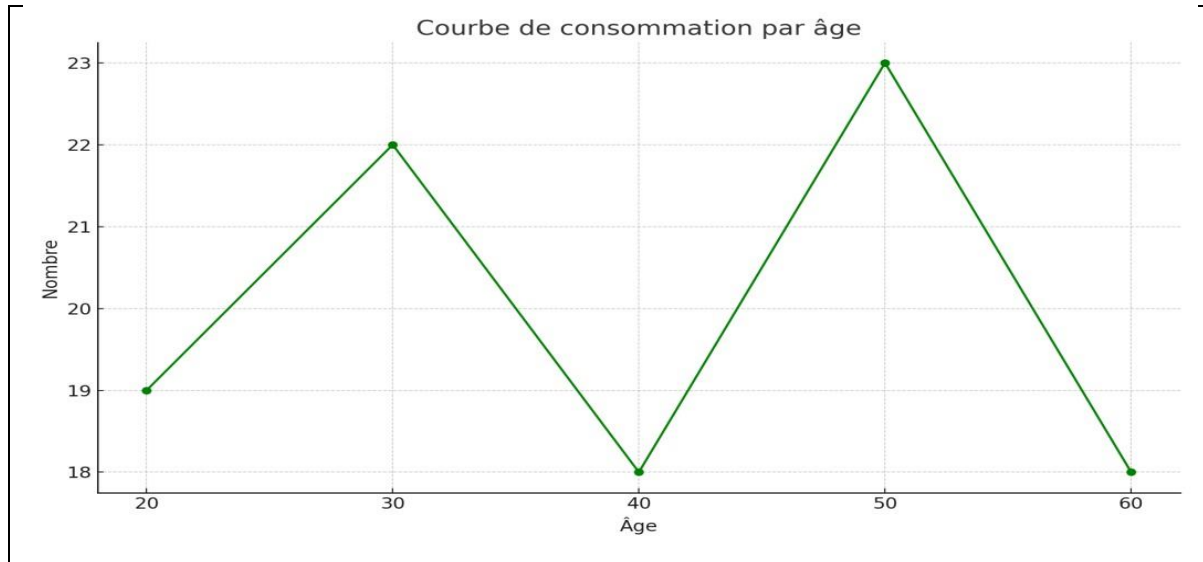


Figure 28 : Courbe de consommation du caroubier en fonction de l'âge.

L'analyse de la courbe montre une stabilité relative avec un pic de consommation chez les quinquagénaires.

Toutefois, le graphique (**figure 29**) retrace la consommation par tranche d'âge à travers les quatre régions : Ain Témouchent, Beni Saf, Hamam Bouhadjar et El Amria. Il permet de suivre l'évolution de chaque catégorie d'âge d'une région à l'autre.

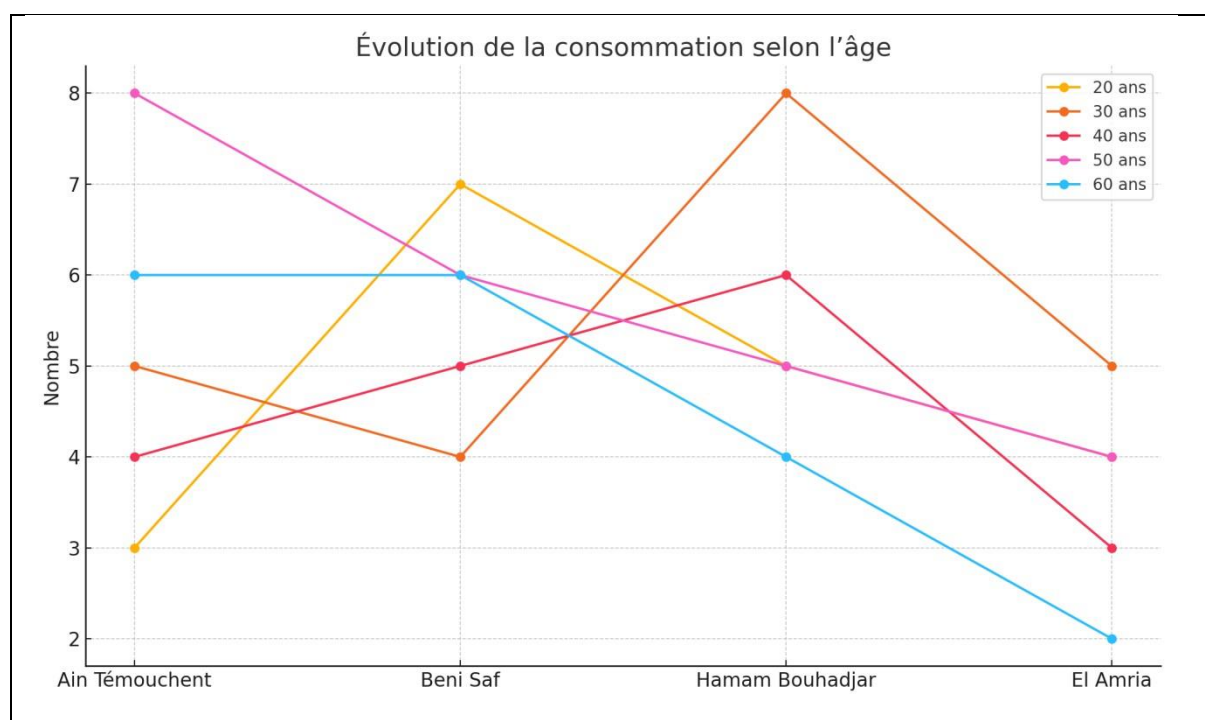


Figure 29 : évolution de la consommation selon l'âge par régions.

L'analyse du graphique présente une tendance en forme de cloche : le caroubier gagne en importance avec l'âge, atteignant son apogée autour de 50 ans, puis sa consommation diminue légèrement.

3. Type de consommation du caroubier :

Le tableau 11 évoque la répartition du nombre de consommateurs et de leur pourcentage respectif pour chaque type de caroubier (Sirop, Fraiche, Poudre).

Tableau11 : répartition du nombre de consommateurs et leur pourcentage respectif pour chaque types de caroubier.

Types	Nombre	Pourcentage %
-------	--------	---------------

Sirop	14	13.86
Fraiche	61	60.04
Poudre	26	25.74

Le graphique (**figure 30**) illustre la proportion des différentes formes de caroube consommées.

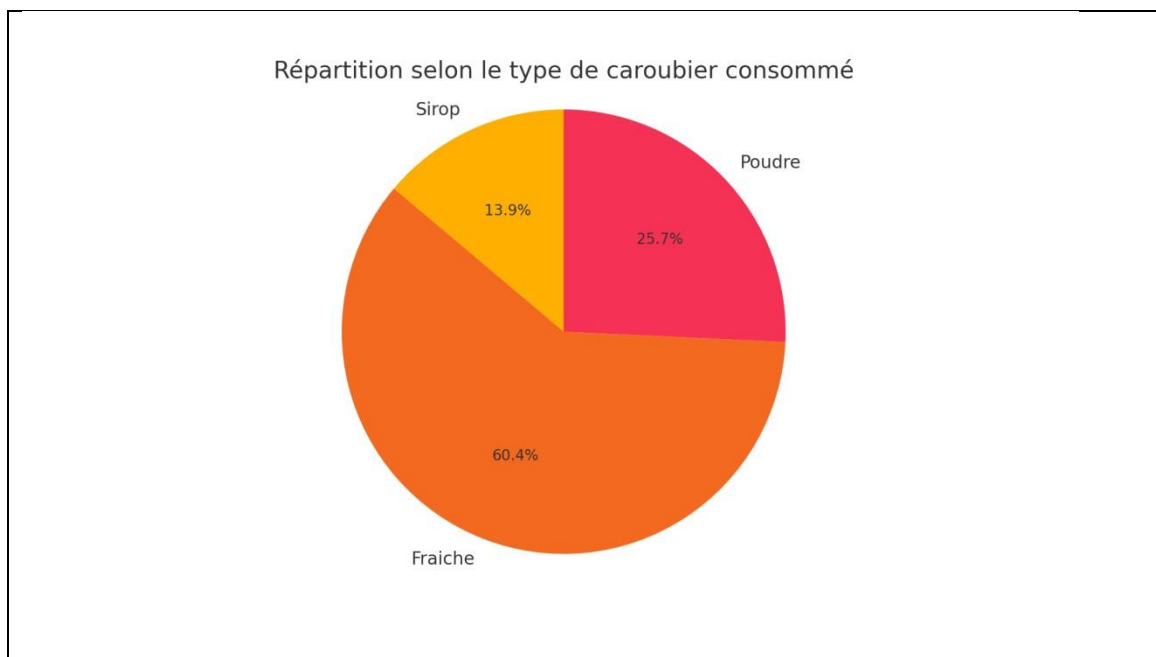


Figure 30 : répartition selon le type de caroubier consommée.

La consommation de caroube est majoritairement fraîche, suivie par la poudre et le sirop, ce qui suggère une préférence ou une meilleure accessibilité pour la forme fraîche.

La **figure 31** représente le "Nombre" de consommateurs (ou d'occurrences de consommation) par type de caroube.

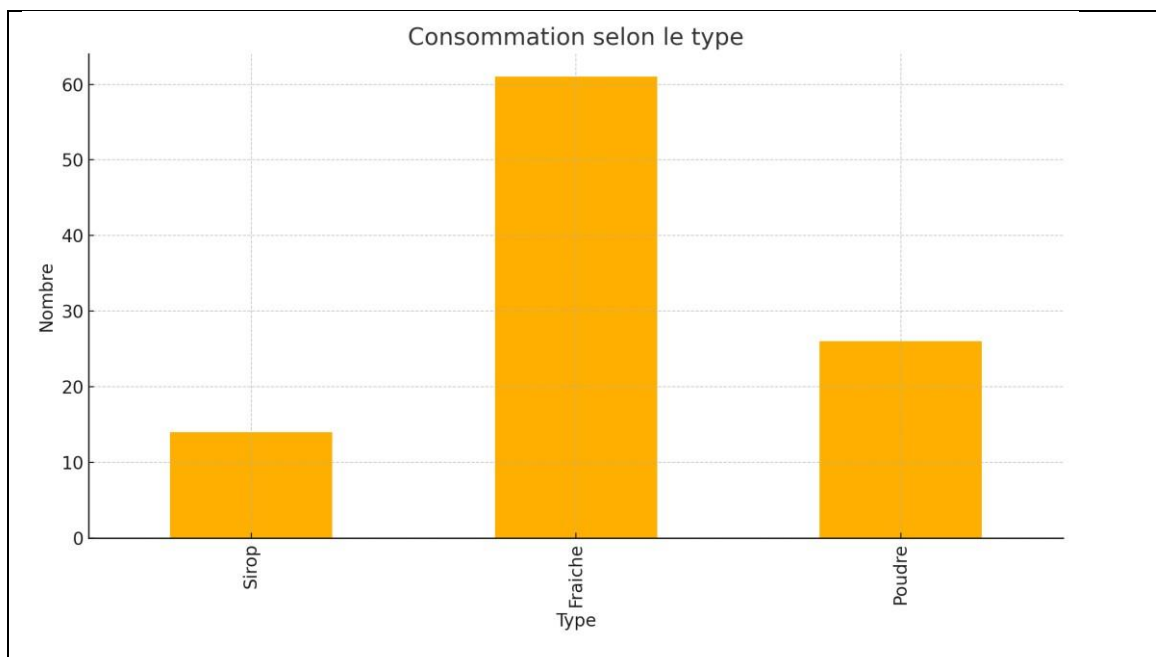


Figure 31: Consommation de caroube selon sa forme (Sirop, Fraîche, Poudre).

le diagramme corrobore les résultats du graphique circulaire, en montrant que la caroube fraîche est consommée par le plus grand nombre de personnes, suivie par la poudre et enfin le sirop.

4. Consommation de caroubier selon le type et la région :

Le graphique 32 représente une comparaison régionale des consommateurs de chaque type de caroubier : sirop, frais ou poudre, couvrant Ain Témouchent, Beni Saf, Hamam Bouhadjar et El Amria.

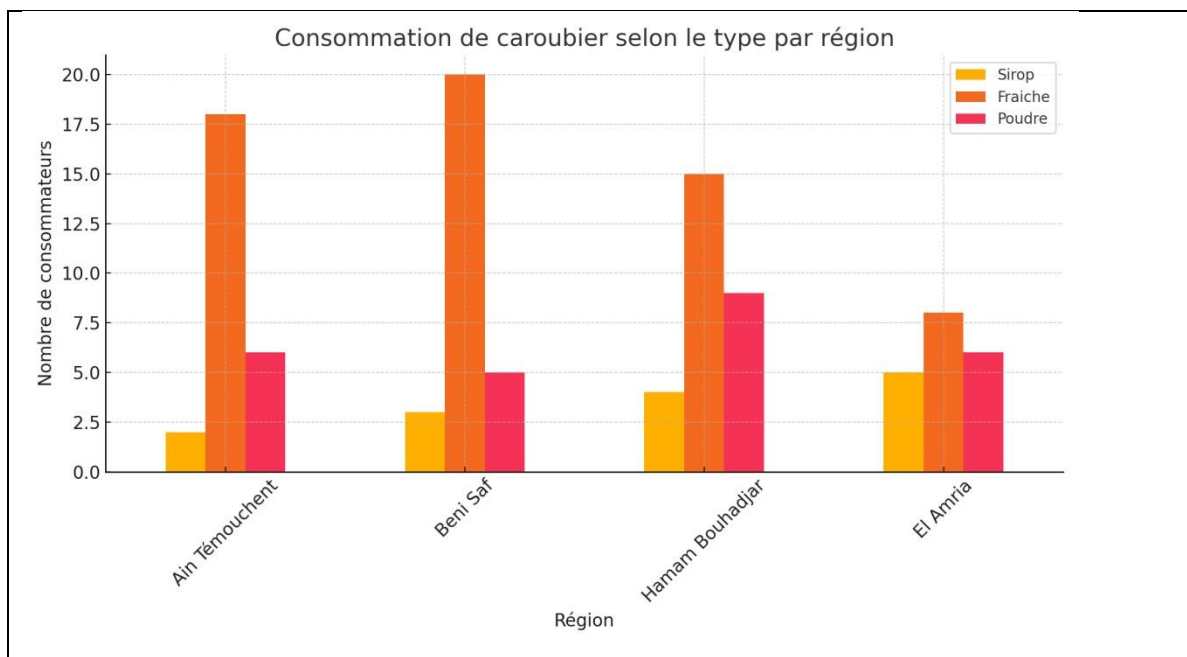


Figure 32 : consommation de caroubier selon le type par régions.

L'analyse montre clairement que la forme fraîche est la plus consommée, surtout à Beni Saf et Ain Témouchent.

L'évolution du nombre de consommateurs par type de caroubier (Sirop, Fraiche, Poudre) à travers les quatre régions, mettant en lumière les tendances régionales de consommation.

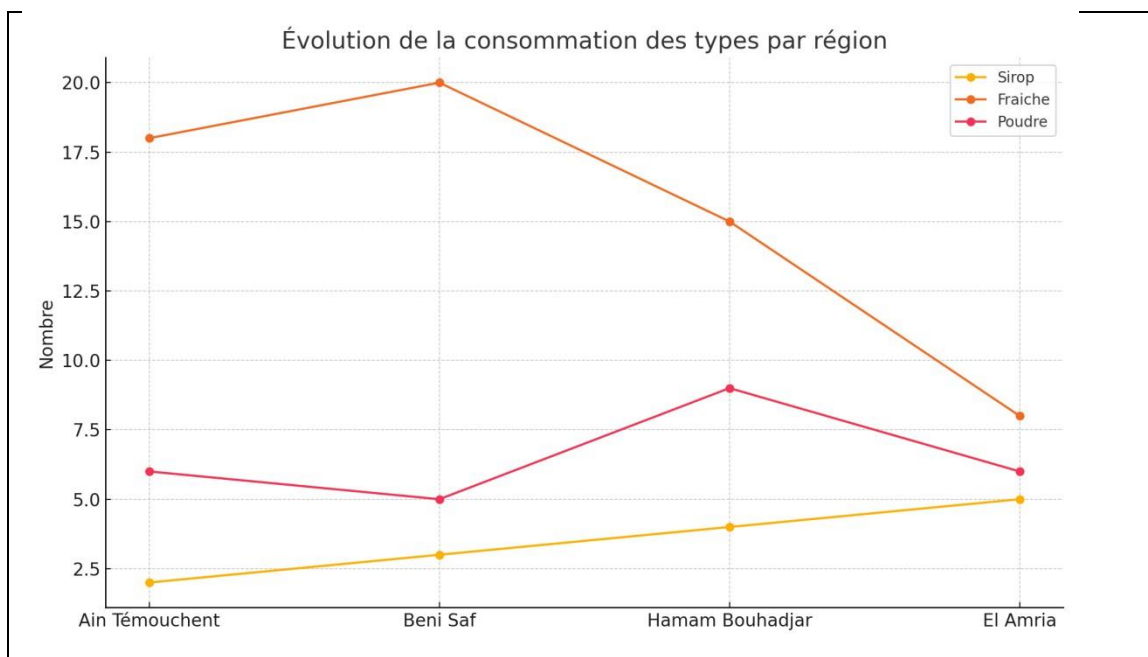


Figure 33 : courbe dévolution du nombre de consommateurs par types de caroubier

On note une diminution du frais à El Amria au profit du sirop et de la poudre, ce qui reflète une variation régionale notable.

5. Selon la quantité :

Le tableau 12 détaille la répartition des consommateurs de caroubier par région (Ain Témouchent, Beni Saf, Hamam Bouhadjar, El Amria) en fonction de la quantité consommée (moins de 50g, entre 50g et 100g, plus de 100g). Il inclut également les totaux et pourcentages globaux pour chaque catégorie de quantité.

Tableau 12 : Répartition de la consommation de caroube par quantité et par région.

Région /la quantité	Moins de 50 g	Entre 50g et 100g	Plus de100g
Ain temouchent	6	13	7
Beni saf	12	7	9
Hamambouhdjar	10	15	3
El amria	9	7	2
Totale	37	42	21
Pourcentage	37%	42%	21%

La figure 34 montre la distribution en pourcentage des différentes quantités de caroube consommées.

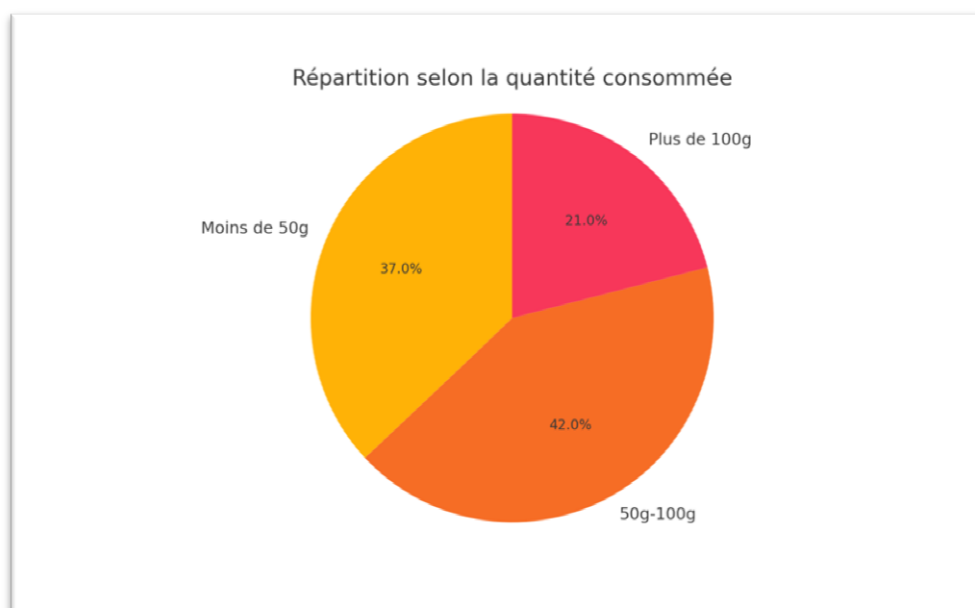


Figure 34 : répartition selon la quantité consommée.

L'analyse montre que la majorité des consommateurs consomment entre 50g et 100g de caroubier.

Toutefois, le diagramme (**figure 35**) affiche le Nombre (consommateurs) pour chaque tranche de quantité de caroube.

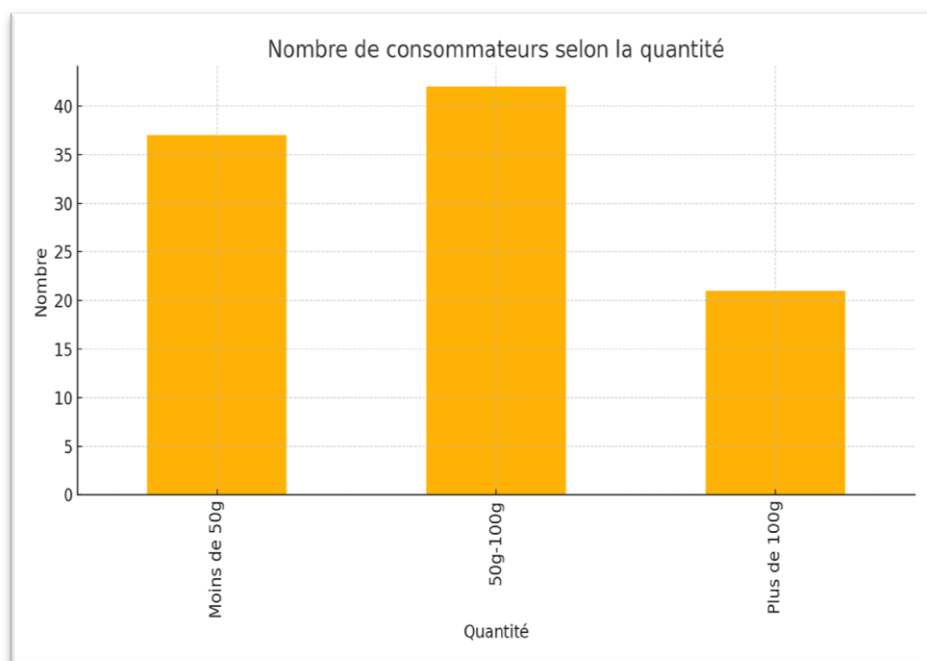


Figure 35 : nombre de consommateurs selon la quantité.

le diagramme renforce les conclusions du graphique circulaire (figure 34). Il montre que le plus grand nombre de consommateurs se trouve dans la tranche de 50g à 100g, suivi par ceux consommant moins de 50g, et enfin, un nombre significativement plus faible de consommateurs pour des quantités supérieures à 100g.

Ici on a un graphique (figure 36), illustre comment le "Nombre" varie selon les différentes quantités spécifiées

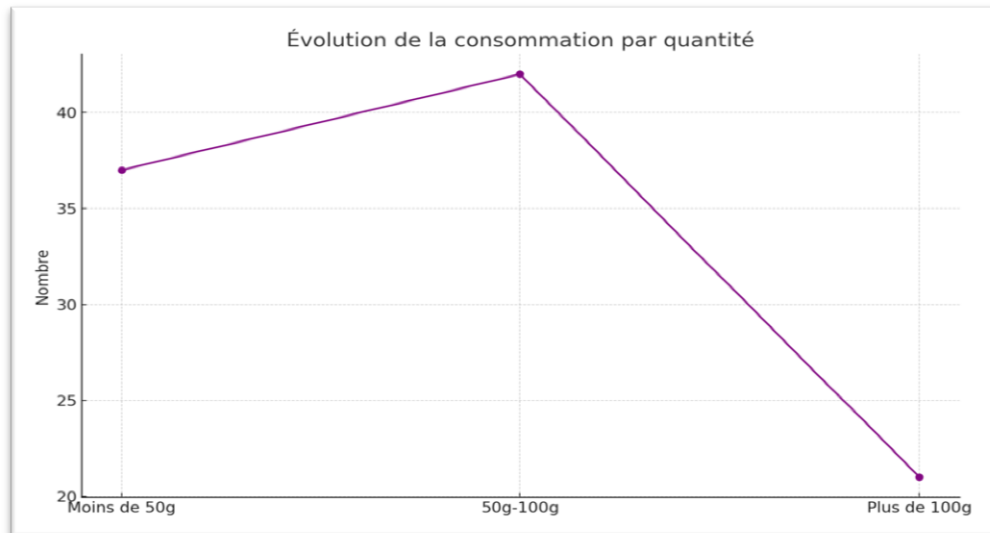


Figure 36 : Nombre de consommateurs selon la quantité de caroube consommé

Il montre une tendance claire : la consommation commence à un niveau intermédiaire pour Moins de **50g** (environ 37), atteint un pic pour **50g-100g** (environ 42), puis diminue fortement pour Plus de **100g** (environ 21).

III.3. Discussion

L'objectif de ce travail est d'évaluer utilisation de caroubier chez les habitants de la wilaya de Ain Temouchent et ces régions (Beni Saf, El Amria, Hammam Bouhdjar).

Nous avons sélectionné les participants en fonction de critères spécifiques, notamment leur âge compris entre 20 et 60 ans, pour constituer notre échantillon.

L'étude menée sur 100 personnes (homme et femme) qui ont répondu à des questionnaires adaptés sur leur consommation de caroubier. Les Femmes en Tête de la Consommation de Caroubier. Les résultats de notre étude mettent en lumière une dominance féminine écrasante dans la consommation de caroubier. Globalement, les femmes constituent une part massive de **69,0 %** des participants, alors que les hommes ne représentent que **31,0 %**. Cette tendance n'est pas isolée : elle se confirme dans toutes les régions analysées, et est même plus prononcée à Ain Témouchent, où la participation féminine atteint **73,08 %**.

Même dans la région de Beni Saf, qui présente la répartition la plus équilibrée, les femmes sont toujours majoritaires avec **64,29 %** des consommateurs.

Cette prééminence des femmes pourrait indiquer une plus grande sensibilité aux bienfaits du caroubier, un rôle clé dans les décisions d'achat pour le foyer, ou encore une transmission du savoir-faire lié à l'utilisation de ce produit naturel.

L'âge joue un rôle notable dans la consommation de caroubier, révélant des dynamiques variées. Les cinquantenaires sont les plus grands consommateurs, représentant **23,0 %** de l'ensemble, suivis de près par les trentenaires (**22,0 %**). Ce sont ces deux groupes qui affichent le plus grand engagement.

La popularité des 50 ans, particulièrement visible à Aïn Témouchent, pourrait s'expliquer par une conscience accrue des bienfaits pour la santé ou une préférence pour les produits traditionnels. De même, le pic chez les 30 ans à Hamam Bouhadjar suggère un lien fort avec les produits locaux.

À l'inverse, les tranches d'âge des 40 et 60 ans montrent une consommation plus faible (**18,0 %**), tout comme les 20 ans (**19,0 %**). La consommation décrit une variation, atteignant un sommet à 50 ans avant de diminuer..

L'étude met en évidence une préférence marquée pour le caroubier frais, qui représente une écrasante majorité de la consommation globale **60,4 %**. La poudre de caroubier arrive en seconde position avec **25,7 %** des parts, tandis que le sirop est bien moins populaire, totalisant seulement **13,9 %**. Cette tendance est cohérente dans toutes les régions, soulignant une inclination générale des consommateurs pour une forme moins transformée du produit.

Cependant, des nuances régionales existent. Bien que le caroubier frais soit dominant, Beni Saf se distingue par une consommation particulièrement élevée de cette forme (environ 20 consommateurs). À l'inverse, Hammam Bouhadjar et El Amria montrent un intérêt relativement plus fort pour la poudre et le sirop. Notamment, à El Amria, la consommation de poudre est presque équivalente à celle du frais, et le sirop y atteint sa proportion la plus élevée. Ces variations peuvent s'expliquer par des traditions culinaires locales, la disponibilité des différentes formes de caroubier, ou des usages spécifiques (par exemple, l'intégration du sirop dans des boissons ou des préparations)

L'étude révèle que la plupart des consommateurs de caroubier privilégient des quantités modérées à faibles. La tranche de 50g-100g est la plus populaire, concernant (**42,0 %**) des consommateurs, suivie de près par ceux qui consomment moins de 50g (**37,0 %**).

Ensemble, ces deux catégories représentent près de **(80 %)** de la consommation totale. Les quantités dépassant 100g sont nettement moins fréquentes **(21,0 %)**.

Ceci suggère que le caroubier est souvent consommé en petites portions, soit comme complément alimentaire, collation saine, ou pour ses propriétés spécifiques, plutôt qu'en tant qu'aliment de base. Ces habitudes pourraient être influencées par les recommandations de portion, le coût, ou l'intégration du caroubier dans une alimentation équilibrée.

En somme, cette enquête met en lumière le rôle central des femmes dans la consommation de caroubier dans la wilaya d'Aïn Témouchent, la popularité des tranches d'âge moyennes (30-50 ans), la préférence marquée pour le caroubier frais, et une consommation en quantités modérées.

Conclusion générale

Le présent travail s'est articulé autour de l'étude approfondie du caroubier (*Ceratonia siliqua*), une espèce typiquement méditerranéenne, reconnue pour sa résilience écologique, sa richesse nutritionnelle et ses multiples applications industrielles. À travers une démarche méthodologique combinant la recherche bibliographique, l'enquête de terrain et l'analyse des données, nous avons tenté de mettre en lumière sur les dimensions biologiques, écologiques, socioéconomiques et culturelles associées à cette plante en Algérie, et plus spécifiquement dans la wilaya d'Aïn Témouchent.

L'analyse des résultats a montré que malgré les potentialités remarquables du caroubier, sa culture et son exploitation restent marginales dans la région étudiée. Pourtant, les données révèlent un intérêt croissant des populations locales, notamment des femmes et des personnes âgées, pour la consommation de ses produits, principalement sous forme fraîche. Cela traduit une reconnaissance implicite de ses bienfaits nutritionnels et thérapeutiques, bien qu'encore peu formalisée dans les pratiques agricoles ou commerciales.

Ces informations sont précieuses pour comprendre les dynamiques de consommation locales et pourraient servir de base à des actions de promotion ciblées ou à l'adaptation de l'offre de produits à base de caroubier.

Ces informations sont précieuses pour comprendre les dynamiques de consommation locales et pourraient servir de base à des actions de promotion ciblées ou à l'adaptation de l'offre de produits à base de caroubier

D'un point de vue économique, l'exploitation de la caroube ouvre de nouvelles perspectives de développement rural, de diversification des cultures et de valorisation locale des ressources naturelles. Toutefois, les résultats de notre étude indiquent un manque flagrant de structuration de la filière, une absence d'infrastructures adéquates pour la transformation, et une méconnaissance des opportunités d'exportation, notamment pour la gomme de caroube très prisée à l'échelle internationale.

Sur le plan social, notre enquête a révélé une dynamique intéressante : la transmission du savoir autour du caroubier reste majoritairement familiale et informelle, tandis que les préférences de

consommation évoluent en fonction de l'âge, du sexe et du niveau d'information. Cette situation souligne la nécessité de renforcer les campagnes de sensibilisation et les programmes de formation destinés aux agriculteurs, commerçants et consommateurs.

En somme, le caroubier incarne un véritable levier de développement durable il ne s'agit pas seulement d'un arbre fruitier, mais d'un symbole de résilience, d'adaptation et de potentiel inexploité.

ANNEX

Modèle utilisé pour l'enquête:

Master 02 agro-alimentaire et contrôle de qualité.

Age:

sexe:

région /Ville:

<p>1. Connaissez-vous le caroubier (plante de la caroube)?</p> <p>• Oui • Non</p> <p>2. D'où connaissez-vous la caroube?</p> <p>• De la famille • Du marché • Des médias • Autre (veuillez préciser) :</p> <p>3. Savez-vous que la caroube a des bienfaits pour la santé?</p> <p>• Oui • Non</p> <p>Si oui, quels bienfaits connaissez-vous? (cochez ce qui s'applique)</p> <p>• Bonne pour la digestion • régulier le taux de glycémie</p> <p>• réduire le taux de cholestérol</p> <p><u>Partie 2 : Consommation personnelle:</u></p> <p>4. Consommez-vous la caroube?</p> <p>• Oui, régulièrement • Parfois • Rarement • Je ne la consomme pas</p> <p>5. Sous quelle forme consommez-vous généralement la caroube?</p> <p>• Fraîche • En poudre • En sirop</p> <p>6. Quelle est la raison de votre consommation de caroube?</p> <p>• Le goût • Substitut naturel au sucre ou au chocolat</p>	<p>7. Où achetez-vous les produits à base de caroube?</p> <p>• Au marché local ; • Dans les herboristeries</p> <p>• Dans les grandes surfaces • En ligne (Internet)</p> <p>• Je ne les achète pas</p> <p>8. Préférez-vous la caroube à d'autres produits similaires (par exemple: chocolat, boissons gazeuses) ?</p> <p>• Oui • Non • Parfois: . Avis et préférences.</p> <p>• O9. Souhaitez-vous voir plus de produits variés à base de caroube sur le marché ?</p> <p>• Oui • Non • Pas d'avis</p> <p>10.. Souhaitez-vous voir plus de produits variés à base de caroube sur le marché ? • Oui • Non • Pas d'avis.</p> <p>11.Considérez-vous la caroube comme faisant partie de votre alimentation saine ?</p> <p>Oui • Non Plus ou moins</p> <p>12.Avez vous déjà consommé la caroube comme substitut au sucre ou au chocolat ? .Oui .Non</p> <p>13Avez-vous remarqué un effet positif sur votre santé après avoir consommé de la caroube ? Oui .non Si oui, quel effet ?</p> <p>14Souffrez vous de maladies chroniques et intégrez-vous la caroube dans votre alimentation ? Oui. .non</p>
---	---



Références bibliographiques

-
-
- Abad-Campos, P., Vettrano, A. M., Miranda, L., & Luisi, N. (2023). *Phytophthora niederhauserii* causes root rot on carob trees in Spain. *Forest Pathology*, 53(1), e12810.
- Abderrahim, F., Bencherif, Y., Boublenza, K., & Mekhancha, R. (2021). *Caractérisation morpho-écologique et phytochimique du caroubier (Ceratonia siliqua L.) en Algérie*. (Thèse de doctorat, Université de Djelfa).
- Agence Nationale des Ressources Hydrauliques [ANRH]. (2021). *Rapport annuel sur les ressources hydriques de la wilaya d'Aïn Témouchent or Bilan hydrique de la wilaya d'Aïn Témouchent*.
- Ait Chitt, M., Belmir, H., & Lazrak, A. (2007). Production de plants sélectionnés et greffés de caroubier. *Transfert de technologie en agriculture. Maroc*, (153), 1-4.
- Albanell, E. (1990). *Caracterización morfológica, composición química y valor nutritivo de distintas variedades de garrofa (Ceratonia siliqua L.) cultivadas en España*. [cite start](#).
- Arista, M., Ortiz, P. L., & Navarro, T. (2018). *Ceratonia siliqua L.* (carob tree): A Mediterranean crop for a changing world. In *Medicinal and Aromatic Plants of the World* (pp. 117). Springer, Cham.
- ASJP. (n.d.). *GENETIC RESOURCES OF CAROB TREE (CERATONIA SILIQUA L.) IN ALGERIA*. Retrieved June 7, 2025, from <https://asjp.cerist.dz/en/downArticle/255/9/2/120323>
- Batlle, I. (1997). *Carob tree: Ceratonia siliqua L. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops 17*. Biodiversity International. IPGRI, Rome Italy.
- Batlle, I., & Tous, J. (1997). *Carob tree*. International Plant Genetic Resources Institute.
- Battaglia, D., Liguori, D., & Leonardi, M. (2023). Pest and disease management in carob tree cultivation. In M. Leonardi (Ed.), *The Carob Tree: Botany, Cultivation, and Uses* (pp. 201-220). Springer.

-Battestin, V., da Silva, A. R., & Elias, M. C. (2017). Carob pod: A review of its composition, properties, and applications. *Food Reviews International*, 33(3), 295-314.

Benmahioul, B., Kaïd-Harache, M., & Daguin, F. (2011). La caroube, une espèce méditerranéenne à usages multiples. *Forêt méditerranéenne*, 32, 51-58.

-Bensaid, R., & Khelladi, A. (2021). *Potentiel de transformation et valorisation industrielle du caroubier dans la région d'Aïn Témouchent or Développement de la filière caroube: Cas de la wilaya d'Aïn Témouchent*.

-Bessaoud, M. (2013). *Caractérisation des régimes de vent et leur impact sur l'érosion éolienne dans les régions agricoles de l'ouest algérie*.

-Boublenza, I., El Haitoum, A., Ghezlaoui, S., Mahdad, M., Vasai, F., & Chemat, F. (2019). Algerian carob (*Ceratonia siliqua* L.) populations. Morphological and chemical variability of their and seeds.

-Bouزيد, A. (2021). *Étude pédologique et aptitudes culturales des sols dans la wilaya d'Aïn Témouchent, Algérie*. (Thèse de doctorat non publiée, Université d'Oran).

-CABI. (2022). *Ceratonia siliqua* (carob tree) datasheet. *CABI Compendium*.

-Chabane, K. (2018). *Diversité phénotypique, biochimique et moléculaire du Caroubier (Ceratonia siliqua L.) en Algérie Occidentale*. [Thèse de doctorat en Sciences, Université Djillali Liabes de Sidi Bel Abbès].

-Custodio, L., Prudêncio, M., Silvestre, A. J. D., & Nogueira, J. M. F. (2011). Antioxidant activity of carob (*Ceratonia siliqua* L.) fruit pulp. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59(19), 10497-10505.

-Direction des Forêts de la Wilaya d'Aïn Témouchent. (2023). *Bilan des initiatives de reboisement et de conservation du caroubier à Aïn Témouchent or Stratégie locale de valorisation du caroubier dans la wilaya d'Aïn Témouchent*.

-
-DRE, Aïn Témouchent. (n.d.). (Author institutional: Direction des Ressources en Eau, Aïn Témouchent).

El Mokhtar, F., Badr, A., & El Hadj, M. (2020). Carob tree (*Ceratonia siliqua* L.): A review on its botany, uses, and phytochemistry. *Journal of Medicinal Plants Research*, 14(7), 350-362.

-Eswaran, H., Lal, R., & Reich, P. F. (2001). *Impact de la dégradation des sols sur la qualité des cultures et de l'environnement* or *Qualité des sols et productivité agricole: Enjeux et solutions*.

-Estrada, P., Youssef, S., & Bendaou, N. (2006). (No title provided).

-FAO. (2017). *FAOSTAT*. Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture.

-FAOSTAT. (2011). *Données de la FAO*.

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

-Ghazanfar, S. A., & Fisher, M. (Eds.). (2021). *Vegetation of the Arabian Peninsula*. Springer, Cham.

-Ghédira, K. (2005). Les flavonoïdes : structure, propriétés biologiques, rôle prophylactique et emplois en thérapeutique. *Phytothérapie*, 3(4), 162-169.

-Janick, J., & Paull, R. E. (Eds.). (2008). *The encyclopedia of fruit & nuts*. CABI.

-Kaderi, Y., Ghermouli, A., & Benyacoub, Y. (2014). *Le caroubier (Ceratonia siliqua L.) est un arbre appartenant à la famille des Fabacées*. DSpace UMMTO. Retrieved June 7, 2025, from <https://dspace.ummtto.dz/bitstreams/942d2909-fe40-45a8-82a3-750c55c54c9d/download>

-Khellaf, A., & Zerrouki, M. (2021). *Diversification agricole et lutte contre l'érosion: Le rôle du caroubier en région aride* or *Le caroubier: Une espèce résiliente pour l'agroforesterie en Algérie*.

-
-Kicher, H., & Ladjouzi, A. (2016). *Valorisation des sous-produits de la caroube (Ceratoniasiliqua L.)*. (Mémoire de fin d'étude ; Université A. Mira – Bejaïa).

Kocherane, F. (2021). *Caractérisation morphologique et écologique de Ceratoniasiliqua L. (caroubier) dans différentes régions du Nord de l'Algérie*. [Thèse de doctorat en Sciences Agronomiques, Université de Tlemcen].

-Laaraj, A., El Moussaoui, A., Asehraou, A., & Bouddine, L. (2023). Nutritional Benefits and Antihyperglycemic Potential of Carob Fruit (*Ceratoniasiliqua L.*): An Overview. *Engineering, Energy and Environmental Technology*, 3(1), 13-20.

-Lemradji, Z., Benali, M., & Boublenza, K. (2021). Diversité génétique et morphologique du caroubier (*Ceratoniasiliqua L.*) dans le Nord-Ouest algérien. *Journal Algérien des Régions Arides*, 1(1), 1-10.

-Madrigal, C., Sánchez, M., Varas, M. A., Sánchez, A., Moral, A., & Mañes, V. (2019). Carob (*Ceratoniasiliqua L.*) as a new source of protein. *Journal of Cereal Science*, 85, 236-242.

-Makhloufi, Z., & Boumaza, L. (2018). *Etude de la relation entre les caractéristiques phénotypiques et quelques paramètres biochimiques du sirop de la caroube*. DSpace Université Laghouat. Retrieved June 7, 2025, from <http://dspace.lagh-univ.dz/bitstreams/89cd3a97-1720-4fcb-93a7-2057b4fb13a5/download>

-Mehdad, B. (2013). *Adaptation du caroubier aux conditions arides et semi-arides: Étude de cas à Ain Témouchent or Résilience du caroubier face au stress hydrique et aux sols pauvres*.

-Mehdad, M. (2016). *Situation et perspectives d'amélioration du caroubier (Ceratoniasiliqua L.) dans le Nord-ouest de l'Algérie*. DSpace Université de Tlemcen. Retrieved June 7, 2025, from <http://dspace.univ-tlemcen.dz/bitstream/112/5646/1/mehdad-mustafa.pdf>

-Melgarejo, P., & Salazar, D. M. (2003). *Tratado de fruticultura para zonas áridas y semiáridas. Vol. II*. Mundi-Prensa. España, pp. 19-162.

-
-Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural. (2022). *Orientations stratégiques pour le développement de la filière caroubier en Algérie* or *Le caroubier: Une culture stratégique pour le développement rural*.

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.

-ONM. (2021). *Bulletin climatique annuel 2021: Statistiques et données pour l'Algérie*. Alger, Algérie: Office National de la Météorologi.

-Ouest Tribune. (2023). [*Titre de l'article de journal sur la plantation de caroubiers*] or *La wilaya d'Aïn Témouchent se dote de 1000 hectares de caroubiers*.

-Rebelo, M., Moutinho-Pereira, J. M., & Correia, C. M. (2020). Carob tree (*Ceratonia siliqua* L.): A review on its ecophysiology, traditional uses, and economic relevance. *Foods*, 9(12), 1775.

-Rishani, S., & Rice, R. P. (1988). Carob pod meal as a peat substitute for growing ornamental plants. *Journal of Horticultural Science*, 63(3), 441-446.

-Rtibi, K., Hanen, R., Mohamed, M. A., & Mohamed, A. (2017). In vivo evaluation of the antidiarrheal activity of carob (*Ceratonia siliqua* L.) pod extract in rats. *Journal of Ethnopharmacology*, 203, 114-119.

-Saidi, R., El bouzdoudi, B., El kbiach, M. B., Maouni, A., Badoc, A., & Lamarti, A. (2016). Micropropagation du caroubier (*Ceratonia siliqua* L.) par culture de bourgeons cotylédonaire. *J. Mater. Environ. Sci*, 7, 4850-4859.

-Sbay, H., & Abourouh, M. (2006). Le caroubier au Maroc: Caractérisation des ressources génétiques et perspectives de développement. *Annales de la Recherche Forestière au Maroc*, 39(2), 1-13.

-Serrano, E. S., Coimbra, M. A., & Domingues, M. R. (2015). Characterization of the cell wall polysaccharides from different parts of carob pods (*Ceratonia siliqua* L.). *Carbohydrate Polymers*, 117, 33-40.

Tous, J., Batlle, I., & Romero, A. (2013). *El algarrobo: Cultivo, producción y comercialización*. Ediciones Mundi-Prensa.

-UMC. (2020). *Diagnostic des défis et opportunités de la filière caroubier dans la région d'Aïn Témouchent* or *Évaluation du potentiel inexploité du caroubier à Aïn Témouchent*.

-Université de Constantine. (2024). *La Valorisation du Caroubier en Algérie*. Retrieved June 7, 2025, from <https://fac.umc.edu.dz/snv/bibliotheque/biblio/mmf/2024/221%20La%20Valorisation%20du%20Caroubier%20en%20Alg%C3%A9rie.pdf>

-Université de Guelma. (n.d.). *La poudre de caroube*. Retrieved June 7, 2025, from https://dspace.univguelma.dz/jspui/bitstream/123456789/15145/1/BOUREMOUME_BOCHRA_F4.pdf

-Université de Mostaganem. (n.d.). *MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES Le caroubier*. Retrieved June 7, 2025, from <http://e-biblio.univ-mosta.dz/bitstream/handle/123456789/12646/M%C3%A9moire.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

-Université de Mostaganem. (2025). *D'Ingénieur agronome Etat des lieux du caroubier dans la wilaya de Mostaganem et perspectives de développement*. Retrieved June 7, 2025, from <http://www.dspace.esa-mosta.dz/bitstreams/e60f7ffe-7713-4014-926d-fd70d56850d5/download>

-Université de Tlemcen. (n.d.). *MÉMOIRE*. Retrieved June 7, 2025, from <http://dspace.univtlemcen.dz/bitstream/112/21841/1/Rapport-des-travaux-de-caracterisation-des-differentesvarietes-et-population-de-caroubier.pdf>

-University of California Agriculture and Natural Resources. (n.d.). (No title provided).

-
-Vavilov, N. I. (1951). *The Origin, Variation, Immunity and Breeding of Cultivated Plants* (S. K. Chestitee, Trans.). *Chronica Botanica*, 13, 1–366.

-Vinterhalter, B., Vinterhalter, D., & Nešković, M. (2001). Effet de l'irradiation, des sucres et de l'azote sur la taille des feuilles de *Ceratonia Siliqua* L. cultivées *in vitro*. *Biologia Plantarum*, 44, 185-188.

-Viruel, J., Aury, J. M., Caraballo, R., De Gracia, B., Del Blanco, I., Garcia, M., ... & Ojeda, I. (2022). Genome-wide footprints in the carob tree (*Ceratonia siliqua*) unveil a new domestication pattern of a fruit tree in the Mediterranean. *Evolutionary Applications*, 15(10), 1699-1715.

-Yahi, H., & Bouziane, S. (2020). *Potentiel d'exportation de la gomme de caroube et les défis de l'industrie de transformation en Algérie or Valorisation des grains de caroube: Perspectives pour l'exportation.*

-Yousfi, R., & Zemmour, S. (2022). Problématiques géotechniques liées aux argiles gonflantes et leur impact sur les infrastructures agricoles à Tamzoura, Algérie. *Journal Algérien d'Aménagement du Territoire*, 20(2), 145-156.

-Zohary, D. (2005). *Domestication of plants in the Old World: The origin and spread of cultivated plants in West Asia, Europe, and the Nile Valley* (3rd ed.). Oxford University Press.