

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 أمحمد بوقرة بومرداس
UNIVERSITE M'HAMED BOUGARA – BOUMERDES



Faculté des Sciences
Département d'Agronomie
Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme de
MASTER

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences agronomiques

Spécialité : Production végétale

THÈME

Suivi de la germination des graines du caroubier de plusieurs provenances

Présenté par : SIDICK Bichara Charfadine

Soutenu le 17/07/22

<i>Mme ABDELAOUI K.</i>	<i>Présidente</i>	<i>Maitre Assistante A</i>	<i>U.M.B.B</i>
<i>Mme BELALIA N.</i>	<i>Examinatrice</i>	<i>Maitre Conférence B</i>	<i>U.M.B.B</i>
<i>Mme CHEBOUITI N.</i>	<i>Promotrice</i>	<i>Professeure</i>	<i>U.M.B.B</i>
<i>Mr SMAILI O.</i>	<i>Co-Promoteur</i>	<i>Doctorant</i>	<i>U.M.B.B</i>

Année 2021-2022

REMERCIEMENTS

Avant toute chose, je voudrais remercier le bon Dieu de m'avoir donné la force et la patience d'achever ce travail.

Je tiens à adresser toute ma reconnaissance à ma promotrice de ce mémoire, Madame CHEBOUTI NADJIBA, de m'avoir encadré, orienté et aidé durant ce travail surtout ses judicieux conseils, qui ont contribué à alimenter ma réflexion.

Je tiens à remercier spécialement mon co-promoteur Monsieur SMAILI OUSSAMA, pour sa patience, sa disponibilité et son encouragement qui m'ont beaucoup aidé à rédiger ce mémoire.

Je voudrais exprimer ma reconnaissance aux membres du jury d'avoir bien voulu examiner mon travail.

Je désire aussi remercier tous mes professeurs, qui m'ont fourni les outils nécessaires à la réussite de mes études universitaires.

Je voudrais exprimer ma reconnaissance envers les amis et collègues qui m'ont apporté leur soutien moral et intellectuel tout au long de ma démarche.

DEDICACE



Je dédie ce travail à mes très chers parents qui ont été toujours à mes côtés et m'ont soutenu tout au long de mes études. En signe de reconnaissance, qu'ils trouveront ici, ma profonde gratitude pour tout ce qu'ils ont consenti d'efforts et moyens pour me voir réussir dans mes études.

A toute ma famille,

A tous mes amis,

A tous ceux, à qui j'ai partagé des moments
inoubliables pendant mes études en
Algérie,

Et à toutes personnes ayant participés de loin ou de près
pour la réalisation de ce travail.

SIDICK

SOMMAIRE

Remerciements

Liste des Abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Résumé

Introduction générale1

CHAPITRE I: SYNTHESSES BIBLIOGRAPHIQUE

I.1 PRESENTATION DU CAROUBIER.....3

I.2 ÉTYMOLOGIE3

I.3 CLASSIFICATION SYSTEMIQUE.....3

I.4 ORIGINES.....3

I.5 DESCRIPTION BOTANIQUE4

I.5.1 FEUILLES4

I.5.2 FLEUR.....5

I.5.3 FRUIT6

I.6 REPARTITION GEOGRAPHIQUE DU CAROUBIER8

I.6.1 AU MONDE.....8

I.6.2 EN ALGERIE8

I.7 ÉCOLOGIE DU CAROUBIER.....9

I.8 PRODUCTION DU CAROUBIER10

I.9 MULTIPLICATION DU CAROUBIER11

I.9.1 SEMIS :11

I.9.2 BOUTURAGE :11

I.9.3 GREFFAGE :12

I.10 PROPRIETES ET UTILISATIONS DU CAROUBIER12

I.10.1 PROPRIETES.....12

I.10.2 UTILISATIONS13

CHAPITRE II: MATERIELS ET METHODES

II.1 MATERIEL VEGETAL15

II.2 METHODES16

II.3 ÉTUDE GERMINATIVE.....16

II.3.1 LA SCARIFICATION PAR L'ACIDE SULFURIQUE (H ₂ SO ₄)	16
II.3.2 TREMPAGE DANS L'EAU BOUILLANTE	17
II.3.3 LE SEMIS.....	18
II.3.4 ANALYSE STATISTIQUE DE LA GERMINATION	19
II.4 LA CROISSANCE	19
II.4.1 ANALYSE STATISTIQUE POUR LA MORPHOLOGIE AERIENNE	19

CHAPITRE III: RESULTATS ET DISCUSSION

III.1 RESULTATS.....	20
III.1.1 ÉTUDE GERMINATIVE	20
III.1.2 ANALYSE STATISTIQUE	23
III.2 LA CROISSANCE	25
III.2.1 LA LONGUEUR DES PLANTULES	25
III.2.2 NOMBRES DE FEUILLES	26
III.2.3 NOMBRE DES FOLIOLES	27
III.3 ANALYSE STATISTIQUE	27
III.3.1 LONGUEUR DES PLANTULES (EAU BOUILLANTE)	27
III.3.2 LONGUEUR DES PLANTULES (ACIDE SULFURIQUE)	29
III.3.3 NOMBRE DES FEUILLES (EAU BOUILLANTE)	31
III.3.4 NOMBRE DES FEUILLES (ACIDE SULFURIQUE)	33
III.3.5 NOMBRE DES FOLIOLES (EAU BOUILLANTE)	34
III.3.6 NOMBRE DES FOLIOLES AVEC L'ACIDE SULFURIQUE	35

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Liste des abréviations

ANOVA : Analyse de la variance

ANRH : Agence Nationale des Ressources Hydrauliques

H₂SO₄ : Acide sulfurique

FAO : Organisation pour l'Alimentation et l'Agriculture

FAOSTAT: Food and Agriculture Organization Corporate Statistical Database

NF : Nombre des Feuilles

Nf : Nombre des Folioles

LP : Longueur des Plantules

Cm : Centimètre

P : Provenance

Liste des figures

Chapitre I : Synthèse bibliographique

Figure I-1 : Feuille du caroubier	4
Figure I-2 : Folioles du caroubier.....	5
Figure I-3 : Fleurs du caroubier (a): Inflorescence femelle ; (b) : Inflorescence mâle ; (c) : Fleur hermaphrodite ; (d) : Inflorescence hermaphrodite).....	5
Figure I-4:Gousses du caroubier	6
Figure I-5:Graines du caroubier	7
Figure I-6: coupe transversale de la graine du caroubier	7
Figure I-7 : Centre d'origine et de distribution du caroubier dans le monde	8
Figure I-8: Distribution du caroubier en Algérie suivant les domaines bioclimatiques	9

Chapitre II : Matériels et méthodes

Figure II-1:(a) : Gousses du caroubier ; (b) : Graines du caroubier ; (c) : graines du caroubier concassées et séparées de leur gousse	16
Figure II-2:(a) : les semences trempées dans l'acide sulfurique ; (b) : la mise des semences dans l'incubateur	17

Chapitre III : Résultats et discussion

Figure II-3:Trempage des graines dans l'eau bouillante pour les quatre provenances	17
---	-----------

Figure II-4:(a) : Semis des graines ; (b) : Arrosage des graines.....	18
Figure III-1:courbe évolutive de la germinative (l'eau bouillante).....	21
Figure III-2:pourcentage de germinative pour l'acide sulfurique.....	20
Figure III-3:pourcentage de germination du témoin (To).....	22
Figure III-4: Effet du traitement de stratification sur le taux de germination après trois semaines de culture (semis).	25
Figure III-5:longueur des plantules selon les deux groupes pour l'eau bouillante.....	29
Figure III-6: Effet de H₂SO₄ sur la longueur des plantules	31
Figure III-7: Effet de l'eau bouillante sur le nombre des feuilles/plantule .	32
Figure III-8: Effet de H₂SO₄ le nombre des feuilles/plantule.....	34
Figure III-9: Effet de l'eau bouillante sur le nombre des folioles/feuilles ...	35
Figure III-10: Effet de H₂SO₄ sur le nombre des folioles/provenance.....	36

Liste des tableaux

Chapitre I : Synthèse Bibliographique

Tableau I-1:Superficie occupée par le caroubier10

Tableau I-2 : Production mondiale du caroubier10

Chapitre III : Résultats et discussion

Tableau III-1:Pourcentage de germination des graines de caroubier avec l'eau bouillante.....21

Tableau III-2:pourcentage de graines de caroubier traitées à l'acide sulfurique20

Tableau III-3:pourcentage de germination de graines du caroubier du témoin Erreur ! Signet non défini.

Tableau III-4: Tableau d'analyse de variance (ANOVA).....24

Tableau III-5:Tableau des groupes homogènes24

Tableau III-6:la moyenne de la longueur des plantules pour l'acide sulfurique25

Tableau III-7:la moyenne de la longueur des plantules pour l'eau bouillante26

Tableau III-8:Tableau de nombre des feuilles pour l'eau bouillante26

Tableau III-9:Tableau de nombre des feuilles pour l'acide sulfurique.....26

Tableau III-10:Tableau des nombres des folioles pour l'acide sulfurique..27

Tableau III-11:Tableau de nombre des folioles pour l'eau bouillante27

Tableau III-12:Tableau de variance ANOVA eau bouillante	28
Tableau III-13:Tableau des groupes homogènes	28
Tableau III-14:Tableau d’Anova	30
Tableau III-15:Tableau des groupes homogènes	30
Tableau III-16:Tableau d’Anova	31
Tableau III-17:Tableau des groupes homogènes	32
Tableau III-18:Tableau d’Anova	33
Tableau III-19:Tableau des groupes homogènes	33
Tableau III-20:Tableau d’Anova	34
Tableau III-21:Tableau des groupes homogènes	35
Tableau III-22:Tableau Anova	36

Résumé :

Le caroubier (*Ceratonia siliqua* L.) est une espèce typiquement méditerranéenne de la famille des Fabacées, il est très commun en Algérie. Il est devenu la base de l'agroforesterie dans le monde en contribuant à la valorisation de la forêt. En raison de sa capacité de résister à la sécheresse, le caroubier joue un rôle d'ordre socioéconomique et écologique très important.

Le présent travail est porté sur l'effet de l'acide sulfurique et l'eau bouillante sur la germination (19 jours) et la croissance des graines du caroubier de quatre (4) provenances différentes dans une serre pendant trois mois du 08/03 /22 au 01/06/22.

La première partie, on a étudié la germination des graines du caroubier pour les deux méthodes de traitement de ces graines ;

Dans la deuxième partie ; on a pris en considération l'effet de l'acide sulfurique et l'eau bouillante sur la partie aérienne (longueur des plantules, nombre des feuilles et nombre des folioles) ;

Et enfin, on a calculé les résultats obtenus à partir du test de l'analyse de la variance (ANOVA) et le test de Tukey pour établir les corrélations existantes entre les caractères morphologiques des différentes provenances

Les résultats obtenus ont permis d'estimer le pourcentage de germination afin de sélectionner les plants de bonne qualité.

Mots clés : Caroubier, Germination, Croissance, Morphologie aérienne

Abstract:

The carob tree (*Ceratonia siliqua* L.) is a typically Mediterranean species of the Fabaceae family, it is very common in Algeria. It has become the basis of agroforestry in the world by contributing to the development of the forest. Because of its ability to resist to drought, the carob tree plays a very important socio-economic and ecological role.

Our work focused on the effect of sulfuric acid and boiling water on the germination and growth of carob seeds of four (4) different origins in a greenhouse for three months from 08/03/22 to 01/06/22.

In the first part, the germination of carob seeds was studied for the two methods of treatment of these seeds;

In the second part, the effect of sulfuric acid and boiling water on the aerial morphology (length of seedlings, number of leaves and number of leaflets) was studied;

Finally, the results obtained were calculated using the analysis of variance test (ANOVA) and the Tukey test to establish the existing correlations between the morphological characteristics of the different provenances.

The obtained results allowed to estimate the germination percentage in order to select the plants of good quality.

Key words: Carob tree, Germination, Growth, Aerial morphology

ملخص:

شجرة الخروب (*Ceratonia siliqua* L.) هي نوع نموذجي من فصائل البحر الأبيض المتوسط من عائلة فاباسي ، وهي منتشرة جدًا في الجزائر. لقد أصبح أساس الزراعة الحراجية في العالم من خلال المساهمة في تنمية الغابات. بسبب قدرتها على مقاومة الجفاف ، تلعب شجرة الخروب دورًا اجتماعيًا واقتصاديًا وبيئيًا مهمًا للغاية. ركز عملنا على تأثير حامض الكبريتيك والماء المغلي على الإنبات (19 يومًا) ونمو بذور الخروب من أربعة (4) مصادر مختلفة في صوبة لمدة ثلاثة أشهر من 8/22 / إلى 22/1/22. درسنا في الجزء الأول إنبات بذور شجرة الخروب لطريقتين لمعالجة هذه البذور ؛ في الجزء الثاني ؛ تمت دراسة تأثير حامض الكبريتيك والماء المغلي على التشكل الجوي (طول الشتلات ، عدد الأوراق وعدد المنشورات) ؛ وأخيرًا ، تم حساب النتائج التي تم الحصول عليها من تحليل اختبار التباين (ANOVA) واختبار Tukey لتحديد الارتباطات الحالية بين الصفات المورفولوجية لمختلف المظاهر المثبتة. أتاحت النتائج التي تم الحصول عليها تقدير نسبة الإنبات من أجل اختيار نباتات ذات نوعية جيدة. الكلمات المفتاحية: شجرة الخروب ، الإنبات ، النمو ، التشكل الجوي

INTRODUCTION

Le caroubier (*Ceratonia siliqua* L.) appartient à la famille des Légumineuses de l'ordre des Rosales. C'est un arbre qui sur le plan socio-économique et écologique peut jouer un rôle des plus intéressants particulièrement dans les zones sèches où les processus de désertification prennent des ampleurs de plus en plus alarmantes, notamment dans le bassin méditerranéen (**Rejeb et al., 1991**).

C'est une espèce sclérophylle, thermophile, héliophile, xérophile, et calcicole, originaire des zones arides et semi-arides de la méditerranée et de la péninsule arabique. Les écosystèmes méditerranéens sont caractérisés par des précipitations rares ou irrégulières et par de longues périodes estivales sèches. Ces contraintes climatiques combinées à une pression anthropique, conduisent généralement à une dégradation du couvert végétal et à une érosion rapide des sols. Pour résoudre ce fléau, sauvegarder la fertilité des sols et améliorer le niveau de vie de la population rurale, l'utilisation des espèces arborescentes pionnières à usage multiple comme le caroubier, adaptées aux aléas climatiques et pouvant s'installer sur des terrains marginaux, dans les programmes de reboisement et de restauration des sols dégradés reste une bonne stratégie (**Ait Chitt et al., 2007**).

En Algérie, dans le domaine forestier, les essences forestières sont mises à rude et le caroubier fait l'objet de protection et d'attention de la part des paysans. Ses vertus et ses atouts que les autres espèces ne possèdent pas justifient ce privilège. Il est apprécié et recherché car il présente des nombreuses potentialités favorables au développement rural, à la conservation des sols et à l'économie de montagne, il donne un fruit et une graine aux qualités indéniables et aux multiples utilisations domestiques et industrielles.

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

Cependant, le caroubier est connu pour être l'une des espèces méditerranéennes les plus sensibles au froid, de sorte que son aire de culture se voit limiter à des zones dont les altitudes ne dépassent pas les 500 m, et bien qu'il soit dans des régions de basses altitudes il peut être gravement endommagé lors des hivers rigoureux, comme ça était le cas en Espagne dans les années 1956 et 1985 (**Albanell, 1990**), où les températures basses ont décimé une grande partie

des vergers de caroubier, obligeant de nombreux agriculteurs à abandonner sa culture au profit de celle de l'olivier.

Le but de ce travail est d'étudier théoriquement le comportement germinatif du caroubier soumis à différents traitements pour la levée de l'inhibition tégumentaire des graines et d'étudier les paramètres morphologiques aériens des différentes provenances.

Ce travail est composé d'une introduction générale, suivi du premier chapitre qui présente les généralités sur le caroubier, le matériel et méthodes dans le deuxième chapitre et enfin le dernier chapitre présente les résultats et la discussion.

CHAPITRE I:
SYNTHÈSE
BIBLIOGRAPHIQUE

I.1 Présentation du caroubier

I.2 Étymologie

Le mot caroubier vient de l'arabe al-kharroub, Haroub en hébreu. Il est aussi appelé Carouge, pain de saint Jean-Baptiste, figuier d'Égypte, fève de Pythagore (**Rejeb, 1995**). Son nom latin *Ceratonia*, dérive du grec *keratia* faisant allusion à la forme de son fruit qui ressemble à la corne (gousses à la maturité), dont le nom latin d'espèce, *siliqua*, désigne également gousse (**Bolonos, 1955**).

I.3 Classification systématique

L'espèce *Ceratonia siliqua* L. est classée dans la famille des Fabacées selon (Quezel et Santa, 1962), la classification se fait de manière suivante :

Règne :	Végétal
Embranchement :	Spermaphyte
Sous-Embranchement :	Angiosperme
Classe :	Eudicotylédones
Ordre :	Fabales
Famille :	Fabacées
Sous Famille :	Césalpinioïdées
Genre :	<i>Ceratonia</i>
Espèces :	<i>Siliqua</i>

I.4 Origines

Elles ne sont pas précises. Pour certains auteurs le caroubier dont l'origine semble être à l'Est de la méditerranée est domestiqué depuis le néolithique 4000 ans avant J.C, et sa culture extensive date au moins de 200 ans avant J.C (**Batlle *et al.*, 1997 ; Gharnit, 2003 ; Berrougui, 2007**). Il était connu dans le proche Orient et les îles de la méditerranée. En Égypte les pharaons ont utilisé la farine du fruit pour rigidifier les bandelettes des momies (XVIIe siècle avant J.C). Les Numides s'en servaient pour l'alimentation des bêtes de valeur et, selon Gsell, il entrait dans la préparation de la nourriture humaine (**L'avalée, 1962**).

Au Moyen–Age, le caroubier donnait lieu à un commerce important entre les provinces du Midi et du Nord, les États Germaniques et la Grande–Bretagne. Son bois était employé dans l'ébénisterie de l'époque et son fruit servait à la préparation des confitures (Lavallée, 1962). Dans les vestiges de la civilisation mégarique du temps où Médine et la Mecque était de grandes villes au cœur d'un pays plantureux, on remarque que le caroubier donnait lieu à important négoce, et son fruit entrait dans la préparation de nombreux plats (Lavallée, 1962).

I.5 Description botanique

Le caroubier (*Ceratonia siliqua*) C'est un arbre dioïque, à feuillage persistant haut de 8 à 12 mètres vivant plus de 5 siècles.

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

I.5.1 Feuilles

Les feuilles persistantes, de longueur de 10 à 20 cm, se caractérisent par un pétiole sillonné sur la face interne et un rachis portant de 8 à 15 folioles, opposées, de 3 à 7 cm. Elles sont coriaces, entières, ovales à elliptiques, paripennées, légèrement échancrées au sommet avec une couleur vert sombre brillante à la face supérieure et vert pâle à la face inférieure (Ait Chitt *et al.*, 2007).

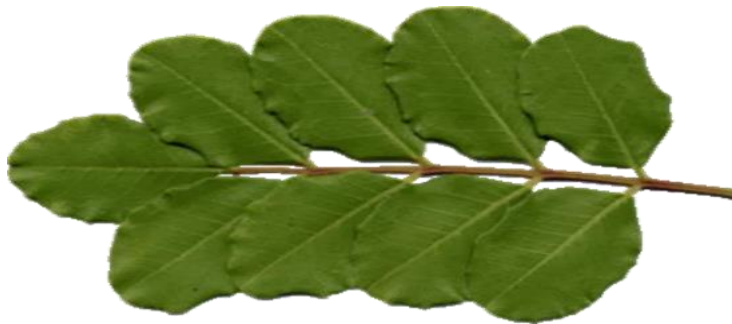


Figure I-1 : Feuille du caroubier (SIDICK, 2022)

Occasionnellement chez les arbres cultivés et plus fréquemment chez les caroubiers sauvages, le nombre de folioles peut être impair chez quelques feuilles (Albanell, 1990).

Le caroubier ne perd pas ses feuilles en automne sauf en juillet chaque deux ans, lesquelles sont renouvelées au printemps de la même année, en avril et mai (Ait Chitt *et al.*, 2007).



Figure I-2 : Foliolles du caroubier (SIDICK 2022)

I.5.2 Fleur

Le caroubier est un arbre polygame- trioïque ; cette dénomination fut donnée par *C. siliqua*, il est possible de rencontrer des arbres à pieds :

Mâles avec des fleurs caractérisées par des étamines à filament longs et avec un pistil non développé. Ces pieds utilisés comme pollinisateurs sont habituellement nommés en espagnol "borrers" ou "judíos" (Albanell, 1990) ou aussi "bordes" (Melgarejo et Salazar, 2003) ;

Femelles avec un pistil bien développé et des étamines rudimentaires ; ils sont les plus abondants ; Hermaphrodites à fleurs avec étamines et pistils bien développés : Polygames avec des fleurs femelles, mâles et hermaphrodites ; ils sont rares.

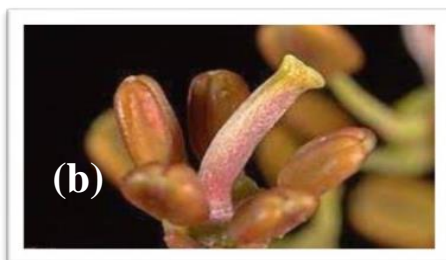


Figure I-3 : Fleurs du caroubier (a) : Inflorescence femelle ; (b) : Inflorescence mâle ; (c) : Fleur hermaphrodite ; (d) : Inflorescence hermaphrodite (Konaté et al., 2007)

I.5.3 Fruit

Le caroubier est un fruit indéhiscent d'une grande taille de 10 à 30 cm de long et de 2 à 3,5 cm de large. Il est vert puis brun et au moment de la maturité il devient brun foncé, rouge ou noir selon les variétés mais toujours très brillant. Il est sinueux autour des bordures, aplati, droit ou courbé et présente un tissu pulpeux sucré et rafraichissant (**Battle et Tous 1997**).

Cloisons pulpeuses et contient de 5 à 16 graines, soit 10 à 20 % du poids de la gousse en fonction de la variété, des conditions environnementales, la pollinisation et de la conduite technique (**Melgarejo et Salazar, 2003 ; Ait Chitt et al., 2007**).



Figure I-4: Gousses du caroubier (Sidick, 2022)

Les graines du caroubier sont petites de forme ovoïde aplatie et biconvexe (**Fig. 0-1**). Son tégument est normalement lisse, dur, de couleur brun rougeâtre et brillant (**Albanell ,1990**). Elles présentent des dimensions de 8 à 10 mm de long sur 6 à 8 mm de largeur avec 3 à 5 mm d'épaisseur. Les graines sont très dures et présentent une grande résistance. Elles sont séparées les unes des autres par des cloisons pulpeuses. On en compte de quinze à vingt par gousse. La pulpe jaune pâle contenue dans les gousses est farineuse et riche en sucres et présente un goût et un aspect qui évoquent le chocolat. Elle peut être moulue en une fine poudre ou utilisée sous la forme d'extrait. Ces graines constituent également une source de gomme. La graine du caroubier est composée de trois parties : (**Melgarejo et Salazar, 2003**) qui sont les suivantes (**Fig. I-6**).

Épiderme ou tégument : il recouvre la graine et est constitué principalement de cellulose, de lignine et de tanin. Il se compose de deux enveloppes distinguées, l'une externe appelée testa,

colorée et dure et l'autre interne nommée tegmen qui est plus blanche et moue. Le tégument représente 30 à 33 % de la graine.

Endosperme ou albumen : il se situe sous l'épisperme et constitue le tissu de réserve pour la germination de l'embryon. Économiquement, c'est la partie la plus intéressante de la graine grâce à sa teneur élevée en galactomannane ou gomme de caroube. Il représente 42 à 46% de la graine. Germe ou embryon : les tissus de réserve sont directement dans les cotylédons de l'embryon. La germination est le phénomène par lequel l'embryon contenu dans la graine sort de sa vie ralentie et se développe grâce aux réserves de la graine. Il représente 23 à 25% de la graine.



Figure I-5 : Graines du caroubier (Sidick, 2022)

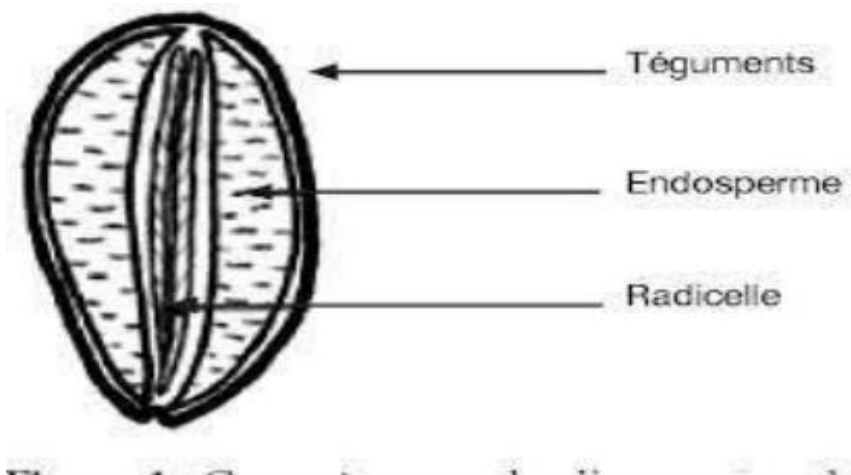


Figure I-6: coupe transversale de la graine du caroubier (Dakia *et al.*, 2008)

I.6 Répartition Géographique du caroubier

I.6.1 Au monde

Le caroubier été étendu, à l'état sauvage, en Turquie, en chypre, Syrie, Liban de jordanien, Égypte, Arabie, Tunisie et Libye avant d'atteindre l'ouest de la méditerranéen (**Konate, 2007**). Le caroubier a été propagé par les grecques, puis par les arabes et berbères de l'Afrique du nord, en Grèce et Italie, en Espagne et au Portugal (Rejeb, 1995) ; en suite il a été introduit en Amérique du sud et du nord, en Australie par les Espagnols. Actuellement le caroubier se trouve aussi aux philippines, en Iran, en Afrique du sud et en inde (**Berrougui, 2007**).

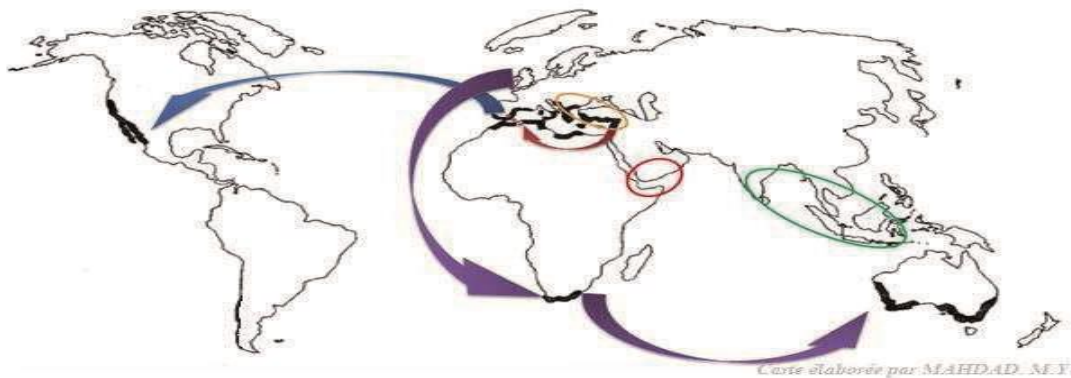


Figure I-7 : Centre d'origine et de distribution du caroubier dans le monde (Batlle *et al.*, 1997

I.6.2 En Algérie

La distribution de caroubier suivant le critère de production, se trouve dans les wilayas suivantes : Bejaia, Blida, Tipaza, Boumerdes, Ain-Defla, Bouira, Tlemcen, Mascara, Tizi Ouzou (**Zitouni, 2010**).

En Algérie, et selon les critères climatiques (Fig . 8), les lieux de prédilection de caroubier sont les collines bien ensoleillées des régions littorales ou sublittorales : Sahel algérois, Dahra, Grande Kabylie et Petite Kabylie, vallée de la Sommam (1074 ha) et de l'Oued-Isser, collines d'Oran et des coteaux Mostaganem à étage semi-aride chaud, plaines de Bône, Mitidja et les vallées intérieures (1054 ha), il descend jusqu'à Boussaâda et dans la zone Traras au Nord de Tlemcen (276 ha) (**Lavalée , 1962**).

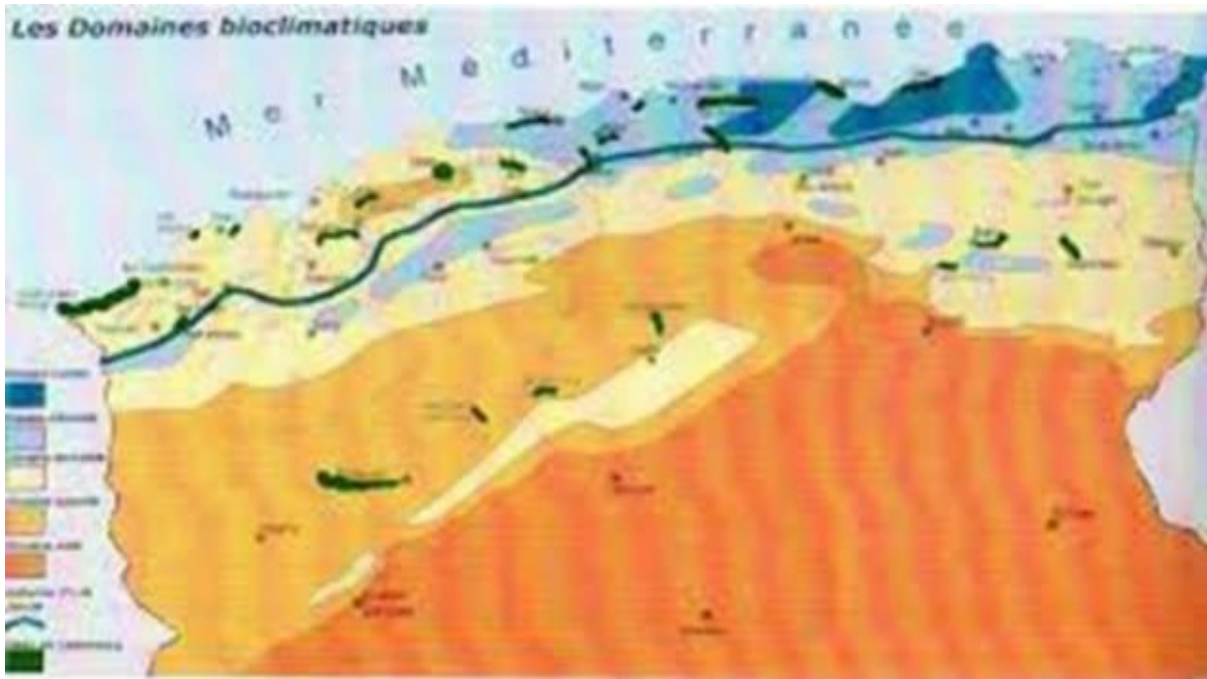


Figure I-8 : Distribution du caroubier en Algérie suivant les domaines bioclimatiques (A.N.R.H, 2004)

I.7 Écologie du caroubier

Le caroubier appartient à l'écosystème (maquis du littoral méditerranéen) sur sols calcaires xérophile et héliophile. Il croit bien dans les régions tempérées et subtropicales et tolère les zones côtières chaudes et humides, mais il est très sensible au froid et vit seulement à proximité des côtes avec des altitudes de moins de 500 m, bien que dans certaines zones sa culture occupe des terrains plus élevés mais toujours avec des expositions adéquates (Melgarejo et Salazar, 2003).

Le caroubier est une espèce qui résiste très bien à la sécheresse (Rejeb, 1995 ; Zouhair, 1996 ; Sbay et Abourouh, 2006), il n'est devancé que par le pistachier (Evreinoff, 1955). De plus, il est caractérisé par sa grande tolérance à la salinité en se positionnant en première place avec une tolérance de 2 g/l de NaCl devant entre autres le palmier dattier, le pistachier et l'olivier (Gil-Albert, 1998). Il a été révélé dans une étude réalisée par (Correia *et al.* 2010) que le caroubier peut tolérer et maintenir la majorité de ses processus physiologiques à une concentration de NaCl = 2,32 g/l. Ceci démontre que le caroubier peut jouer un rôle très important dans les zones salines, qui arrivent de jour en jour à gagner des terrains considérables, notamment dans le Nord-ouest de l'Algérie et particulièrement dans la région de Relizane.

I.8 Production du caroubier

Selon les données du FAOSTAT (2010), l'aire totale de la production mondiale du caroubier est estimée à 102939ha (Tab. I-1). La plus grande superficie, 83574ha est celle de l'Europe, contre une superficie estimée à 1000ha pour l'Algérie et 13460ha pour les pays d'Afrique du Nord.

La production mondiale de caroube est estimée à 191355.64 tonnes. Elle est essentiellement concentrée en Espagne, Italie, Maroc, Portugal, Grèce, Turquie, suivie de Chypre, Algérie, Liban, et en dernier la Tunisie (Tab I-2).

Tableau I-1 : Superficie occupée par le caroubier (FAOSTAT 2010)

Pays	Superficie (ha) en 2004	Superficie (ha) en 2008
Algérie	1066	1000
Afrique du Nord	13526	13460
Europe	92218	83574
Monde	112711	102939

Tableau I-2 : Production mondiale du caroubier (FAOSTAT 2010)

Pays	Production en tonnes (2004)	Production en tonnes (2008)
Espagne	67000	72000
Italie	24000	31224
Maroc	40000	25000
Portugal	20000	23000
Grèce	19000	15000
Turquie	14000	12100
Chypre	7000	3915
Algérie	4600	3600
Liban	3200	2800
Tunisie	1000	1000
Monde	182680	191167

Durant le siècle dernier, la production mondiale de caroube a connu une chute dramatique, elle est passée de 650.000t en 1945 (**Orphanos et Papaconstantinou ,1969**) à 310.000t en 1997.

La grande perte a été enregistrée en Espagne où la production a chuté de 400.000t en 1930 à 150.000 (Batlle, 1997), la régression accusée dans la production du caroubier a été principalement liée à la baisse des prix et aux programmes du développement des zones côtières au dépend des plantations de caroubier. On remarque qu'en Algérie la production de caroube ainsi que la surface cultivée ont baissé par rapport aux données enregistrées en 2004, car il n'est plus utilisé comme plante fourragère pour l'aliment de bétails au profit de l'orge et c'est dû à son coût élevé et son rendement lent (10 à 15 ans après sa plantation) en 1990 (MAPA, 1994).

FAOSTAT: Food and Agriculture Organization Corporate Statistical Database

I.9 Multiplication du caroubier

La multiplication de caroubier se fait par :

Semis :

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

- *Le caroubier est une espèce dioïque, et par conséquent le semis donne des plants avec un ratio de 50% de femelles et 50% de mâles improductifs ;
- *La hétérogénéité de la descendance ;
- * Entrée en production très tardive, pouvant prendre plus de 8 ans.

I.9.1 Bouturage :

C'est une technique de multiplication végétative possible, mais limitée dans la pratique. En effet, les travaux menés par (Ait Chitt *et al.*, 2007) ont démontré les limites techniques et physiologiques du bouturage du caroubier. Les résultats varient en fonction des arbres (génétique), la nature de la bouture et de la concentration en auxine (AIB).

Culture in vitro : Il s'agit d'une technique prometteuse mais qui n'est pas encore bien maîtrisée surtout au stade d'enracinement (Ait Chitt *et al.*, 2007). Toutefois il existe des études qui ont démontré qu'il était possible d'atteindre un pourcentage efficient d'enracinement (82,5 à 87,5%) avec une adéquate combinaison le milieu basal et les hormones d'induction (Saidi *et al.*, 2007 ; Gharnit et Ennabili, 2009).

Selon Goncalves et al (2005) la culture in vitro des bourgeons du caroubier est meilleur dans un milieu contenant de faible concentration de N et K et une forte concentration de Ca et Mg.

I.9.2 Greffage :

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

- La préservation de la conformité du plant produit par rapport au plant mère sélectionné pour ses caractéristiques de production et de qualité ;
- La conservation des avantages (racines profondes, rusticité, résistances aux maladies) offerte par la porte greffe issue de semis.

Ait Chitt *et al.* en 2007 recommandent l'utilisation de la technique du greffage en fente apicale par rapport à l'écusson et cela pour les avantages suivants :

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

Il permet d'avoir une bonne soudure entre le greffon et porte greffe.

I.10 Propriétés et utilisations du caroubier

I.10.1 Propriétés

La pulpe et les graines sont les deux composants majeurs de la gousse du caroubier et représentent respectivement 90% et 10% de son poids total. Selon plusieurs auteurs, la composition chimique de la pulpe dépend du cultivar, de son origine, de l'époque de la récolte, de l'environnement et des conditions de stockage (**Orphanos Papaconstantinou, 1969, Albanelle et al., 1991 ; Albanelle et al. 1991 ; Alvallone et al., 1997 ; Ayaz et al., 2007 ; Lipumbu, 2008**).

La graine est composée de 30 à 33% de tegument, 42 à 46% d'albumen et 23 à 25% d'embryon. L'épiderme est considéré comme une source naturelle pour la production des polyphénols antioxydants (**Makris et Kefalas, 2004**). L'endosperme est constitué essentiellement d'une gomme nommée galactomane. C'est une molécule de polysaccharide composée de deux unités de sucre : mannose et galactose dans un rapport 4/1. La propriété principale de ce polysaccharide naturel est la viscosité élevée qu'il procure à la solution une fois mélangée à l'eau, et cela dans une large gamme de température et de PH (**Garcia-Ochoa et Casas, 1992**). La farine du germe (embryon) obtenue à partir des cotylédons a une teneur en protéines de 50% ; 27% d'hydrates de carbone ; 8% de lipides, 7% d'eau et 6% de cendres ; cette farine est recommandable pour l'alimentation humaine et animale (**Pulham et Wielinga, 1996, Batlle et Tous, 1997**).

I.10.2 Utilisations

Le caroubier est présenté comme une espèce à importance économique, écologique et sociale.

Arbre : Le caroubier est largement utilisé comme arbre d'ornement et d'ombrage. Sur la base de sa faible exigence et sa grande tolérance pour les sols pauvres, le caroubier est de plus en plus recommandé pour la certification (**Battle et Tous, 1997**). De nos jours, le caroubier est un arbre forestier le plus intéressant, puisque toutes ses parties (feuilles, fleurs, fruits, bois, écorce et racines) sont exploitées et ont des valeurs dans plusieurs domaines (**Aafi, 1996 ; Mhirit et Et-Tobi, 2002**). Le bois du caroubier appelé carouge (**Rivière et Leco, 1900**) est dur à grain fin ; il est utilisé pour sa fabrication d'ustensiles et la production de comestibles (**Battle et Tous, 1997**).

Feuille : Plusieurs études ont montré que l'utilisation des feuilles associées avec le polyéthylène glycol (PEG) améliorent la digestibilité et la qualité nutritionnelle des tanins contenus dans les feuilles **Priolo et al. (2000)**.

Rejeb *et al.*, (1991) ont estimé que la valeur énergétique des feuilles du caroubier est à 0,25 UF/kg de matière sèche.

Corsia *et al.*, (2002) ont démontré la capacité extraordinaire des extraits de feuilles et de la prolifération des cellules tumorales.

Fruit : Les gousses du caroubier ont été traditionnellement utilisées non seulement dans l'alimentation des ruminants **Louca et Papas, (1973)** et des non ruminants **Sahle et al., (1992)**, nutrition humaine. Une étude récente menée par **Sánchez et al. (2010)** démontre que la gousse du caroubier est une matière première appropriée à la production de bioéthanol, en raison de sa forte teneur en sucre (50%) et la facilité de son extraction.

Pulpe : La farine élaborée à partir de la pulpe peut être utilisée comme ingrédient dans certains aliments, tels que les gâteaux, bonbons, crèmes glacées, boissons (**N.A.S., 1979**). De plus, elle est utilisée comme substituant du cacao dans la production du chocolat, car elle est moins calorifique et ne contient ni caféine ni théobromine (**Craig et Nguyen, 1984**). En Égypte, les sirops élaborés à partir de la caroube constituent une boisson populaire (**Battle et Tous, 1997**). Lizardo *et al.*, (2002) ont démontré l'effet positif de la farine du caroubier sur la performance et la santé des animaux (porcelets) soumis à un régime alimentaire. De plus, elle joue un rôle effectif dans l'élimination des parasites intestinaux (**Min et Hart, 2003**) et dans le traitement des diarrhées aiguës infantiles (**Serairi-Béji et al., 2000**).

Graine : Les graines de caroube sont très appréciées et recherchées pour leurs qualités et multiples usages industriels. Vu son énorme intérêt économique, la gomme reste le produit le plus important parmi ceux (polyphénols antioxydants ; farine du germe) dérivés de la graine.

Elle constitue le tiers (1/3) du poids total de la graine ; 100 kg de graines produisent une moyenne de 20 kilos de gomme pure et sèche (**Jones, 1953**).

Cette gomme mucilagineuse connue sous le code E- - alimentaire comme épaississant, stabilisant, liant et gélifiant ou comme agent dispersant. Elle est utilisée dans le textile, la pharmacie et la cosmétique (**Battle et Tous, 1997**).

CHAPITRE II:

MATERIEL ET

METHODES

Objectif de ce travail est :

- D'étudier la germination et la croissance des graines du caroubier ;
- Production des plants du caroubier au niveau de la serre.

II.1 Matériel Végétal

Le matériel végétal (gousses + graines) utilisé dans ce travail expérimental appartient à l'espèce *Ceratonia siliqua*. La récolte des gousses est effectuée au hasard à l'Est de l'Algérie à partir des provenances sélectionnées (P1, P2, P3 et P4) ensuite ces gousses sont concassées, décortiquées et séparées de leur graine par une lame.



(a)



(b)



(c)

Figure II-1:(a) : Gousses du caroubier ; (b) : Graines du caroubier ; (c) : graines du caroubier concassées et séparées de leur gousse

II.2 METHODES

Dans ce travail, on a au total 800 graines du caroubier qui sont réparties en deux (400 graines) selon les deux méthodes de traitement (acide Sulfurique (H_2SO_4) et l'eau bouillante) ; et le témoin qui est répété à trois fois (300 graines). Chaque provenance est représentée par un lot de semence c'est-à-dire 100 graines/provenance.

II.3 Étude germinative

II.3.1 La scarification par l'Acide Sulfurique (H_2SO_4)

Chaque lot de semences (100 graines) de ces provenances a été trempé dans l'acide sulfurique 60 ml et laissé dans un flacon stérile de 250 ml avec un concentré de 95%. Ensuite les flacons sont soumis dans un incubateur à 150 tours/minute pendant 30 minutes suivi d'une série de rinçage 10, 10 et 15 minutes. Cette réalisation de prétraitement est d'améliorer la germination de ces graines et pour faciliter la levée tegumentaire..



(a)



(b)

Figure II-2:(a) : les semences trempées dans l'acide sulfurique ; (b) : la mise des semences dans l'incubateur

II.3.2 Trempage dans l'eau bouillante

Les semences de chaque provenance sont trempées dans l'eau chaude pendant 48h dans les bidons coupés à moitié.

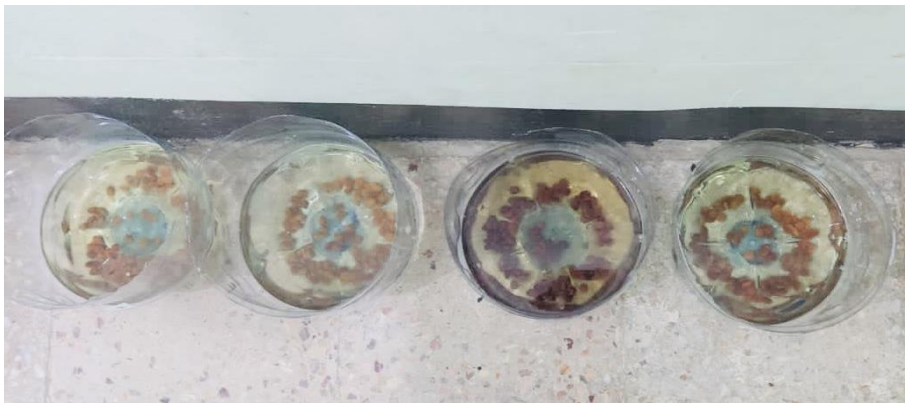


Figure II-3:Trempage des graines dans l'eau bouillante pour les quatre provenances

Le semis

Pendant 48h laissées au laboratoire, les graines sont ensuite semées directement dans des sachets en polyéthylène perforés noire de 20 cm de longueur et 8 cm de largeur. Ces sachets (340) sont remplis de sable à texture argileuse avec la fumure organique. On met deux (2) à trois (3) graines horizontalement par sachet et un à deux centimètres d'espace entre ces graines. Le semis est réalisé le 08/03/2022 dans une serre à Birtouta (Alger).

Arrosage : l'arrosage se fait à l'aide d'un arrosoir du jardinier, il est répété chaque deux (2) jours pendant la phase de germination et une fois par semaine pendant la croissance.



(a)



(b)

Figure II-4:(a) : Semis des graines ; (b) : Arrosage des graines

II.3.3 Analyse Statistique de la germination

On calcule le pourcentage de germination des graines dans le but de définir le pouvoir germinatif de chaque traitement et aussi pour le témoin. On a calculé les résultats obtenus à partir du test de l'analyse de la variance et aussi le test de Tukey pour la classification des groupes homogènes.

II.4 La croissance

Après la phase de la germination (19 Jours), on a sélectionné au hasard pour chaque provenance des semis pour suivre leur cinétique de croissance (20 plantules/Provenance). Les plantules ont été réalisées sur une période de 9 semaines. Chaque semaine, trois paramètres morphologiques aériens ont été évalués pour : La longueur des plantules (NP) en cm a été mesurée en utilisant une règle graduée, le nombre des Feuilles (NF) en cm et le nombre des folioles (Nf) aussi en cm.

II.4.1 Analyse statistique pour la morphologie aérienne

Les résultats obtenus sont analysés par le test de l'analyse de la variance à un facteur (ANOVA1) ainsi que le test de Tukey (classification en groupes homogènes) au seuil de 5% sont utilisés pour traiter les résultats obtenus à l'aide du logiciel statistica version 8.0. Les résultats obtenus sont par la suite, représentés sous forme de graphiques grâce au logiciel les barres sur les graphes représentent les écarts types au seuil de 5%.

Cette analyse est basée sur la morphologie aérienne : Longueur des Plantules, Nombre des Feuilles et Nombre des folioles.

CHAPITRE III:

RESULTATS ET

DISCUSSION

III.1 RESULTATS

III.1.1 Étude Germinative

L'étude de ce travail montre l'effet de H₂SO₄ et l'eau bouillante sur la germination des graines de caroubier pour les différentes provenances. Les résultats de ce travail sont représentés dans des tableaux suivis de leurs courbes évolutives.

- Acide sulfurique

Tableau III-1 : Pourcentage de germination de graines de caroubier traitées à l'acide sulfurique

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
P1	0	0	5	10	16	25	37	41	52	53	54	54	55	55	55	55	56	56	56
P2	0	0	1	3	7	17	21	25	27	28	28	28	29	33	36	39	42	44	44
P3	0	0	2	11	22	30	46	59	60	66	66	67	69	70	71	72	72	72	72
P4	0	0	3	3	9	9	11	12	12	15	17	22	25	30	34	36	38	38	38

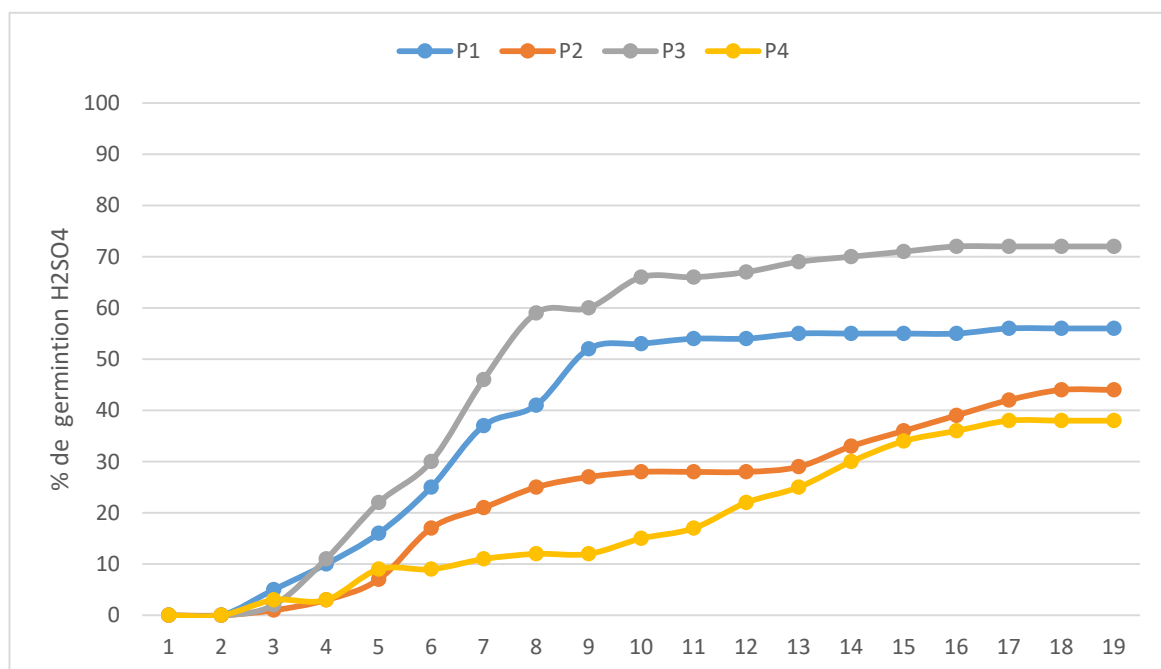


Figure III-2 : Pourcentage de germinative pour l'acide sulfurique

On observe dans le tableau III-2 et la figure III-2 que la méthode chimique par l'acide sulfurique donne un résultat considérable pour les deux provenances P3 (72%) et P1 (56%) et faibles taux pour les deux autres P2 (44%) et P4 (38%).

• **Eau Bouillante**

Tableau III-2 : Pourcentage de germination des graines de caroubier traitées à l'eau bouillante

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
P1	0	0	0	3	3	10	13	18	22	24	25	25	25	26	31	33	35	35	36
P2	0	0	1	4	8	11	28	36	40	43	49	49	51	54	56	58	58	58	58
P3	0	0	2	3	8	17	25	34	44	42	52	52	56	57	59	59	59	59	59
P4	0	0	2	4	6	11	14	18	21	23	26	29	33	34	36	37	38	38	39

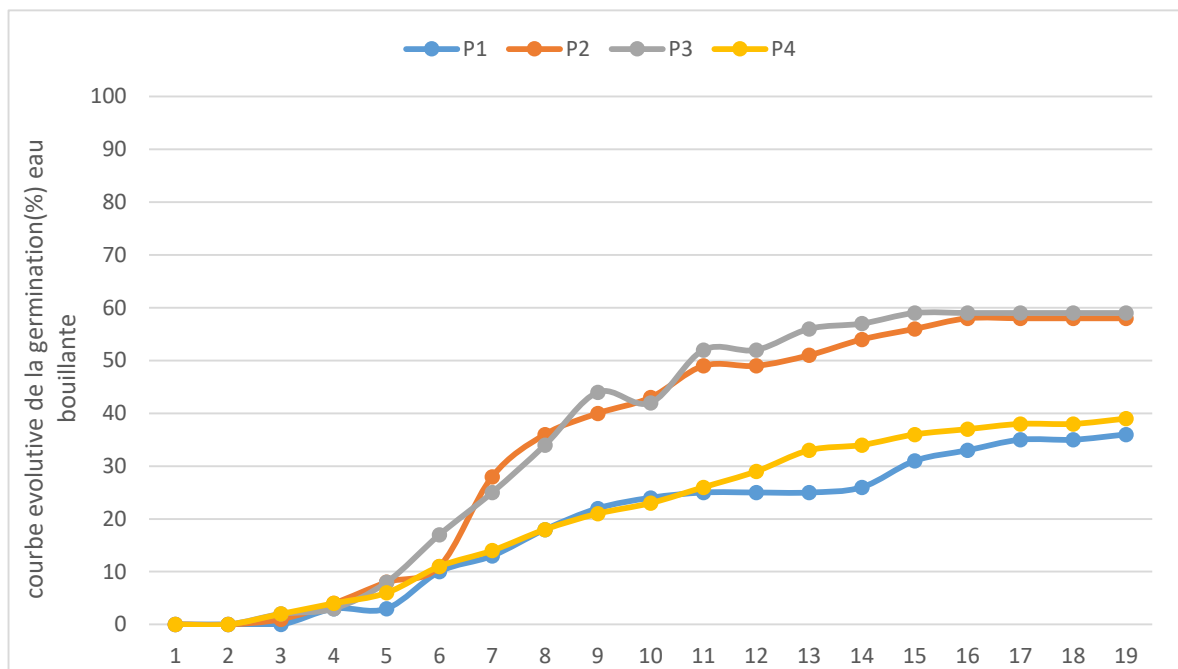


Figure III-1: courbe évolutive de la germination (l'eau bouillante)

Précédemment à l'acide sulfurique, les pourcentages de germination (Tab. III-1 ; Fig. III-2) des graines trempées dans l'eau bouillante montrent un taux moyen pour les deux provenances P2 et P3 respectivement 58% et 59%, et faibles taux pour P1 36% et P4 39%.

- **Témoin (To)**

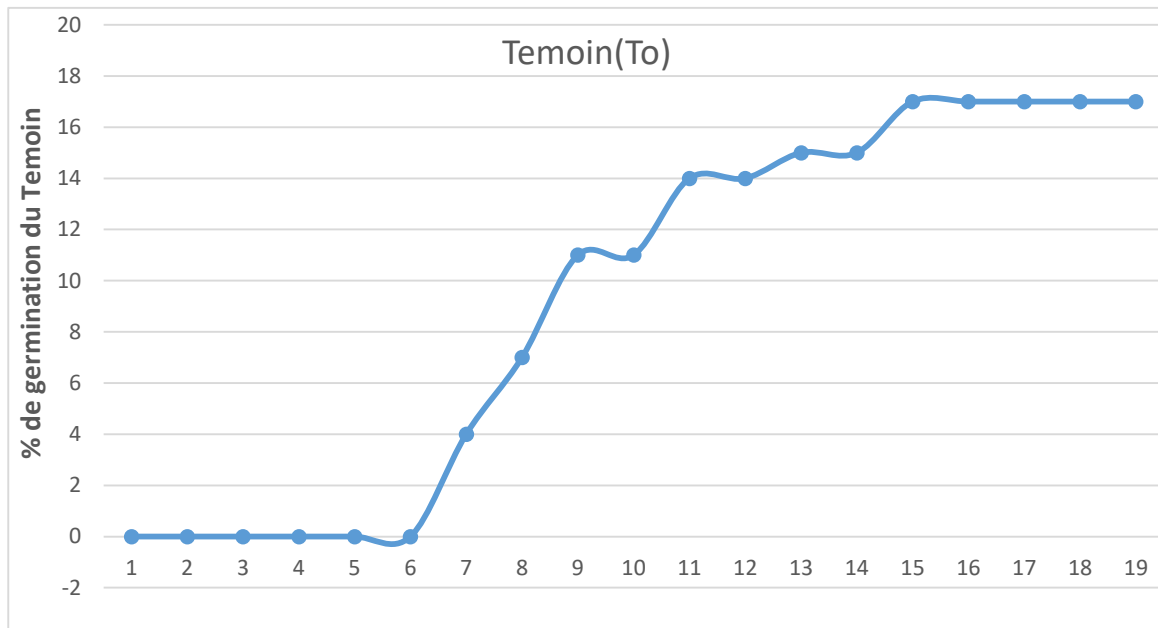


Figure III-3 : pourcentage de germination du témoin (To)

Sans un traitement, on constate que chez le témoin que le taux de la germination est très faible (17%) par rapport aux deux méthodes de traitement à cause de son tégument qui est dure et imperméable ce qui empêche l'absorption d'eau qui gêne la germination. L'examen de ces figures (III-1, III-2 et III-3) représentant la cinétique de la germination en fonction du temps qui s'explique par trois phases, une première phase de latence, due à l'imbibition des graines, une deuxième phase exponentielle (6^e et 15^e jrs) pour le témoin ; (3^e et 17^e jrs sauf 18^e jrs pour P2) pour l'acide sulfurique (4^e et 16^e jrs) pour l'eau bouillante où on assiste à une accélération de la germination et enfin une troisième phase caractérisée par un palier indiquant un arrêt de germination (phase stationnaire).

La germination est un phénomène très complexe liée à plusieurs facteurs. La graine du caroubier présente une dormance tégumentaire causée par la résistance de son enveloppe qui empêche l'absorption de l'eau (**Goor et Barney, 1986 et Zemouri, 2003**), Ces graines subissent plusieurs prétraitements pour lever la dormance. Le prétraitement par l'acide sulfurique est bénéfique pour la germination en augmentant le pourcentage de ce phénomène.

En absence d'humidité suffisante, la graine même si elle est correctement placée dans le sol, elle n'évolue pas, retardant ainsi la levée et en cas de persistance de sécheresse, la situation

peut se traduire par une absence de germination (**Feliachi et al., 2001**). La sécheresse est l'un des principaux facteurs environnementaux qui affectent grandement la germination des espèces et réduit leur survie au cours des stades précoces de développement. Au cours de cette phase, c'est le métabolisme des carbohydrates qui se trouve fortement affecté (**Ingram et al., 1996**), à travers la perturbation du fonctionnement enzymatique impliqué dans ce processus. Selon (**Cavallero et al., 2016**) un prétraitement de 20 minutes avec de l'acide sulfurique à 96% était nécessaire pour surmonter la dormance du tégument qui ne permet pas la germination des graines de caroubier.

Plusieurs auteurs affirment que la scarification des graines par l'acide sulfurique est une méthode efficace pour rompre la dormance et améliorer la germination des graines ayant des téguments durs et imperméables (**Mcdonald et Omoruyi 2003 ; Likoswe et al., 2008 ; Bothsleg et al., 2014**). Le même effet est également obtenu avec le traitement utilisant l'eau chaude par (**Mojeremane et al., 2017**). En outre, il est rapporté que la plupart des espèces de Fabacée ont des graines dures et imperméables à l'eau (**Teketay, 1996 ; Baskin et Baskin, 2004**), et notre espèce, *Ceratonia Siliqua* L. ne fait pas exception. Par déduction, la dormance de ses graines est probablement associée à leur tégument. Selon (**Falmera et al., 2014**), le tégument dur et imperméable des graines exerce une dormance physique exogène.

III.1.2 Analyse Statistique

L'analyse de la variance effectuée sur les résultats obtenus après presque trois semaines (19 jours) de germination, révèle un effet significatif du traitement utilisé (Méthode de scarification). Ainsi que, le test de Tukey (au seuil $\alpha = 5\%$) réalisé sur les taux de germination révèle deux groupes homogènes (a et b). Le groupe homogène le plus intéressant est représenté par la lettre « a » qui correspond aux traitements avec l'acide sulfurique et l'eau bouillante, dont les taux de germination sont, respectivement, de 52.5% et 48%. Cependant, le groupe le moins intéressant est représenté par la lettre « b » qui correspondent au témoin avec un taux de germination de 18.67%.

Tableau III-3 : Tableau d'analyse de variance (ANOVA)

Effect	Univariate Results for Each DV (Spreadsheet1) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
	Degr. of Freedom	Pourcentage de germination SS	Pourcentage de germination MS	Pourcentage de germination F	Pourcentage de germination p
Méthode de scarification	2	2216,88	1108,44	7,8497	0,012984
Error	8	1129,67	141,21		
Total	10	3346,55			

Tableau III-4 : Tableau des groupes homogènes

TukeyHSD test; variable Pourcentage de germination (Spreadsheet1) Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = 141,21, df = 8,0000				
Cell No.	Méthode de scarification	Pourcentage de germination Mean	1	2
3	Temoin	18,66667		****
1	Eau bouillante	48,00000	****	
2	Acide sulfurique	52,50000	****	

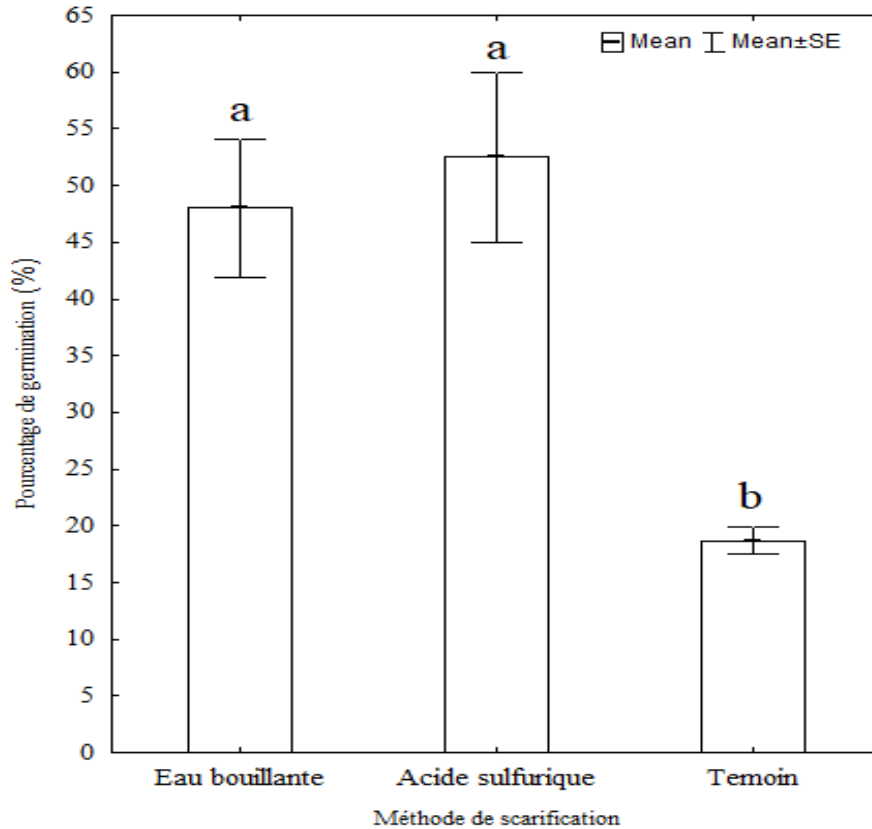


Figure III-4 : Effet du traitement de stratification sur le taux de germination après trois semaines de culture (semis). (F= 7,8496 ; ddl=2 ; P= 0,0129 ; *), les lettres minuscules indiquent les groupes homogènes pour les différents traitements

III.2 La croissance

Dans cette partie de travail, on a calculé la moyenne de 20 plantules par provenance choisies au hasard pour voir leur croissance pour chaque paramètre et méthode de traitement. Les données recueillies sont représentées dans des tableaux pour tous les paramètres.

III.2.1 La longueur des plantules

Tableau III-5 : la moyenne de la longueur des plantules pour l'acide sulfurique

	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9
P1	4.67	5.00	5.66	5.86	6.45	6.76	7.33	8.86	11.22
P2	4.69	5.14	5.66	6.46	7.86	8.13	8.52	9.45	13.15
P3	4.45	4.99	5.12	6.21	6.94	7.56	8.08	8.62	10.23
P4	4.46	4.67	4.86	5.81	6.24	6.67	7.21	7.95	9.98

Tableau III-6 : la moyenne de la longueur des plantules pour l'eau bouillante

	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9
P1	2.4	2.87	2.96	3.21	3.78	4.54	4.94	5.32	6.13
P2	2.62	3.14	3.56	3.89	4.07	4.57	5.04	5.66	6.77
P3	2.45	2.97	3.22	3.69	3.95	4.18	4.86	5.21	5.97
P4	2.36	2.86	3.10	3.42	3.88	4.06	4.72	5.08	5.44

Selon les données du tableau (III-5 et III-6), on constate que le résultat est beaucoup plus significatif c'est-à-dire que le traitement par l'acide sulfurique a un effet sur la longueur. Malgré qu'il n'y ait pas une grande différence entre les deux (02), on remarque que la provenance P2 a enregistré la moyenne de longueur par rapport aux autres provenances pour les deux tableaux (III-5 et III-6) 13.15 cm et 6.77 cm respectivement.

III.2.2 Nombres de feuilles

Tableau III-7 : la moyenne de nombre des feuilles pour l'eau bouillante

	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9
P1	1.23	1.42	2.87	3.11	3.57	3.87	4.00	4.15	4.7
P2	1.28	1.52	2.89	3.4	3.48	4.21	4.44	4.35	4.85
P3	1.65	1.56	2.33	2.82	3.03	3.23	3.83	4.00	4.32
P4	1.23	1.47	1.87	2.12	2.55	3.04	3.31	3.86	4.01

Tableau III-8 : la moyenne de nombre des feuilles pour l'acide sulfurique

	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9
P1	1.46	1.87	2.32	3.52	3.88	4.10	4.23	4.68	5.02
P2	1.63	2.02	3.22	3.63	4.03	4.32	4.63	5.22	5.63
P3	1.33	1.76	2.17	2.89	3.02	3.33	3.98	4.16	4.92
P4	1.22	1.68	2.05	2.56	2.95	3.26	3.90	4.16	4.52

De même pour le nombre de feuille on constate que la provenance P2 montre une forte moyenne de longueur pour les deux traitements dans les tableaux (11 et 12) 4.85 cm et 5.63

cm et des faibles moyennes constatées chez P4 avec 4.01 cm et 4.52cm. Pour ce paramètre on constate que la moyenne de feuilles montre une faible différence pour les deux méthodes de traitement et provenance en générale.

III.2.3 Nombre des folioles

Tableau III-9 : la moyenne des nombres des folioles pour l'acide sulfurique

	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9
P1	2.55	2.95	3.12	3.57	3.88	4.85	5.16	7.12	7.35
P2	2.64	2.87	3.46	4.02	4.32	5.36	6.32	7.26	7.44
P3	2.49	2.89	3.12	3.37	4.18	5.25	5.48	6.85	7.23
P4	2.33	2.77	2.96	3.11	3.67	4.95	5.09	5.26	6.98

Tableau III-10 : la moyenne des nombres des folioles pour l'eau bouillante

	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9
P1	2.4	2.87	2.96	3.21	3.78	4.54	4.94	5.32	6.13
P2	2.62	3.14	3.56	3.89	4.07	4.57	5.04	5.66	6.77
P3	2.45	2.97	3.22	3.69	3.95	4.18	4.86	5.21	5.97
P4	2.36	2.86	3.10	3.42	3.88	4.06	4.72	5.08	5.44

Les valeurs de nombre de folioles montrent une légère différence entre les provenances et méthodes. Toujours c'est la provenance P2 qui enregistre une forte moyenne pour ce paramètre avec 7.44 cm et 6.77 cm respectivement (Tableau III-9 et III_10) et des faibles moyennes chez P4 (5.44 cm et 6.98 cm).

III.3 Analyse statistique

III.3.1 Longueur des plantules (eau bouillante)

La figure (III-5) illustre les résultats de l'évolution de la longueur des plantules après 09 semaines de culture. L'analyse de la variance effectuée sur les résultats obtenus après 09 semaines de culture, révèle un effet hautement significatif des provenances utilisées. Ainsi que, le test de Tukey (au seuil $\alpha = 5\%$) réalisé sur la longueur des plantules avec l'eau bouillante révèle deux groupes homogènes (a et b). Le groupe homogène le plus intéressant est représenté par la lettre « a » qui correspond à la provenance P2 dont longueur moyenne des plantules est de 9.5 cm. Cependant, le groupe le moins intéressant est représenté par la lettre « b » qui correspondent aux provenances P1 P4 et P3 avec des longueurs moyennes des plantules de 8.15 cm, 7.95 cm et 7,85 cm respectivement.

Tableau III-11 : Tableau de variance ANOVA eau bouillante

Univariate Results for Each DV (pfe22222)					
Sigma-restricted parameterization					
Effective hypothesis decomposition					
Effect	Degr. of Freedom	LONGUEUR DES PLANTULES EAU BOUILLANTE SS	LONGUEUR DES PLANTULES EAU BOUILLANTE MS	LONGUEUR DES PLANTULES EAU BOUILLANTE F	LONGUEUR DES PLANTULES EAU BOUILLANTE p
Provenance	3	35,437	11,812	4,904	0,003609
Error	76	183,050	2,409		
Total	79	218,487			

Tableau III-12 : Tableau des groupes homogènes

Tukey HSD test; variable LONGUEUR DES PLANTULES					
Homogenous Groups, alpha = ,05000					
Error: Between MS = 2,4086, df = 76,000]					
Cell No.	Provenance	LONGUEUR DES PLANTULES Mean	1	2	
3	P3	7,850000	****		
4	P4	7,950000	****		
1	P1	8,150000	****		
2	P2	9,500000		****	

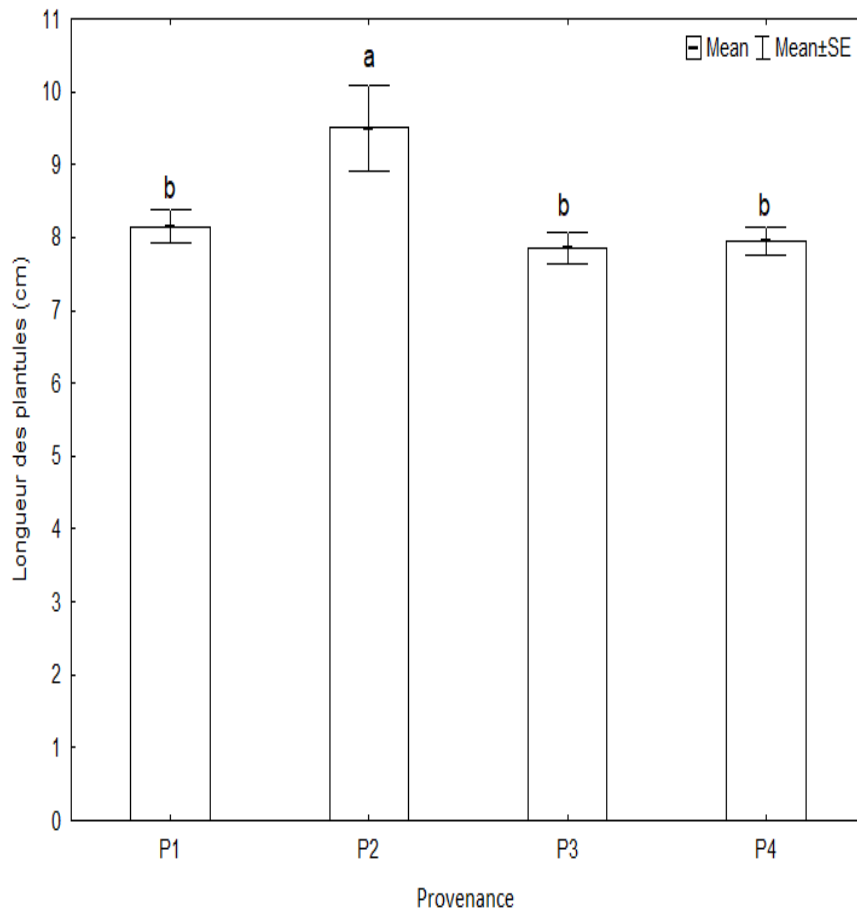


Figure III-5 : Effet de l'eau bouillante sur la longueur des plantules

III.3.2 Longueur des plantules (acide sulfurique)

Selon la figure III-3 et les résultats obtenus par ANOVA (Tab III-4) on constate qu'il y a un effet très hautement significatif sur les provenances. De même le test de Tukey (Tab .15) a donné deux groupes : a (P2, P1), b (P3, P4) avec longueurs moyennes des plantules suivantes a (11.75 et 11.25cm) et b (10.10 et 9.75cm).

Tableau III-13 : Tableau d'Anova

Univariate Results for Each DV (pfe22222)					
Sigma-restricted parameterization					
Effective hypothesis decomposition					
Effect	Degr. of Freedom	LONGUEUR DES PLANTULES ACIDE SULFURIQUE SS	LONGUEUR DES PLANTULES ACIDE SULFURIQUE MS	LONGUEUR DES PLANTULES ACIDE SULFURIQUE F	LONGUEUR DES PLANTULES ACIDE SULFURIQUE p
Provenance	3	53,337	17,779	13,642	0,000000
Error	76	99,050	1,303		
Total	79	152,388			

Tableau III-14 : Tableau des groupes homogènes

Tukey HSD test; variable LONGUEUR DES PLANTULES					
Homogenous Groups, alpha = ,05000					
Error: Between MS = 1,3033, df = 76,000					
Cell No.	Provenance	LONGUEUR DES PLANTULES ACIDE SULFURIQUE Mean	1	2	
4	P4	9,75000	****		
3	P3	10,10000	****		
1	P1	11,25000		****	
2	P2	11,75000		****	

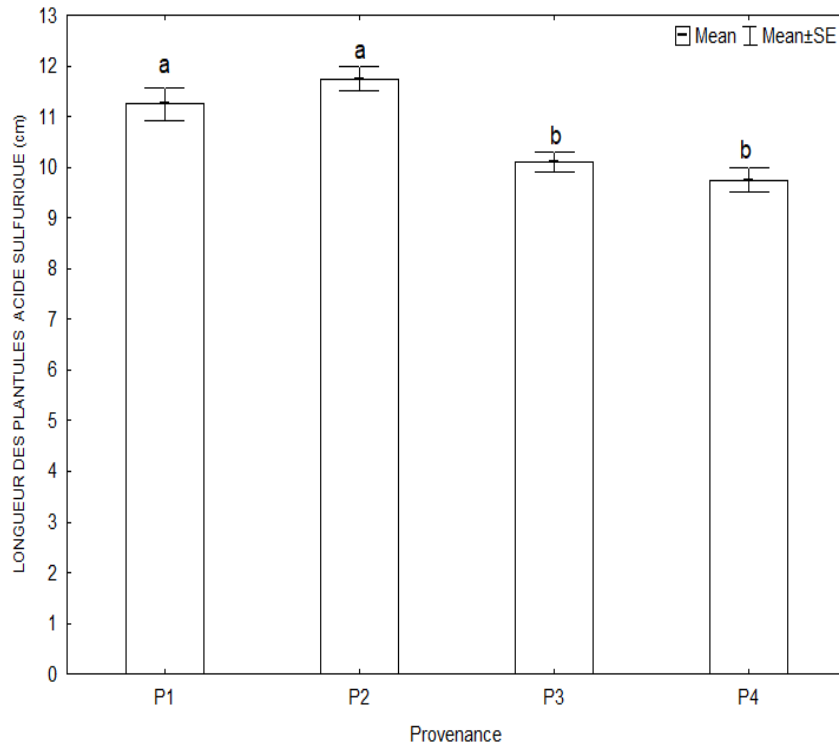


Figure III-6 : Effet de H₂SO₄ sur la longueur des plantules

III.3.3 Nombre des feuilles (eau bouillante)

Le tableau III-15 de l'analyse de variance Anova révèle un effet très hautement significatif pour toutes les provenances et une légère différence sur la moyenne de nombre de feuille. Le Test de Tukey (tableau III-16) nous donne trois groupes homogènes qui se chevauchent : a (P2), ab (P1), bc (P3), c (P4).

TableauIII-15 : Tableau d'Anova

Univariate Results for Each DV (pfe22222)					
Sigma-restricted parameterization					
Effective hypothesis decomposition					
Effect	Degr. of Freedom	NOMBRE DES FEUILLES EAU BOUILLANTE SS	NOMBRE DES FEUILLES EAU BOUILLANTE MS	NOMBRE DES FEUILLES EAU BOUILLANTE F	NOMBRE DES FEUILLES EAU BOUILLANTE p
Provenance	3	8,500	2,833	8,511	0,000061
Error	76	25,300	0,333		
Total	79	33,800			

Tableau III-16 : Tableau des groupes homogènes

Tukey HSD test; variable NOMBRE DES FEUILLES Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,33289, df = 76,000					
Cell No.	Provenance	NOMBRE DES FEUILLES Mean	1	2	3
4	P4	4,000000	****		
3	P3	4,300000	****	****	
1	P1	4,650000		****	****
2	P2	4,850000			****

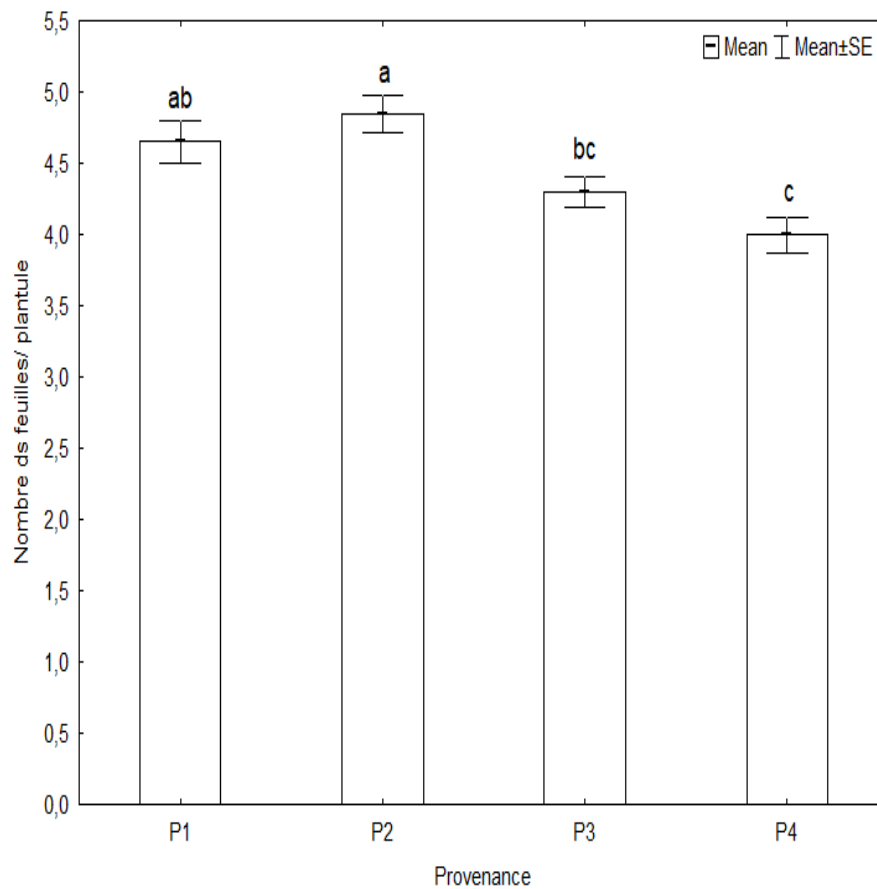


Figure III-7 : Effet de l'eau bouillante sur le nombre des feuilles/plantule

III.3.4 Nombre des feuilles (acide sulfurique)

L'analyse de variance (III-15) indique un effet hautement significatif sur des provenances sur le nombre des feuilles et le test de Tukey (tableau III-16) montre qu'il y a deux groupes homogènes qui se chevauchent : a (P2), ab (P1, P3), b (P4).

Tableau III-17 : Tableau d'Anova

Univariate Results for Each DV (pfe22222)					
Sigma-restricted parameterization					
Effective hypothesis decomposition					
Effect	Degr. of Freedom	NOMBRE DES FEUILLES ACIDE SULFURIQUE SS	NOMBRE DES FEUILLES ACIDE SULFURIQUE MS	NOMBRE DES FEUILLES ACIDE SULFURIQUE F	NOMBRE DES FEUILLES ACIDE SULFURIQUE p
Provenance	3	10,150	3,383	4,608	0,005129
Error	76	55,800	0,734		
Total	79	65,950			

Tableau III-18 : Tableau des groupes homogènes

Tukey HSD test; variable NOMBRE DES FEUILLES					
Homogenous Groups, alpha = ,05000					
Error: Between MS = ,73421, df = 76,000					
Cell No.	Provenance	NOMBRE DES FEUILLES ACIDE SULFURIQUE Mean	1	2	
4	P4	4,500000	****		
3	P3	4,900000	****	****	
1	P1	5,000000	****	****	
2	P2	5,500000		****	

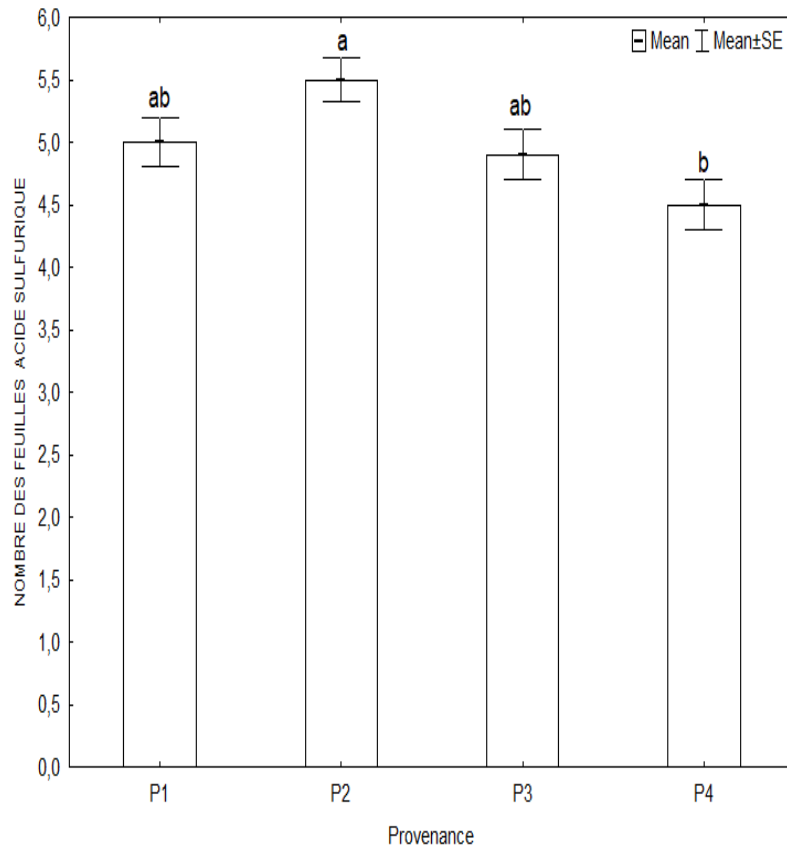


Figure III- 8 : Effet de H2SO4 le nombre des feuilles/plantule

III.3.5 Nombre des folioles (eau bouillante)

Le tableau (III-19) de l'analyse de variance démontre qu'il y a un effet très hautement significatif des provenances sur le nombre des folioles traités à l'eau bouillante. Par ailleurs le test de Tukey tableau (III-20) montre trois groupes homogènes qui se chevauchent : a (P2), ab (P1) bc (P3), c (P4).

Tableau III-19 : Tableau d'Anova

Univariate Results for Each DV (pfe22222)					
Sigma-restricted parameterization					
Effective hypothesis decomposition					
Effect	Degr. of Freedom	NOMBRE DES FOLIOLES EAU BOUILLANTE SS	NOMBRE DES FOLIOLES EAU BOUILLANTE MS	NOMBRE DES FOLIOLES EAU BOUILLANTE F	NOMBRE DES FOLIOLES EAU BOUILLANTE p
Provenance	3	18,638	6,213	9,826	0,00015
Error	76	48,050	0,632		
Total	79	66,688			

Tableau III-20 : Tableau des groupes homogènes

Tukey HSD test; variable NOMBRE DES FOLIOLES
Homogenous Groups, alpha = ,05000
Error: Between MS = ,63224, df = 76,000

Cell No.	Provenance	NOMBRE DES FOLIOLES Mean	1	2	3
4	P4	5,400000	****		
3	P3	5,950000	****	****	
1	P1	6,150000		****	****
2	P2	6,750000			****

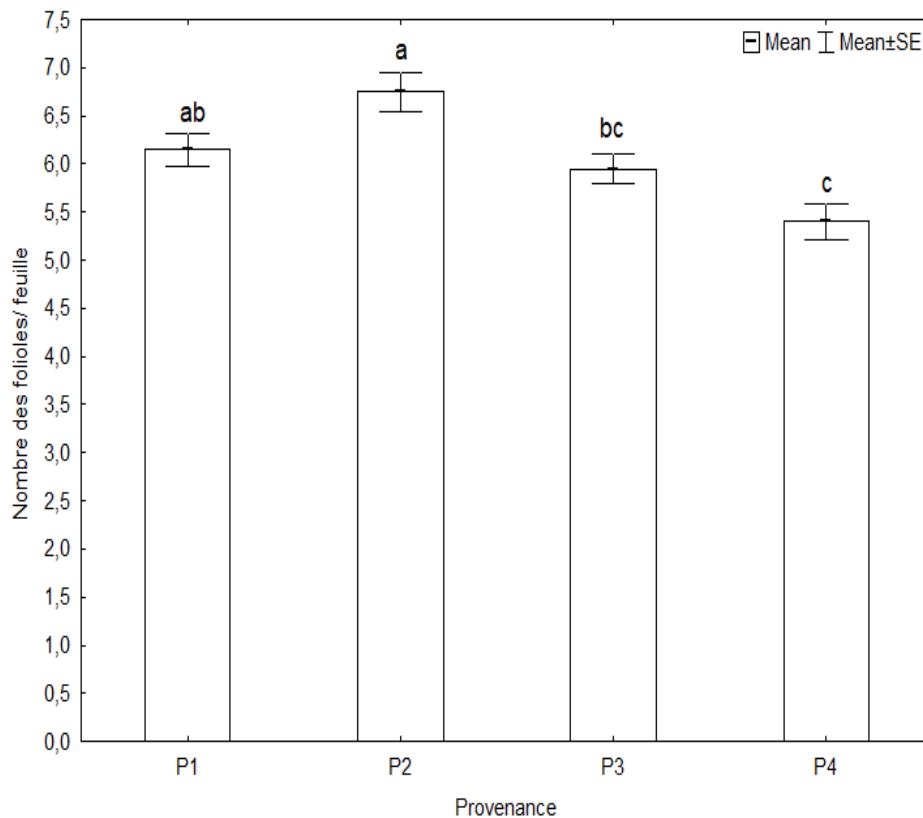


Figure III-9 : Effet de l'eau bouillante sur le nombre des folioles/feuilles

III.3.6 Nombre des folioles avec l'acide sulfurique

Le tableau (III-21) de l'analyse de variance montre qu'il n'y a pas un effet pour le nombre des folioles traités à l'acide sulfurique.

Tableau III-21 : Tableau Anova

Effect	Univariate Results for Each DV (pfe22222) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
	Degr. of Freedom	Nombre des folioles pour l'acide sulfurique SS	Nombre des folioles pour l'acide sulfurique MS	Nombre des folioles pour l'acide sulfurique F	Nombre des folioles pour l'acide sulfurique p
Provenance	3	2,837	0,946	0,816	0,488763
Error	76	88,050	1,159		
Total	79	90,887			

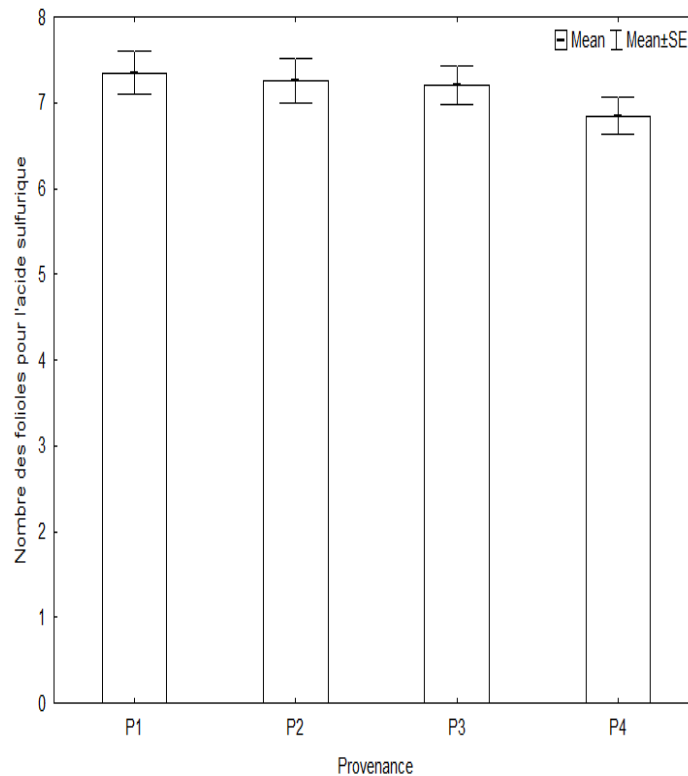


Figure III-10 : Effet de H₂SO₄ sur le nombre des folioles/provenance

L'effet de deux (02) méthodes de traitement sur La moyenne de longueur des plantules montre une signification haute (P=0.000) pour l'eau bouillante et très haute (P =0.0036) pour H₂SO₄. Les figures III-5 et III-6 révèlent une corrélation de deux (02) groupes homogènes dont la première est composée de a (P1) et b (P1, P3, P4) et la seconde a (P1, P2) b (P3, P4). La valeur

la plus élevée est observée chez P2 avec une moyenne 11.75cm et la plus faible est de 7.95cm chez P4.

Pour le nombre des feuilles, on remarque que pour les deux (02) méthodes ont montré un effet très hautement significatif pour l'eau bouillante ($P=0.000061$) et ($P=0.0051$) pour H_2SO_4 qui est hautement significatif. Les figures III-7 et III-8 montrent une corrélation de deux groupes homogènes qui se chevauchent pour les deux méthodes. La valeur la plus forte est celle de P2 (5.55 cm) et la plus basse est observée chez P2(4.00 cm).

En fin, l'effet de l'eau bouillante sur le nombre des folioles nous dévoile un effet très hautement significatif sur toutes les provenances et trois groupes homogènes qui se chevauchent. Ces résultats sont comparables à ceux trouvés par **Douma, Adamou, Aboubacar, Alleidi ; Boubacar, (2019)** sur les plantules de *Parkia biglobosa* à des différents traitements (eau bouillante et H_2SO_4). Beaucoup des travaux ont montré l'efficacité de H_2SO_4 sur la germination. Selon (**Nikiéma et al., (1993)**), l'entretien des plantules nécessite un arrosage régulier, toutes les deux semaines, ce qui assure une bonne croissance des plantules. Donc, d'une manière générale sur l'ensemble des paramètres, nous pouvons dégager la position du traitement par H_2SO_4 est le meilleur pour avoir une bonne croissance et développement des plants de caroubier.

Les résultats obtenus par le test du Tukey sur la croissance du caroubier ont révélé qu'il y a une signification majoritairement haute sur tous les paramètres et méthodes de traitement. Ensuite on remarque que la provenance P2 est beaucoup plus intéressante par rapport aux autres provenances pour toutes les méthodes.

La présente étude a montré que les deux méthodes de traitement qui ont une forte influence sur la croissance des graines du caroubier malgré quelques difficultés rencontrées au niveau de la serre telle la température et le temps qui n'est pas assez suffisant. Après tout, ces résultats restent préliminaires pour faire une réelle comparaison.

CONCLUSION GENERALE

L'efficacité des méthodes du prétraitement utilisées pour la levée de la dormance des graines, dépendent de la nature du tégument de la graine et de l'origine climatique de la plante. Dans la présente étude, les graines du caroubier ont montré des réactions variables en fonction du prétraitement employé. Ainsi, l'utilisation de l'acide sulfurique et de l'eau bouillante pour lever la dormance s'est avéré la plus adéquate mais d'après notre expérience, le traitement par l'acide sulfurique est meilleur pour une la levée tégumentaire.

Le caroubier est une espèce qui fait partie du paysage méditerranéen et qui est très adaptée aux conditions difficiles, notamment à la sécheresse.

Le caroubier qui est connu par le nom de KHAROUB en Algérie, se trouve dispersé à l'état sauvage dans presque toutes les régions septentrionales du pays et il ne forme des peuplements que sur le littoral, et l'étage méditerranéen semi-aride et subhumide, en association avec l'olivier, le thuya.

Le caroubier reste très négligé et n'a pas encore eu sa place qu'il mérite dans les programmes de reboisement et malgré les différentes études et résultats qui ont montré que cette espèce est très intéressante aussi bien du point de vue écologique, qu'économique, que pour la protection (conservation des sols)

Au cours de ces travaux de recherche, nous avons pu étudier en premier lieu, la germination des graines du caroubier par les méthodes de la scarification chimique (H_2SO_4) et le trempage à l'eau bouillante.

Dans la deuxième partie, on a travaillé sur l'effet de H_2SO_4 et l'eau bouillante sur la morphologie aérienne (longueur des plantules, nombre des feuilles et nombre des folioles).

La scarification des graines du caroubier est indispensable pour permettre l'imbibition des graines et leur germination. L'aspect simple, propre, peu coûteux et pratique de la scarification avec l'eau bouillante et l'acide sulfurique rend ce type de prétraitement efficace et permet, pour une utilisation à grande échelle, de gagner du temps, de l'effort et de l'argent tout en ayant un bon taux de germination, ce qui permet aux institutions forestières de lutter contre la désertification en leur facilitant la multiplication de cette espèce.

Notre travail s'est effectué sur la germination et la croissance de *Ceratonia siliqua* face aux méthodes de traitement qui constitue une contribution à la connaissance de cette espèce délaissée. Ce travail permet aussi l'ouverture de nouvelles perspectives, telle que :

L'élargissement de la collection du caroubier en y apportant de nouvelles populations Provenant de toutes les régions de l'Algérie.

Approfondir les études scientifiques sur la multiplication végétative surtout le greffage qui est plus sollicité pour la qualité de la production des plants et une meilleure adaptation aux stress.



REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

A

- [1] **Aafi A., 1996** : Note technique sur le caroubier (*Ceratonia siliqua L.*), Centre Nationale de la Recherche Forestière, Rabat (Maroc). 10P.
- [2] **Albanell E, 1990** : Caracterización morfológica, composición química y valor nutritivo de distintas variedades de garrofa (*Ceratonia siliqua L.*) cultivadas en España. Tesis doctoral. Barcelona. España, 209P.
- [3] **Ait Chitt M., Belmir M., Lazrak A., 2007** : Production des plantes sélectionnées et greffées du caroubier. Transfert de technologie en Agriculture. 153: 1-4.
- [4] **Baskin J. M., Baskin C. C., 2004** A classification system for seed dormancy. Seed Science Research, 14 : 1-16.
- [5] **Ayaz F.A, Torun H., Ayaz S., Correia P.J, Alaiz M., Sanz C., Gruz J., Strnad M., 2007**, Determination Of Chemical Composition Of Anatolian Carob Pod (*Ceratonia Siliqua L.*):Sugars, Amino And Organic Acids, Minerals And Phenolic Compounds, Journal of food quality , vol. 30, No6, Pp. 1040-1055.

B

- [6] **Battle I., TousJ., 1997** : « Carob tree,. *Ceratonia siliqua L.* Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops». 17. Institutue of plant Genetic and crops Plant Research. Gatersleben/International Plant Ressources Institutue. Rome. Italy. 97 P.
- [7] **Berrougui G, 2007** : « Le caroubier (*Ceratonia siliqua L.*), une richesse nationale aux vertus méd icinales, Maghreb Canada Express Vol. 5 », 9P.
- [8] **Bolonos M, 1955**: Rapport sur le caroubier. Instituto forestal de Investigaciones yexperiencias Madrid (Espagne) 9P.
- [9] **Botsheleng B., Mathowa T., Mojeremane W., 2014** Effects of pre-treatments methods on the germination of pod mahogany (*Afzelia quanzensis*) and mukusi (*Baikiaea plurijuga*) seeds. International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology, 3: 8108-8113.

C

- [10] **Cavallaro, V. ; Barbera A. C. ; Maucieri, C. ;Gimma, G. ;Scalisi, C. et Patanè, C.(2016)**. Evaluation of variability to drought and saline stress through the germination of different ecotypes of carob (*Ceratonia siliqua L.*) using a hydrotime model. Ecological Engineering, 95, 557-566.
- [11] **Craig W.J. et Nguyen T.T., 1984**. Caffeine and theobromine level in cocoa and carob products. *J. Food Sci.* 49, Pp.302-305.

[12] **Correia P.G, Gama G ., Pestana M. & Martins-Loução M.A ., 2010:** Tolerance of young (*Ceratonia siliqua L.*) carob rootstock to NaCl. *Agricultural Water Management*. 97: 910- 916.

E

[13] **Evreinoff V.A, 1955 :** Le pistachier. *Journal d'Agriculture Tropicale et de Botanique Appliquée*. 2: 389-414.

F

[14] **Falemara B. C., Chomini M. S., Thlama D. M., Udenkwere M., 2014** Pre-germination and dormancy response of *Adansonia digitata L.* seeds to pre-treatment techniques and growth media. *European Journal of Botany Plant Scien*. Pp13-23

[15] **Feliachi K., Amroune R. et Khaldoune., 2001 :** Impact de la sécheresse sur la production des céréales cultivées dans le nord de l'Algérie: céréaliculture N0 35.ED. ITGC. Algérie. 35 : 28-34

G

[16] **García-Ochoa et JA Casas,1992,** Viscosity of locust bean (*Ceratonia siliqua*) gum solutions 54P.

[17] **Puhan, Z., et Wielinga, M.W. 1996,** Products derived from carob pods with particular emphasis on carob bean gum (CBG). Report Technical Committee of INEC (unpublished results). Pp 309-314

[18] **Gaouar-Borsali, N. 2011** Etude de la Valeur Nutritive de la Caroube de Différentes Variétés Algériennes. Research Master, Abu BekrBelkaid Univ, Tlemcen, 95 P.

[19] **Gil-Albert F, 1998:** Tratado de arboricultura frutal. Vol. II, La ecología del árbol frutal. 4a Edición, Ministerio De Agricultura, Pesca.

[20] **Goor A., R. J. Ticho et Y.G. Garmi., 1958.** «The carob. Agric. Publications Section, Ministry of agriculture. Tel Aviv, Israel, 72 P. (in Jewish with 4 pages English Summary).

I

[21] **Ingram J., Bartels D. 1996.** The molecular basis of dehydration tolerance in plants. *Ann. Rev. Plant Physio. Plant Mol. Biol.* 47: 377-403.

J

[22] **Jones D.K., 1953.** Carob culture in Cyprus, FAO 53/2/1225. FOA. Rome.

K

[23] **Konate I., 2007 :** Diversité Phénotypique et Moléculaire du Caroubier (*Ceratonia siliqua L.*) et des Bactéries Endophytes qui lui sont Associées. PhD thèse. Univ. Mohammed v-Agdal. 196P.

L

- [24] **Lavallée P, 1962** : « Le caroubier, son utilisation dans l'alimentation du bétail en Algérie et en Tunisie ». Alger, 47P.
- [25] **Lizardo et al. 2002**, L'utilisation de la farine de caroube dans les aliments de sevrage et son influence sur les performances et la santé des porcelets. Pp 97-101
- [26] **Louca A. et Papas A., 1973**. The effect of different proportions of carob pod meal in the diet on the performance of calves and goats. Anim. Prod. 17: 139-146.

M

- [27] **Makris D. P. et P. Kefalas 2004**, Carob Pod as a source of polyphenolic Antioxidants, Food Technol. Biotechnol. vol. 42, N° 2, Pp. 105–108.
- [28] **MAPA, 1994** : Ministerio d'Agriculture, Pesca Y Alimentación. Anuario de Estadística Agraria. Ed. Secretaría General Técnica, Madrid, Spain. Pp32-41
- [29] **Mcdonald I., Omoruyi O., 2003** Effect of seed pre-treatment on germination of two surface types of *Dialium guianeense*. Seed Technology, 25: 41-44.
- [30] **Melgarejo P et Salazar D. M, 2003** : Tratado de fruticultura para zonas áridas y semiáridas. Vol. II. Mundi-Prensa. España, Pp. 19-162.
- [31] **Min et Hart 2003**. Tanins for suppression of internal parasites. Dans : J. Anim. Sci. 81 (E. Suppl.), E102-E109.
- [32] **Mojeremane ., 2017** Presowing seed treatment methods to overcome dormancy in seeds of *Vachellia rehmanniana* Schinz. *The Journal Agriculture and Forestry*, 63: 171-181.

N

- [33] **N A S., 1979**. Tropical Legumes: Resources for the Future. National Academy of Sciences. Washington DC, USA,. *J Food Sci Technol-Mysore* 33(5), Pp.365–383.
- [34] **Nikiéma A: 1993**. Regeneration of *Parkia biglobosa* (Jacq.) R. Br; ex G. Don in an agroforestry system. A pilot study in Burkina Faso. Thesis for MSc. degree in Tropical Forestry. Wageningen Agricultural University. 42P.

O

- [35] **Orphanos P.I and Papaconstantinou J, 1969** : The carob varieties of Cyprus, Tech. Bull.5. Cyprus Agricultural Research Institute, Ministry of Agriculture and Natural Resource, Nicosia. Pp11-15

P

[36] **Priolo A., Waghorn G. C., Lanza M., Biondi L. et Pennisi P. 2000**, Polyethylene glycol as a means for reducing the impact of condensed tannins in carob pulp: Effects on lamb growth performance and meat quality. J. Anim. Sci. N°78, Pp. 810- 816.

Q

[37] **Quezel P. et Santa S. ,1963** : Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales (tome1), Editions du centre national de la recherche scientifique, Pp.557. R.

R

[38] **Rejeb M N., Laffray D., Lougouet P., 1991** : - Modification de la conductance stomatique de diverses origines tunisiennes de caroubier (*Ceratonia siliqua L.*) soumises à une contrainte hydrique prolongée. Edit. Aupelf- uref. Edit. John libbey. Eurotex. Pp149-158

[39] **Rejeb M .N , 1995** : Le caroubier en Tunisie: Situations et perspectives d'amélioration. Dans Quel avenir pour l'amélioration des plantes ? Edit. AUPELF-UREF. John Libby Euro text. Paris. Pp79-85

S

[40] **Saidi R. ; Lamarti A. et Badoc A. 2007**. Micropropagation Du Caroubier (*Ceratonia Siliqua*) Par Culture De Bourgeons Axillaires Issus De Jeunes Plantules. Bulletin de La Société de Pharmacie de Bordeaux . 146(1).Pp. 113–129.

[41] **Sahle M., Coleon J. et Haas C., 1992**, Carob pod (*Ceratonia siliqua*) meal in geese diets. Brit. Poultry Sci. 33:Pp.531-541.

[42] **Serairi-Beji R., Mekki-Zouiten L., Tekaya-Manoubi L., Loueslati M.H., Guemira F. et Ben Mansour 2000**. Can carob powder be used with oral rehydration solution for the treatment of acute diarrhea. Med. Top. 60: 125P.

T

[43] **Teketay D., 1996** Germination ecology of twelve indigenous and eight exotic multipurpose leguminous species from Ethiopia. Forest Ecology and Management, 80 : Pp209-223.

Z

[44] **Zitouni M, 2010** : Monographie et perspectives d'avenir du caroubier (*Ceratonia siliqua*) en Algérie. Th Ing. Agrn, INSA, El-Harrach, 201P.

[43] (DOUMA S., ADAMOU M. , ABOUBACAR K. , ALLEIDI I. ; BOUBACAR A, 2019): Effet du régime d'irrigation sur la germination et la croissance en pépinière de *Parkia biglobosa*. 6578 P.

