



République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
Université MOLOUD MAMMARI de Tizi-Ouzou  
Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques



**Mémoire de fin d'étude**

En vue de l'obtention du titre de

**Master en Sciences Agronomiques**

Option : **Production Végétale**

*Thème :*

**Effet du genre chez *Pistacia lentiscus* L. sur la viabilité de *Ceratonia siliqua* L. dans la région de Makouda : Approche allélopathique.**

Réalisé par : **OUZZIR Jugurtha**

Soutenu publiquement le 17/12/2020

Devant la commission d'examen composée de :

Nom et Prénom	Grade	Qualité	Lieu d'exercice
MEDJBEUR D.	MCB	Président	UMMTO
AIT SAID S.	MCA	Encadreur	UMMTO
DAHOUMANE-LARBAOUI A.	MAA	Examinatrice	UMMTO
STOUTAH F.	Doctorante	Examinatrice	UMMTO

Promotion : 2019/2020

# Remerciement

*Je tiens à exprimer toute ma reconnaissance à mon encadreur et enseignant, monsieur Ait Said Samir. Je le remercie de m'avoir orienté, aidé et conseillé durant ce précieux travail.*

*J'adresse mes sincères remerciements à toute personne qui a consacré son temps pour apporter à mon aide.*

*Je remercie mes parents qui ont été présents tout au long de mon parcours d'étude. J'exprime tout mon remerciement à ma grande et unique sœur qui est la première personne que je trouve à mes côtés avec son soutien et encouragement.*

*Enfin, je remercie mes amis (es) qui m'ont encouragé et aidé.*

*A tous ces intervenants, je présente encore mes remerciements, mon respect et ma gratitude.*

## Résumé

Dans l'objectif d'analyser les effets allélopatiques du *Pistacia lentiscus* L. sur la régénération de *Ceratonia siliqua* L. et étudier les corrélations qui existent entre les différentes caractéristiques du fruit de caroube, nous avons testé la germination des graines de caroubier en les arrosant avec des extraits des feuilles mâles et femelles du lentisque avec un témoin arrosé avec de l'eau, ainsi nous avons mesuré différents paramètres des gousses de caroube. Le macérat foliaire mâle a montré un effet significativement négatif sur la germination des graines, mais concernant la croissance de l'espèce cible, les éléments allélochimiques des deux sexes ont influencé négativement sur le développement des radicules et les hypocotyles. Les paramètres biométriques des gousses de caroube nous démontrent une corrélation significative entre la longueur, le poids de la gousse et sa pulpe, le nombre et le poids des graines. Nous remarquons aussi la viabilité de la graine est corrélée avec son poids.

**Mots clés :** Allélopathie, corrélations, *P. lentiscus* L., feuilles mâles, feuilles femelles, *C. siliqua* L.

## Abstract

In order to analyze the allelopathic effects of *Pistacia lentiscus* L. on the regeneration of *Ceratonia siliqua* L. and to study the correlations that exist between the different characteristics of the carob fruit, we tested the germination of carob seeds by spraying them with extracts from the male and female leaves of the mastic tree with witness sprinkled with water, thus we measured different parameters of the carob pods. Male leaf macerate showed a significantly negative effect on seed germination, but regarding the growth of the target species, allelochemicals of both sexes negatively influenced radicle development and hypocotyls. The biometric parameters of carob pods show us a significant correlation between the length, the weight of the pod and its pulp, the number and the weight of the seeds. We also notice the viability of the seed is correlated with its weight.

**Keywords :** Allelopathy, correlations, *P. lentiscus* L., mal leaf, femal leaf, *C. siliqua* L.

## **Liste des abréviations :**

- EG : Epaisseur de la gousse
- F : Femelle
- IG : Largeur de la gousse
- LG : Longueur de la gousse
- M : Mâle
- NG : Nombre de graines
- ONM T-O : Office National Météorologique de Tizi-Ouzou
- PG : Poids de la gousse
- PGr : Poids des graines
- PMG : Poids moyen d'une graine
- PP : Poids de la pulpe
- SNPN : Société Nationale de Protection de la Nature
- T : Témoin
- TG (%) : Taux de germination
- TMG : Temps moyen de germination

## Table des figures :

- Figure 1 : Jeunes feuilles de *Pistacia lentiscus*.
- Figure 2 : Fleurs de *Pistacia lentiscus* : A) Inflorescences mâles B) Inflorescences femelles.
- Figure 3 : Fruit immature de *Pistacia lentiscus*.
- Figure 4 : Mastic de Chios.
- Figure 5 : Distribution du caroubier en Algérie suivant les domaines bioclimatiques.
- Figure 6 : Feuilles d'un jeune arbre du caroubier.
- Figure 7 : Fleurs du caroubier : A) Inflorescences femelles B) Inflorescences males.
- Figure 8 : Gousses du caroubier : A) Gousses vertes, B) Gousses matures.
- Figure 9 : Types de métabolites secondaires de la plante.
- Figure 10 : Voies de libération des allélochimiques dans l'environnement.
- Figure 11 : Carte géographique de la région de Makouda indiquant la station d'échantillonnage.
- Figure 12 : Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausсен de la région de Makouda entre 2012 et 2019.
- Figure 13 : Station de la région de Makouda sur le climagramme d'Emberger durant la période 2012-2019.
- Figure 14 : Broyage des feuilles sèches de lentisque avec un broyeur électrique.
- Figure 15 : Mesure de la quantité de broyat foliaire avec une balance de précision.
- Figure 16 : Filtration des macérats préparés avec du papier filtre.
- Figure 17 : Mise à germination des graines du caroubier.
- Figure 18 : Histogramme représentant le temps moyens de germination.
- Figure 19 : Longueur moyenne de la radicule.
- Figure 20 : Longueur moyenne de l'hypocotyle.
- Figure 21 : Evolution de germination pour les trois traitements.

# Table des matières

<b>Introduction générale .....</b>	<b>(9)</b>
<b>Chapitre 1 : Généralités sur le lentisque et le caroubier .....</b>	<b>(12)</b>
I. Le Pistachier lentisque ( <i>Pistacia lentiscus</i> L.) .....	(12)
1. Répartition géographique .....	(12)
2. Systématique et nom commun .....	(12)
3. Botanique .....	(12)
Appareil végétatif .....	(12)
Appareil reproducteur et fruit .....	(13)
4. Intérêt de <i>P. lentiscus</i> L .....	(14)
II. Le caroubier ( <i>Ceratonia siliqua</i> L.) .....	(16)
1. Aire de distribution .....	(16)
2. Systématique .....	(17)
3. Botanique .....	(17)
Appareil végétatif .....	(17)
Appareil reproducteur et fruit .....	(18)
4. Intérêts et utilisations de <i>C. siliqua</i> L .....	(19)
<b>Chapitre 2 : Généralités sur l'allélopathie.....</b>	<b>(20)</b>
1. Les métabolites secondaires.....	(21)
Rôles des métabolites secondaires chez les plantes .....	(21)
2. L'allélopathie.....	(22)
a) Etymologie .....	(22)
b) Définition .....	(22)
c) Facteurs qui influencent sur l'allélopathie.....	(23)
<b>Chapitre 3 : Matériel et méthodes .....</b>	<b>(25)</b>
1. Site d'échantillonnage .....	(26)
2. Echantillonnage.....	(28)
3. Préparation des solutions .....	(28)
4. Tests de germination :.....	(30)
5. Mesures des paramètres biométriques .....	(31)
<b>Chapitre 4 : Résultats et discussion.....</b>	<b>(32)</b>
I. Résultats	(33)

1. Taux de germination :.....	(33)
2. Temps moyens de germination.....	(33)
3. Longueur radulaire :.....	(34)
4. Longueur de l'hypocotyle .....	(35)
5. Cinétique de germination : .....	(35)
6. Paramètres des gousses : .....	(36)
II. Discussion :.....	(37)
<b>Conclusion .....</b>	<b>(40)</b>
Conclusion et perspectives.....	(41)
<b>Références bibliographiques.....</b>	<b>(42)</b>

# INTRODUCTION GÉNÉRALE

La région méditerranéenne regroupe environ trente mille espèces végétales, soit près de 10% des espèces reconnues dans le globe terrestre, dont 60% d'entre elles ne se trouvent nulle part ailleurs, ce qui donne en conséquent un complexe très diversifié (Médail et al., 2006). Les composants typiques de la forêt méditerranéenne et écosystèmes boisés comprennent des feuillus et des conifères, des arbustes sclérophylles, des chaméphytes aromatiques et une végétation herbacée de pelouses ou prairies.

Avec la diversité orotopographique, pédologique et bioclimatique, l'Algérie possède un grand éventail naturel recélant d'importantes ressources phytogénétiques dont elle abrite environ 16 000 espèces et taxons confendus. Les ressources phytogénétiques jouent un rôle primordial dans le maintien de l'équilibre des écosystèmes mais aussi sur le plan économique.

Les espèces de plantes méditerranéennes produisent de nombreux métabolites secondaires (PSM : Plant Secondary Metabolites) dont la plupart sont des terpénoïdes (volatils) et des composés phénoliques (non volatils). Ces PSM peuvent jouer un rôle écologique important en assurant la réponse adaptative des plantes aux conditions de stress fréquentes telles que le feu, le pâturage, la sécheresse et la coexistence d'espèces dans ces environnements (Reigosa et al., 2006).

Une grande attention a été accordée durant ces dernières décennies aux processus biotiques, pour mieux comprendre le fonctionnement des différents modes d'interactions entre les organismes partageant le même milieu. Les interactions biotiques se définissent comme un ensemble d'effets qu'un organisme peut réaliser sur un autre organisme voisin, qui peuvent être positifs, négatifs ou neutres. Il existe plusieurs types d'interactions (Compétition, parasitisme, symbiose, ...). Les espèces végétales rentrent en interactions avec les organismes qui les entourent (ex : mycètes, bactéries, autres plantes, ...) afin de partager le milieu efficacement, ou bien utiliser des moyens pour prendre le dessus (Santoja et al., 2019).

Parmi ces interactions, des études se sont intéressées à l'allélopathie, un processus complexe exécuté par les plantes sur d'autres êtres vivants par la libération des éléments chimiques spécifiques en raison de défense ou de concurrence. Cette interaction réagit différemment en fonction des espèces végétales et des conditions environnementales (Gallet et Pellissier, 2002)

Le pistachier lentisque est l'une des espèces sclérophylles les plus abondantes dans la région méditerranéenne. De par son anatomie et sa physiologie, Il est l'une des espèces les plus tolérantes aussi bien à la sécheresse qu'à la salinité (Vasques et al., 2016). C'est une espèce très riche en

métabolites secondaires (Ait Said et al., 2011) et largement utilisée en médecine traditionnelle et dans le domaine agroalimentaire (Reigosa et al., 2006).

Le caroubier est une autre espèce appartenant au même cortège floristique que le pistachier lentisque. Il est très adapté aux différents types du sol très résistant à la sécheresse (Guns et al., 2013). C'est un grand arbre qui est très apprécié par sa grande productivité en caroube qui est un fruit très apprécié aussi bien par l'homme que par le bétail.

Plusieurs travaux ont été réalisés sur la caractérisation phytochimiques des composés de métabolites secondaires. Toutefois, très peu de travaux ont trait aux effets allélopathiques de ces composés chimiques sur les espèces avoisinantes.

Cette présente étude fait suite au précédent travail réalisé par Haddad (2018) au laboratoire. L'objectif de notre travail est d'étudier les potentialités allélopathiques du pistachier lentisque sur la dynamique de régénération du caroubier, une espèce de la même association que le lentisque en tenant compte du genre des arbres. Aussi, nous envisageons dans cette étude de procéder à certaines mesures biométriques des gousses de caroubier en vue de mieux caractériser cette espèce et aussi de tirer des conclusions pratiques sur les éléments révélateurs d'une meilleure potentialité de régénération de cette espèce.

Ce travail est scindé en quatre chapitres :

- Un premier et deuxième chapitre est consacré à la description des deux espèces étudiées et de l'allélopathie.
- Dans un troisième chapitre, nous avons défini la station d'échantillonnage mais aussi les différentes manipulations et mesures réalisés au laboratoire.
- Un quatrième chapitre qui regroupe les différents résultats obtenus.

Ces résultats sont clairement discutés à la lumière d'autres travaux ayant une relation directe avec notre thématique de recherche.

**CHAPITRE 1 :**  
**GÉNÉRALITÉS SUR**  
**LE LENTISQUE ET**  
**LE CAROUBIER**

## **I. Le Pistachier lentisque (*Pistacia lentiscus* L.) :**

Le pistachier lentisque est un arbuste connu et exploité depuis des milliers d'années par les habitants méditerranéens, cependant voici quelques appellations du lentisque à des langues différentes (S.N.P.N., 1893 ; Midani, 2018) :

- Kabyle : Tidekt, Amadagh
- Arabe d'Algérie : Derou, Dour
- Tunisie : Dherou
- Italien : Lentisco, Sondro, Sondrio
- Français : Arbre au mastic, Pistachier lentisque, Restringe, Lentisque d'Espagne
- Anglais : Mastic, Masticktree
- Espagnole : Lentisco, Charnecacomun

### **1. Répartition géographique :**

Le lentisque est une espèce circumméditerranéenne. En Algérie il se trouve le long des régions côtières, tout au long du Tell et dans les zones forestières (Boukeloua, 2009).

### **2. Systématique et nom commun :** Le pistachier lentisque appartient à la systématique botanique suivante (Lichtfouse, 2020) :

Règne : Plantae  
Embranchement : Spermatophytes  
Classe : Magnoliopsida  
Ordre : Sapindales.  
Famille : Anacardiaceae.  
Genre : *Pistacia*.  
Espèce : *Pistacia lentiscus*

### **3. Botanique :**

Le pistachier lentisque est un arbuste, de 1 à 5 mètres de hauteur, à feuilles persistantes, avec des fleurs mâles et femelles séparées (Ansari et al., 2012), et très courant pour sa richesse en métabolites secondaires et sa forte odeur résineuse (Chaabani, 2020).

#### **Appareil végétatif :**

Les Feuilles sont composées de 6 à 12 petites folioles paripennées (Midani, 2018), de couleur vert foncé, luisantes sur la phase supérieure et plus pâles sur la phase inférieure. Elles sont disposées asymétriquement sur un rachis bordé d'une aile verte. La couleur varie du vert en été au violet en plein hiver, il s'agit d'une adaptation aux basses températures.

Quand l'arbre est jeune, le tronc et les tiges sont rougeâtres, puis deviennent gris au vieillissement. Les ramifications ou les branches sont tortueuses et pressées, formant une masse importante et serrées autour de la tige principale (Stoutah, 2016).



Figure 1 : Jeunes feuilles de *Pistacia lentiscus* (Ouzzir, 2020)

#### **Appareil reproducteur et fruit :**

Le lentisque est une espèce dioïque, la floraison se fait entre le mois d'avril et le mois de juin, et la fructification arrive à maturité en mois de novembre (Midani, 2018). Les fleurs sont des composées apétales, formant des inflorescences axillaires. Les fleurs mâles posées sous forme de chaton, portent cinq petits sépales dont émergent cinq étamines rougeâtres reposant sur un disque nectarifère ; les comparant aux fleurs femelles qui sont posées en forme de grappe, de couleur verdâtre, composées de trois à quatre sépales, un ovaire avec un style court à trois stigmates (Ducatillion, 2010).



Figure 2 : Fleurs de *Pistacia lentiscus* : A) Inflorescences mâles B) Inflorescences femelles (francini-mycologie.com)

Le fruit est une petite drupe de forme globuleuse d'environ 5 millimètres, comestible, de couleur rouge et devient ensuite noire à maturité (Belyagoubi, 2010). La petite drupe renferme un noyau dans lequel on extrait une huile très recherchée de part de ses intérêts médicaux efficaces dans le traitement de certaines maladies exclusivement dangereuses (Ducatillion, 2010).

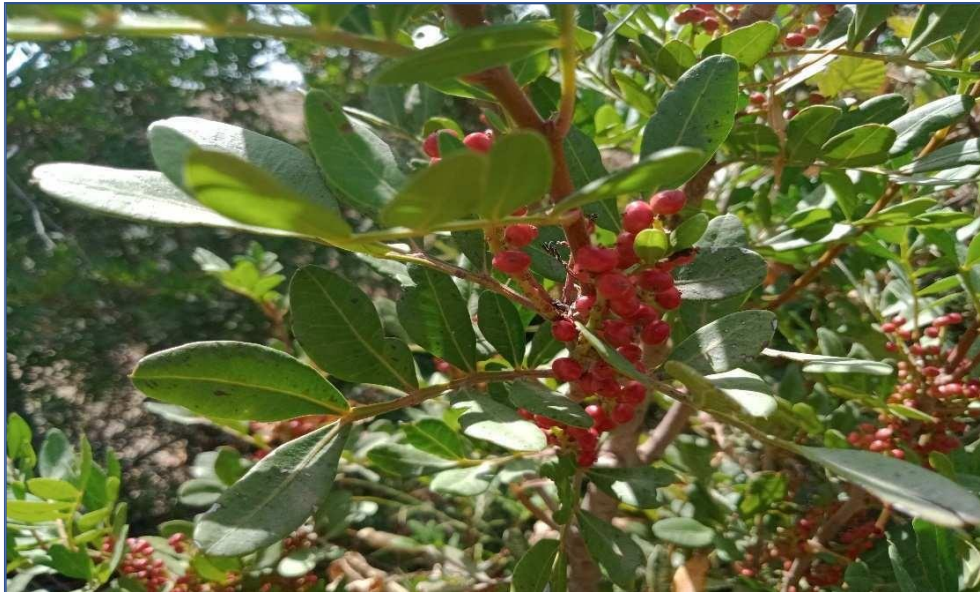


Figure 3 : Fruit immature de *Pistacia lentiscus* (Ouzzir, 2020)

**4. Intérêt de *P. lentiscus* L. :** Le lentisque est une source de production et d'extraction de nombreux produits à différents usages bénéfiques pour l'homme (médecine, industrie pharmaceutique, cosmétique, ...) :

- Le bois : Le bois du lentisque est connu pour sa robustesse et la finesse de sa texture, très apprécié en ébénisterie (Boukeloua, 2009). En parallèle ce dernier occupe le premier rang parmi les combustibles, dont il donne un feu vif qui dure longtemps (tela- botanica.com).
- La résine : Les branches et le tronc exsudent naturellement ou par incision une résine jaune claire fortement aromatique qui durcit au contact de l'air appelée mastic, gomme mastic ou mastic de Chios. Sa production est d'environ 4 à 5 kg par arbuste et par conséquent il est très intéressant sur le plan industriel. L'utilisation de ce mastic remonte à des siècles, il est entré dans la confection d'eau-de-vie, aromatiser certaines confitures, confectionner des pâtes ou des gommes à mâcher parfumées ou pastilles qui furent les douceurs favorites des sultans de l'empire ottoman et des femmes du Moyen-Orient (Boukeloua, 2009). Récemment en médecine, selon Chaviaras, 2006, Le mastic de Chio est utilisé pour contrôler et réguler le cholestérol et la glycémie.



Figure 4 : Mastic de Chios (gastronomiac.com)

- Après distillation du mastic, il est récupéré une essence qui entre dans la confection de parfums, produits cosmétologiques et pharmaceutiques, de vernis de grande qualité recherché par les peintres œuvrant à la peinture à l'huile et aussi dans l'industrie photographique (Boukeloua, 2009).
- De petit fruit noir comestible est extraite une huile qui autrefois était couramment utilisée pour l'alimentation, l'éclairage et elle entrait aussi dans la confection de savons. En Algérie l'huile est produite à l'Est du pays, notamment dans les zones côtières (El Milia, Skikda), où l'espèce est abondante (Boukeloua, 2009).
- L'huile essentielle de lentisque pistachier est obtenue par distillation par entraînement des branches et fleurs. Le rendement est très faible avec 100 kg de plante pour seulement 15 g d'huile essentielle, d'où son prix élevé (Cardena, 2016). Son usage est très vaste surtout en médecine, notamment comme un antioxydant, antimutagène et anti-inflammatoire naturel (Chekir-Ghedira et al., 2006). Utilisée aussi pour lutter contre les hémorroïdes et les problèmes circulatoires comme les varices et le bourdonnement d'oreilles (Cardena, 2016).

## II. Le caroubier (*Ceratonia siliqua* L.) :

Le caroubier, du genre *Ceratonia*, est un arbre typiquement méditerranéen qui peut atteindre une quinzaine de mètres de hauteur en moyenne, et vit très longtemps jusqu'à 500 ans. C'est une espèce originaire du moyen orient, d'un intérêt multiple (Alimentaire, écologique, industriel, ...) (Benmahiou, 2011).

Le mot « caroubier » est nommé kharroube en arabe, tasliroua ou tikida en berbère, caroubier en français et carob tree en anglais, algarrobo en espagnol, carrubo en italien, alfarrobeira en portugais, karubenbaum en allemand, charaoupi en grec et charnup en turc (Sbay, 2008).

### 1. Aire de distribution :

Le caroubier est originaire du moyen orient, très étendue à l'Est de la méditerranée (Turquie, Chypre, Syrie, Liban, Sud de Jordanie, Egypte, Tunisie et Libye) avant d'atteindre les pays de l'Ouest. Il s'est fait propager par les grecques, les espagnols, les berbères, les arabes, jusqu'à ce qu'on le retrouve actuellement plus loin de son milieu d'origine, notamment le continent américain, l'Afrique du sud, l'Australie, l'Inde, l'Iran, et aux Philippines (Sahnoune et al., 2019).

En Algérie, le caroubier est fréquemment cultivé dans l'Atlas Saharien et il est commun dans le tell. On le trouve à l'état naturel en association avec l'amandier, *Olea Europea*, *Pistacia lentiscus* et *Pistacia Atlantica* dans les étages semi-arides chauds, subhumides et humides (Gaouar, 2011).

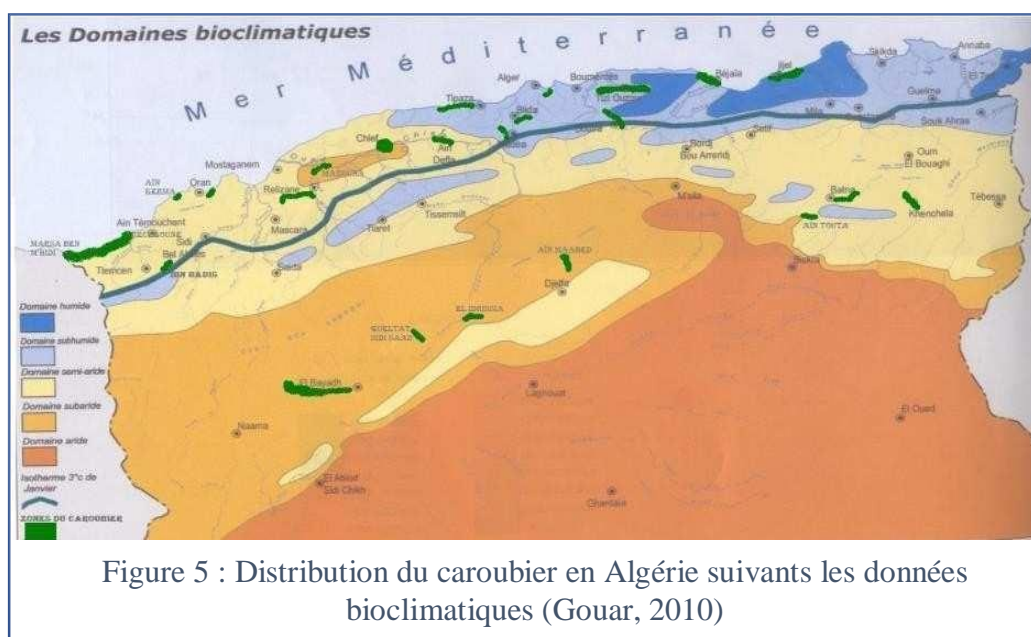


Figure 5 : Distribution du caroubier en Algérie suivants les données bioclimatiques (Gouar, 2010)

## **2. Systématique :**

Le nom latin du genre *Ceratonia* vient du grec *keratia* signifiant « petite corne », en référence à ses caroubes, gousses en forme de cornes à maturité ; et le nom d'espèce, *siliqua*, désigne en latin une silique ou gousse (Sbay, 2008).

Le caroubier appartient à la famille des fabacées ou légumineuses, qui est couramment connue par son pouvoir à la fixation d'azote en association avec des bactéries spécifiques (rhizobiums), en formant un phénomène biologique qu'on appelle la symbiose (Hamdi, 1982).

D'après Sbay, 2008, la classification systématique de l'espèce *Ceratonia siliqua* est comme suit :

Règne : Plantae  
Sous-règne : Tracheobionta  
Division : Magnoliophyta  
Classe : Magnoliopsida  
Sous-classe : Rosidae  
Ordre : Rosales  
Famille : Legumineuses  
Sous-famille : Caesalpinioideae  
Sous-tribu : Ceratoniinae  
Genre : *Ceratonia*

## **3. Botanique :**

Le caroubier est une grande fabacée à feuilles persistantes qui peut atteindre une hauteur de 15 mètres ou plus, et d'une longue durée de vie (jusqu'à cinq siècles). Habituellement c'est une espèce dioïque, avec un rendement du fruit toujours important. Il n'a pas d'exigences particulières vis-à-vis la nature du sol, tolère les sols pauvres, sablonneux, limoneux lourds et rocaillieux, très résistant à la sécheresse mais pas au froid (Sbay, 2008).

### **Appareil végétatif :**

Les feuilles sont composées de 4 à 10 folioles, de couleur vert luisant sur la face dorsale et vert pâle sur la face ventrale ; sont longues (10 à 20 cm), persistantes coriaces, alternes et caractérisées par un pétiole sillonné (Sahnoune et al, 2019). Le caroubier perd ses feuilles en mois de juillet tous les deux ans, et les renouvelle au printemps (Sbay, 2008).

Il possède une écorce lisse de couleur grise au jeune âge, puis brune et rugueuse à l'âge adulte (Gaouar, 2011). L'espèce développe un système racinaire pivotant arrivant à une profondeur de vingt mètres en conditions favorables (Sahnoune et al., 2019)



Figure 6 : Feuilles d'un jeune arbre du caroubier (Ouzzir, 2020)

#### Appareil reproducteur et fruit :

Le caroubier est généralement dioïque, mais il inclue quelques fleurs hermaphrodites, il figure parmi les rares arbres qui fleurit en automne, entre septembre et novembre. L'inflorescence femelle est constituée d'un pistil cylindrique de 6 à 12 mm de long dans lequel se disposent en spirale 17 à 20 fleurs brunâtres. Concernant l'inflorescence mâle, un disque nectarifère volumineux entouré de 5 étamines (Sbay, 2008).



Figure 7 : Fleurs du caroubier : A) Inflorescences femelles (jardin-ecologique.fr) B) Inflorescences mâles (originale)

Le fruit ou la caroube, une gousse indéhiscente qui se développe très lentement (10 à 11 mois), sa longueur varie entre 10 à 30 cm et sa largeur entre 1,5 à 3 cm. Elle est de couleur verte en novembre-décembre, puis brune foncée à maturité en juillet de l'année suivante. Plus de 80% de la gousse s'agit d'une pulpe charnue d'un goût sucré, et le reste du volume est occupé par les graines (10 à 20%) (Sbay, 2008).



Figure 8 : Gousses du caroubier : A) Gousses vertes, B) Gousses mures (gastronomiac.com)

#### 4. Intérêts et utilisations de *C. siliqua* L. :

Le caroubier est d'une utilité cruciale dans les aires de développement depuis la nuit des temps, écologiquement, il est apprécié comme barrière contre la désertification, la lutte contre l'érosion, comme pare-feu et brise vent (Sbay, 2008).

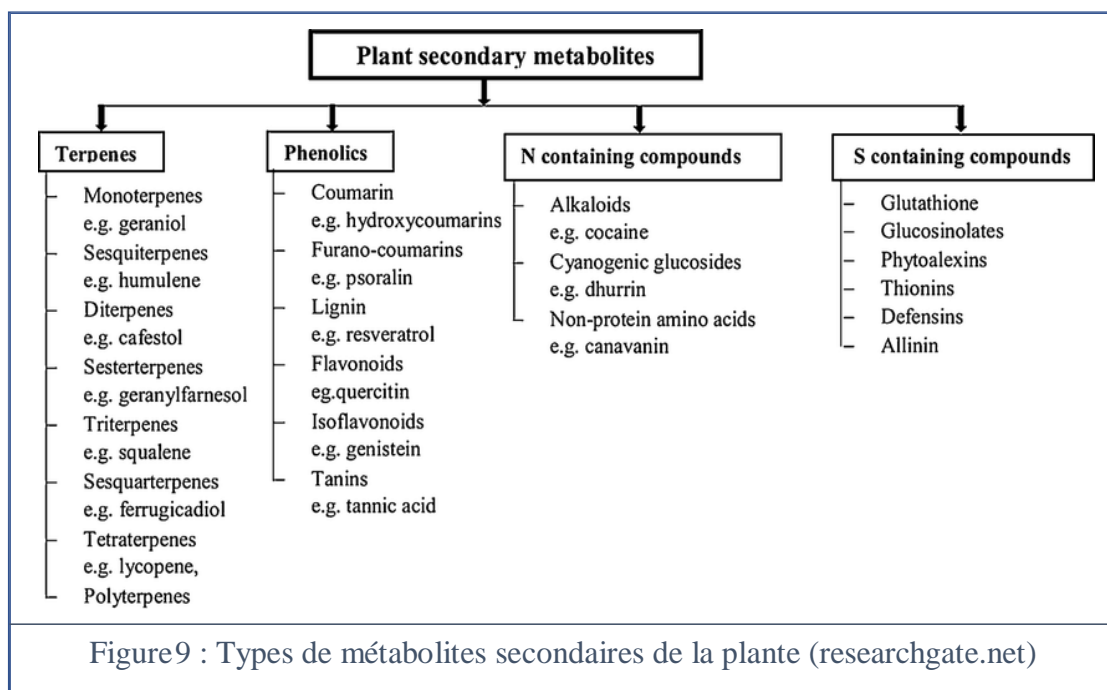
Le fruit est utilisé depuis longtemps comme alimentation de bétails et même humaine. Les graines sont utilisées pour produire de la gomme de caroube, un additif très recherché dans l'industrie agroalimentaire et pharmaceutique (Prajapati et al., 2013). La farine du caroube (Pulpe) est aussi utilisée dans le domaine agro-alimentaire dans la préparation des boissons juteuses, du chocolat, de biscuits, et comme remplaçant de cacao (Gaouar, 2011). L'étude de Ayaz et al. (2007) a démontré que la valeur nutritive du caroube est très riche en sucres, en protéines, en acides phénoliques et en éléments minéraux, notamment le Calcium, le Phosphore et le Potassium.

D'autres parties de l'arbre sont bénéfiques, les fleurs sont exploitées par les apiculteurs pour la production du miel de caroube, ainsi les feuilles sont destinées pour l'alimentation des animaux (Gaouar, 2011). Son bois dur et rougeâtre est apprécié en ébénisterie, pour la fabrication des meubles (Sbay, 2008).

**CHAPITRE 2 :  
GÉNÉRALITÉS SUR  
L'ALLÉLOPATHIE**

### Les métabolites secondaires :

Des composés chimiques spécifiques, synthétisés par les plantes sont impliqués pour plusieurs rôles dans des interactions, ce qu'on appelle les métabolites secondaires. Ces dernières sont des produits chimiques produits par les plantes pour lesquels aucun rôle direct n'a encore été trouvé dans la croissance, la photosynthèse, la reproduction ou d'autres fonctions primaires (Schultz), ils sont probablement des éléments essentiels de la coévolution des plantes avec les organismes vivants (Krief, 2003). Les métabolites secondaires végétaux dépassent actuellement cent mille substances identifiées, appartiennent à trois classes principales : les terpènes (groupe lipidiques), les phénoliques (dérivés glucidiques) et les alcaloïdes (dérivés d'acides aminés) (Ben Amor, 2008), mais ils existent d'autres classifications qu'on peut prendre en observation telle qu'en fonction de leur solubilité et leur composition (Macheix et al., 2005).



### Rôles des métabolites secondaires chez les plantes :

- Favoriser la coopération avec les animaux : Certains métabolites secondaires interviennent dans les mécanismes d'attraction des animaux, nécessaires à la dispersion des graines et des insectes pollinisateurs par l'intermédiaire de couleurs (anthocyanes, caroténoïdes, ...) et d'odeurs (huiles essentielles et différentes substances volatiles) (Krief, 2003).
- Lutter contre la prédation et les attaques des agents pathogènes : Les stades juvéniles

de croissance des plantes sont les formes les plus vulnérables aux différentes attaques, cependant, ce sont souvent ces formes immatures qui produisent des défenses chimiques (Krief, 2003).

- La protection de la plante contre les stress abiotiques : Les flavonoïdes par exemple, protègent la plante contre les rayonnements ultra-violet (Bertrand et al, 2013).
- La concurrence avec les plantes voisines : Libération des éléments chimiques par la plante, afin de dominer le milieu en ce qui concerne l'accès aux nutriments, à la lumière, ou bien inhiber carrément la croissance ou la germination des plantes adjacentes (Krief, 2003). Ce processus de concurrence est connu sous le nom de l'allélopathie. De nombreuses études ont été effectuées ces dernières décennies à propos de cette dernière à cause de sa diversification et complexité d'une espèce à une autre (Santoja, et al., 2019).

### 1. L'allélopathie :

#### a) Etymologie :

Le mot allélopathie est un mot complexe, « allélo » en grec, veut dire les uns des autres, et « pathie » qui signifie « souffrir » (Hashoum, 2017).

#### b) Définition :

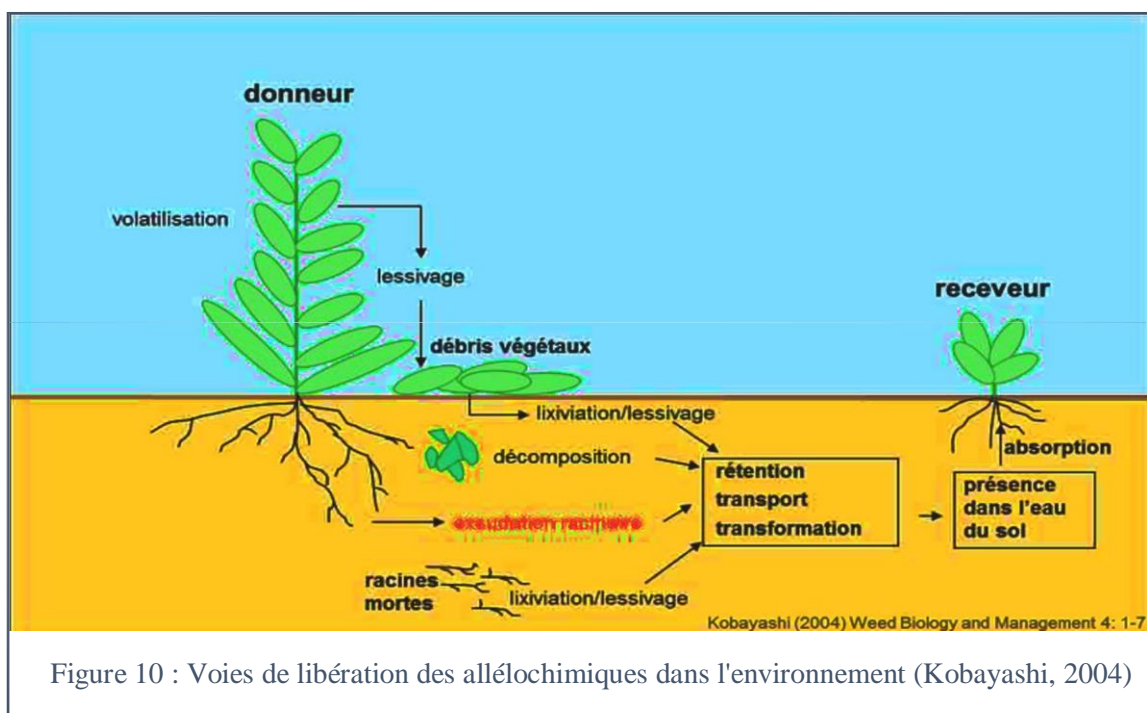
Le terme allélopathie a été proposé pour la première fois par le physiologiste végétale allemand Hans Molish en 1937, pour décrire les interactions entre des espèces végétales différentes faisant intervenir des médiateurs chimiques. Cependant, les bases de l'allélopathie moderne ont été posées par Rice 1984 en la définissant comme « Tout effet direct ou indirect, positif ou négatif, d'un végétal sur un autre, par le biais de composés biochimiques libérés dans l'environnement » (Suty, 2010).

L'allélopathie se définit comme une interférence qu'une plante exerce sur d'autres plantes, avec la production et la libération des composés chimiques toxiques dans l'environnement qui l'entoure (Arroyo A.L., 2018). Ces composés appelés communément « allélochimiques » (Hashoum, 2017), peuvent avoir des effets directs sur la germination, la croissance et la survie en général des plantes voisines, et indirects en modifiant l'activité biologique du sol et influencer sur le processus de l'écosystème (Arroyo, 2018).

Les composés allélochimiques sont une partie de métabolites secondaires, leurs

fonctions est de stimuler ou inhiber la croissance, la santé, le comportement ou la biologie des populations d'organismes voisins (plantes, insectes, microorganismes, etc). On peut les trouver dans plusieurs parties de plantes (feuilles, tiges, racines, rhizomes, graines, fleurs et même les pollens) à des concentrations distinctes (Hashoum, 2017). La voie de libération de ces composés dans l'environnement varie selon les espèces (Hashoum, 2017), on a :

- Pluiolessivats : Les eaux d'égouttement traversant le feuillage et les eaux d'écoulement le long des troncs et les tiges des plantes amènent avec eux des composés chimiques qui peuvent inhiber la croissance de la végétation sous la plante.
- La volatilisation à partir des parties vertes d'une plante.
- La décomposition de la matière végétale morte et de la litière en forêt.
- Les exsudats racinaires.



### c) Facteurs qui influencent sur l'allélopathie :

De nombreux facteurs peuvent influencer la production des substances allélopathiques par les plantes sources. Ils sont divisés en deux principales classes, les facteurs abiotiques (Température, lumière, sol, ...) et biotique (Cycle biologique, compétition, agents pathogènes, ...) (Hashoum, 2017).

Premièrement en parlant des facteurs abiotiques, les caractéristiques physico-chimiques du sol jouent un rôle majeur dans le type et la quantité d'allélochimiques libérés, des études ont démontré que les plantes qui se développent dans des environnements riches en nutriments ont tendance à avoir une production d'allélochimiques inférieure à celles qui se développent sur des sites pauvres en éléments nutritifs, ce qui explique d'un autre point de vue ces éléments se libèrent principalement sous des conditions défavorables (Hashoum, 2017).

Les facteurs climatiques peuvent ainsi avoir des impacts sur les propriétés allélopatiques. Les radiations lumineuses affectent les plantes en fonction de leur longueur d'onde, leur intensité et de la photopériode. Les stress hydriques et thermiques peuvent augmenter la production des composés allélochimiques et altérer leurs propriétés phytotoxiques (Hashoum, 2017). Chez le sorgho par exemple il a été observé une augmentation de l'ordre de 75 % des stocks de glycogènes cyanogéniques sous conditions de stress hydrique (Doré et al., 2004).

Au deuxième point, les facteurs biotiques jouent principalement aussi un rôle important dans la nature des composés allélochimiques libérés. La production de ces composés est génétiquement contrôlée, ce qui explique que le code génétique est le premier point de départ des facteurs biotiques influençant l'allélopathie, autrement dit, la variabilité du code génétique d'une espèce à une autre est également une richesse d'allélochimiques dans la nature (Hashoum, 2017). Les études de Fernandez et al. (2009) ont déduit que cette production pourrait aussi varier selon le type d'organes et le stade phénologique des plantes sources. Une autre étude *in situ* a révélé que la teneur du sorgho en acides phénoliques chute d'une façon très nette 28 jours après la levée, puis augmente jusqu'à l'épiaison pour atteindre les concentrations de début de végétation (Doré et al., 2004).

# CHAPITRE 3 : MATÉRIEL ET MÉTHODES

Notre travail a pour objectif d'étudier les effets allélopatiques de l'espèce source : le lentisque, sur la dynamique de régénération d'une autre espèce partageant habituellement le même milieu de vie, le caroubier dans la station de Makouda. Le pistachier lentisque est une espèce dioïque, l'effet genre a été donc pris en considération dans cette étude comme facteur prépondérant. Aussi, nous nous sommes intéressés dans cette étude à la caractérisation de quelques paramètres biométriques des gousses et des graines du caroubier afin de mettre en évidence d'éventuelles corrélations entre la viabilité des graines de cette espèce avec d'autres paramètres biométriques.

### **1. Site d'échantillonnage :**

L'échantillonnage est réalisé Au niveau d'un endroit appelé El-Maden situé au Nord-Est de la commune de Makouda et à 8 Km du chef-lieu. Makouda est une commune située dans la partie Nord-Ouest de la wilaya de Tizi-ouzou, faisant partie de la chaîne montagneuse de la Kabylie maritime avec une superficie de 57,43 Km<sup>2</sup>. Elle est délimitée du Nord par la commune de Mizrana, à l'Est par Boudjima, au sud, la commune d'Ait-Issa-Mimoun et Sidi-Naamane et à l'Ouest Afir, une commune de la wilaya de Boumerdes (Kifouche et al, 2016).



Figure 10 : Carte géographique de la région de Makouda indiquant la station d'échantillonnage (Source : Google maps 2020)

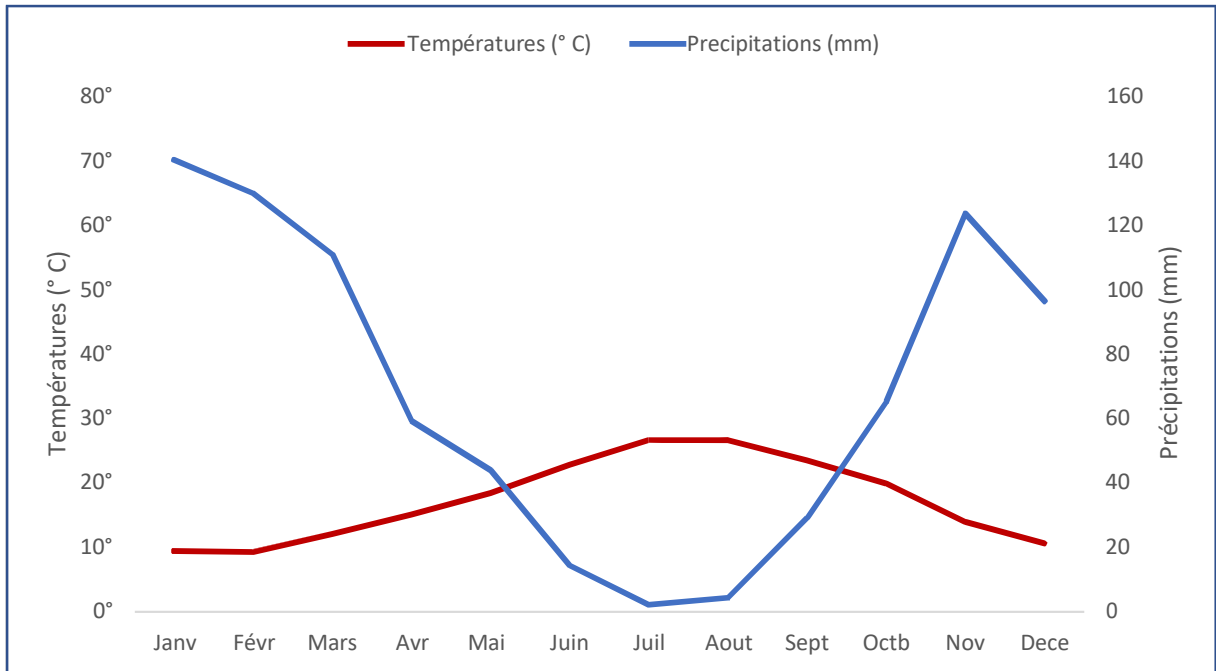


Figure 11 : Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen de la région de Makouda entre 2012 et 2019 (source : ONM T-O, 2020)

L'analyse du diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen (1953) révèle que la région de Makouda est caractérisée par une période de sécheresse d'environ 4 mois. Elle s'étale du mi-Mai jusqu'à mi-Septembre, tandis qu'à la période humide, de mois d'Octobre jusqu'au mois de Mai (Figure 11).

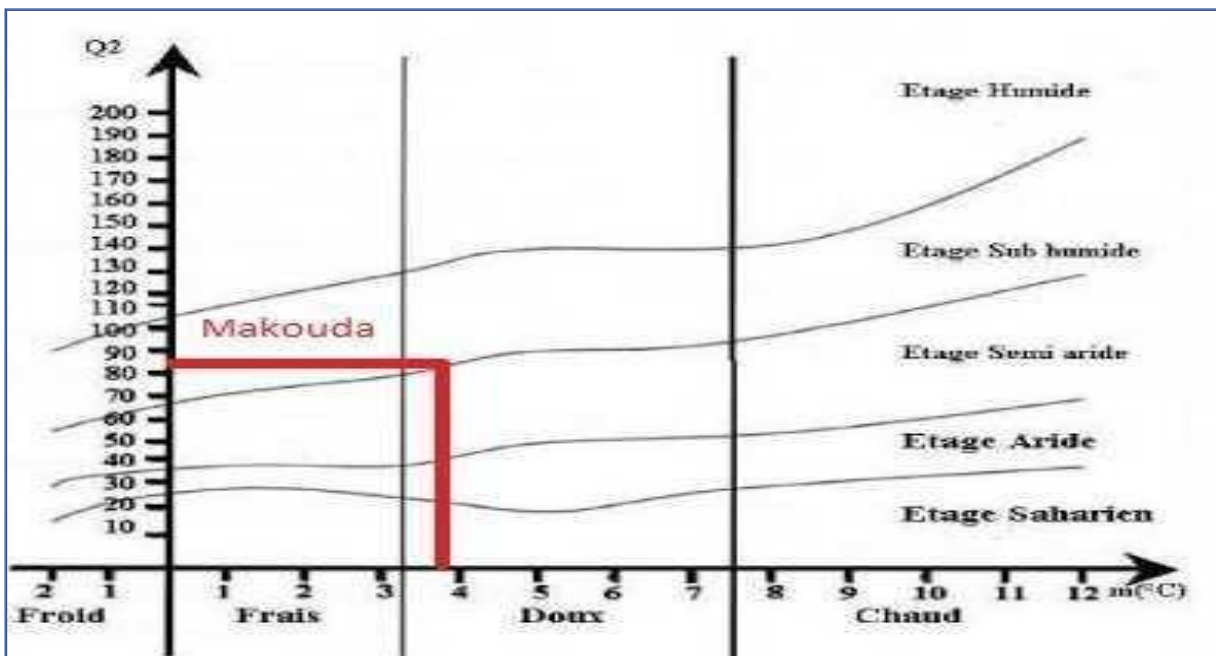


Figure 12 : Station de la région de Makouda sur le climagramme d'Emberger durant la période 2012 -2019

En se basant sur le climagramme d'Emberger, la région de Makouda est située dans l'étage bioclimatique subhumide à hiver doux (Figure 12).

## **2. Prélèvement d'échantillon :**

Dans cette étude nous avons échantillonné des feuilles matures des arbres mâles et femelles du lentisque, une espèce source riches en métabolites secondaires (Ait Said et al., 2011 ; Djedaia, 2017)

Concernant l'espèce cible, nous avons choisis le caroubier qui est une espèce appartenant au même cortège floristiques que le lentisque. Sur cette espèce, nous avons prélevé dans un seul arbre, au dernier stade de fructification et d'une manière aléatoire des gousses matures pour des études biométriques et de germination.

Les branches des deux sexes appartenant au lentisque sont séchées séparément sous une température ambiante et à l'abri de la lumière pour éviter la photo-oxydation des composés chimiques contenus dans les feuilles. Après séchage nous avons d'abord prélevé les feuilles à la main puis conservé dans des sacs jusqu'à leur utilisation.

## **3. Préparation des solutions :**



Figure 13 : Broyage des feuilles sèches de lentisque avec un broyeur électrique

Les feuilles sont finement broyées à l'aide d'un broyeur électrique en utilisant le tamis le plus fin. Les broyats obtenus sont stockés dans des sacs en papiers étiquetés pour ensuite être utilisée dans la préparation des différents macérats.

La préparation des solutions sont faites au laboratoire à une température ambiante (23°C à 27°C). La manipulation au laboratoire nécessite la présence du matériel pour assurer la précision et l'évidence du travail et des résultats ; pour cela on a utilisé le matériel suivant :

- Balance de précision
- Fioles jaugées
- Bêchers
- Pipette
- Agitateur magnétique
- Entonnoirs
- Papier filtre
- Papier Aluminium

Pour la préparation des solutions, nous nous sommes inspirés des travaux antérieurs réalisés dans le laboratoire en l'occurrence celui réalisé par Haddad (2018). Cette dernière a conclu dans son étude que quel que soit la concentration des macérats foliaires du lentisque utilisés, aucune différence significative n'est enregistrée sur le taux de germinations des graines de l'espèce cibles, le caroubier. Par conséquent, dans notre étude nous avons choisi une concentration de 5% pour les différentes solutions utilisée (5 grammes de broyat foliaire dans un volume de 100 ml d'eau).

Dans notre cas, afin d'avoir la quantité nécessaire de la solution, nous avons pensé à multiplier ces chiffres par 10, c'est-à-dire 50 grammes de broyat dans un volume d'un litre d'eau. Pour cela, à l'aide d'une balance de précision nous avons pesé 50 g du broyat foliaire dans un bécher qui sera ajusté avec de l'eau jusqu'à avoir le volume de 1000 ml. Les solutions préparées sont ensuite mises à agitation magnétique durant 120 minutes du temps à une vitesse maximale.

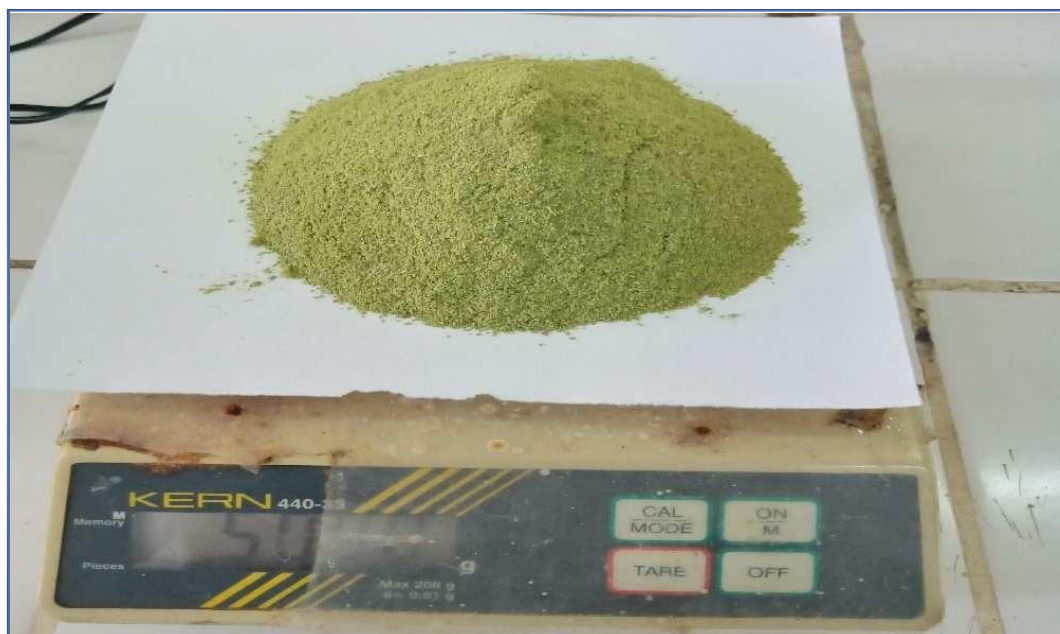


Figure 14 : Mesure de la quantité de broyat foliaire avec une balance de précision

Après nous avons laissé le mélange se décanter dans un réfrigérateur (6° C) dans des fioles bien enfermées et couvertes avec du papier Aluminium pendant environ 12 h. Par la suite les deux mélanges sont filtrés à l'aide du papier filtre (papier Whatman). L'étape de filtration était lente, elle a pris environ 4 h du temps, pour obtenir enfin une solution homogène sans particule en suspension.

Les solutions obtenues sont conservées au frais (6° C) dans des fioles étiquetées, couvertes avec du papier aluminium.



Figure 15 : Filtration des macérats préparés avec du papier filtre

#### **4. Tests de germination :**

Nous avons prélevé les graines du caroubier contenus dans les gousses à l'aide d'un couteau puis stockés dans un sac en papier jusqu'à leur utilisation.

Pour vérifier la viabilité des graines, nous avons trempé ces dernières dans un bac d'eau pendant 24 heures (test densimétrique). Les graines flottant sont systématiquement éliminés du lot.

Les graines de caroubier retenues pour notre étude ont subi une scarification mécanique à l'aide d'un petit coupe-ongle, pour faciliter leur imbibition (Pérez-Garcia, 2009).

La mise à germination des graines de caroube est réalisée dans des boîtes de Pétri d'un diamètre de 9 cm, avec deux feuilles de papier absorbant à l'intérieur. 3 modalités sont appliquées : graines arrosées avec de l'eau (Témoin), graines arrosées avec des macérats des

feuilles mâles de lentisque (M) et enfin des graines de caroubier arrosées avec des macérats foliaires des pieds femelles de lentisque (F). Pour chaque modalité, nous avons retenus 5 réplicas (boîtes de Pétri) à raison de 10 graines par boîte soit un total de 50 graines par traitement. Nous avons suivi l'évolution germinative de ces graines pendant 10 jours (Martins-Loução et al., 1996)

Pour chaque boîte de Pétri, nous avons mesuré les variables suivantes :

- Taux Moyen de germination des graines TG (%),  
$$TG (\%) = \frac{\text{Nombre de graines germées} \times 100}{\text{Nombre total des graines}}$$
- Temps Moyen de germination TMG (j)  
$$TMG = \frac{n_1 t_1 + n_2 t_2 + \dots + n_n t_n}{N}$$

Avec,  $n_1$  : Nombre de graines germées entre le temps 0 et  $t_1$
- Longueur moyenne hypocotylaire au 8<sup>ème</sup> jour de l'expérimentation (mm)  
$$Lh = \frac{Lh_1 + Lh_2 + \dots + Lh_n}{N}$$

Avec,  $Lh_1$  : Longueur hypocotylaire de la graine 1  
 $N$  : Nombre total des graines germées
- Longueur moyenne radriculaire au 8<sup>ème</sup> jour de l'expérimentation (mm)  
$$Lr = \frac{Lr_1 + Lr_2 + \dots + Lr_n}{N}$$

Avec,  $Lr_1$  : Longueur radriculaire de la graine 1  
 $N$  : Nombre total des graines germées
- Ces cinétiques de germination (j)

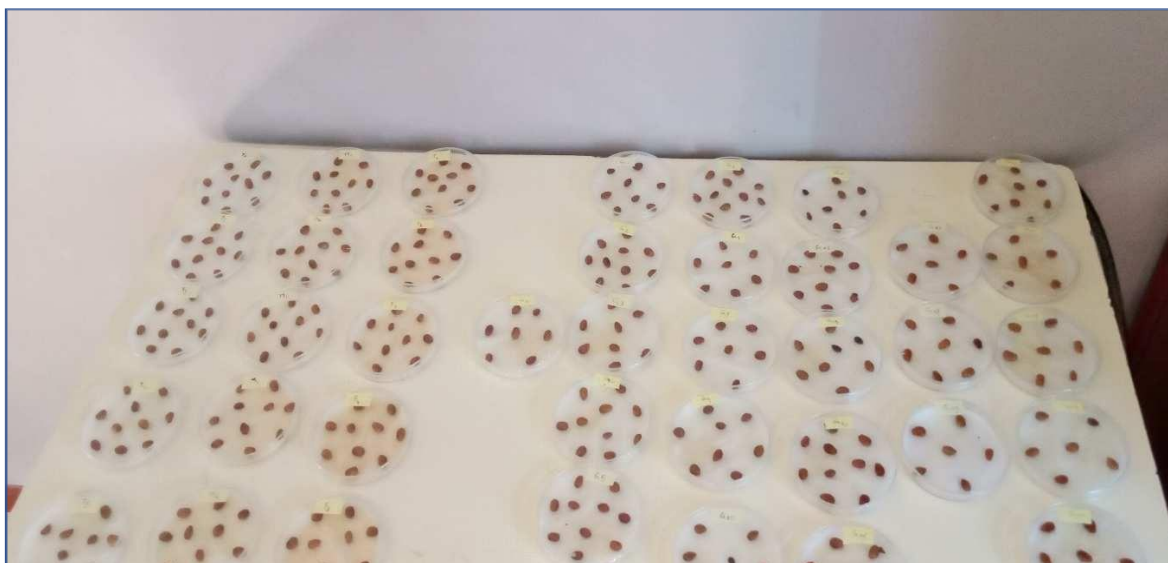


Figure 16 : Mise à germination des graines du caroubier

**5. Mesures des paramètres biométriques :**

En parallèle, nous avons échantillonné 20 gousses pour des mesures biométriques. Sur ces gousses, nous avons mesuré à l'aide d'un pied coulisse la longueur (LG), la largeur (IG) et l'épaisseur des gousses (EG). Aussi, nous avons mesuré à l'aide d'une balance de précision le poids de gousses (PG), le poids de la pulpe (PP), le poids total des graines (PG) et le poids moyen des graines (PMG). Nous avons aussi dénombré le nombre total de graines (NG) contenus dans chaque gousse et avons testé leurs viabilités (TG)

L'analyse statistique des données est traitée à l'aide d'un logiciel qui s'appelle « R ».

**CHAPITRE 4 :  
RÉSULTATS ET  
DISCUSSION**

## I. Résultats :

### 1. Taux de germination :

Les résultats des analyses statistiques révèlent une différence significative du taux de germination. Le témoin et les femelles enregistrent des taux moyens de germination les plus élevés avec 96%. Ces taux sont différents des mâles dont la valeur moyenne est de 78% (Figure 18).

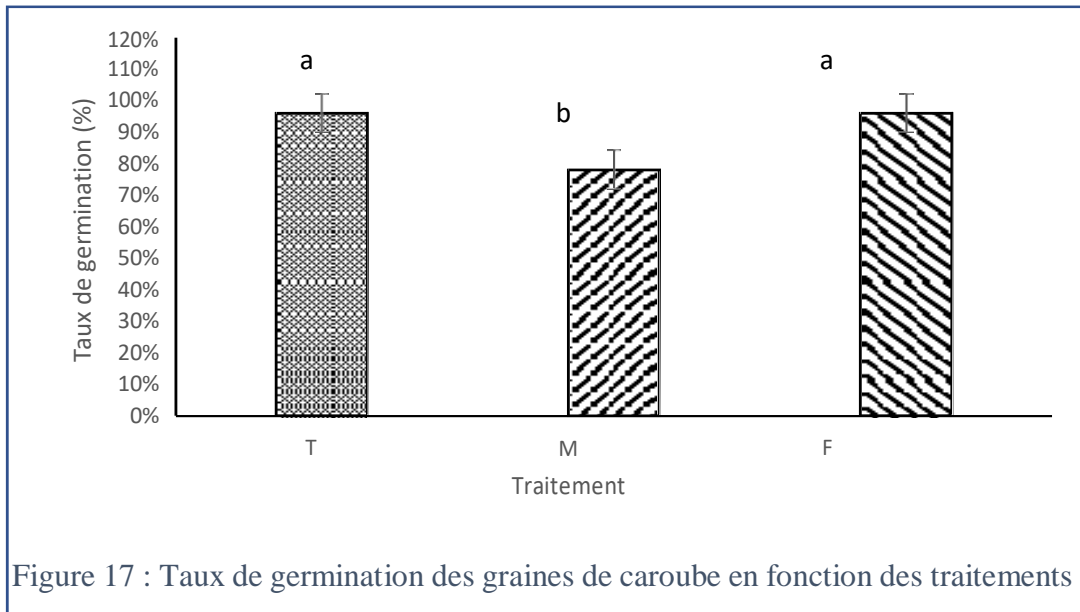
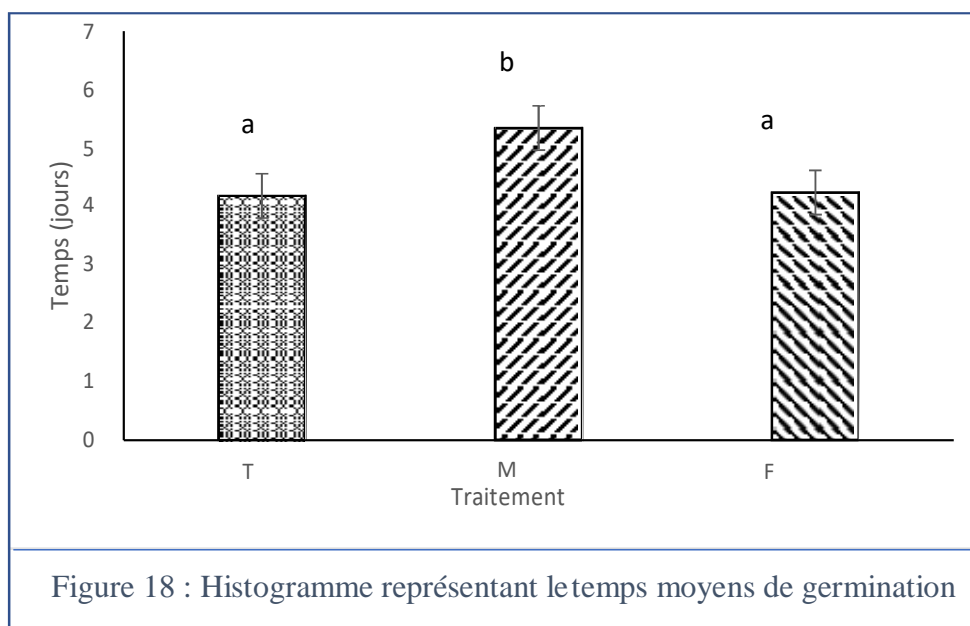


Figure 17 : Taux de germination des graines de caroube en fonction des traitements

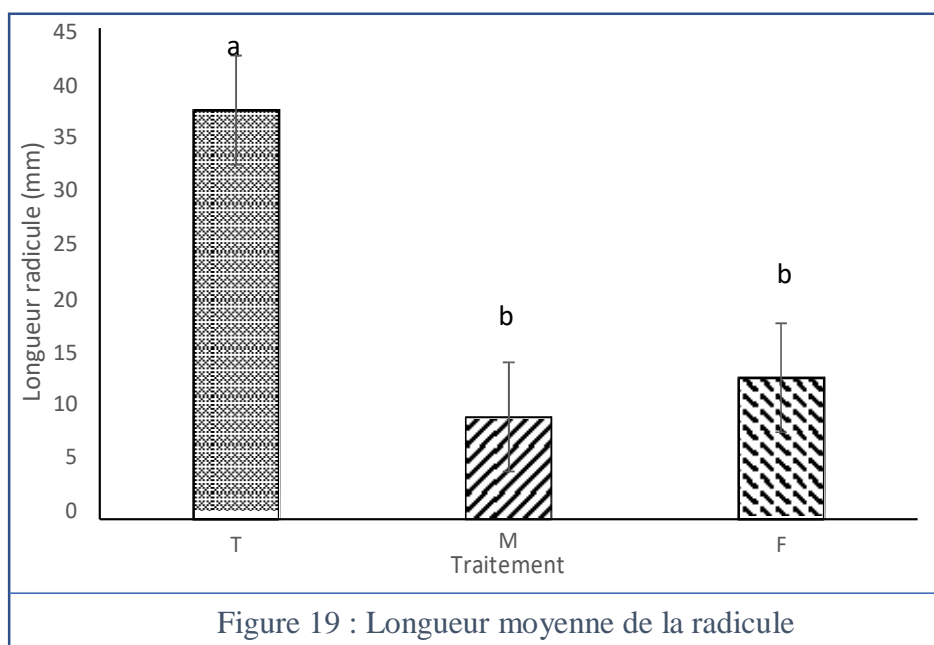
### 2. Temps moyens de germination :

Il ressort des résultats obtenus de l'analyse de la table des variances, que le temps moyen de germination des graines témoins et celles arrosées avec le macérat des pieds femelles diffère significativement du TMG enregistré par le traitement mâle. Le témoin et les femelles présentent des temps moyens de germination plus réduits avec une différence non considérable, sont respectivement de 4,1 et 4,2 jours. Concernant le mâle, il enregistre un temps plus élevé avec 5,3 jours (Figure 19).



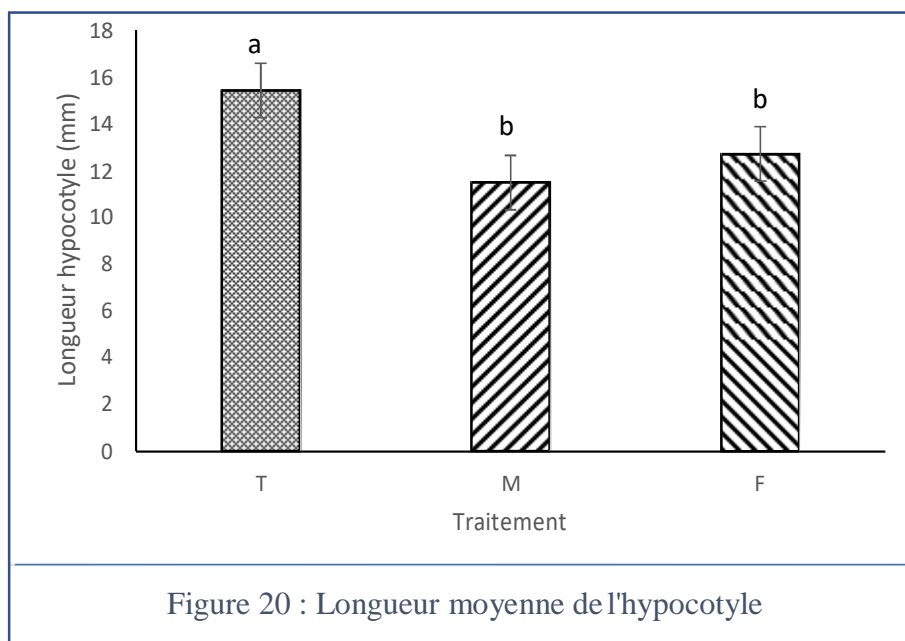
### 3. Longueur racinaire :

Les résultats collectés des analyses statistiques sur la longueur de la racicule des graines germées, montrent une différence très hautement remarquable. Nous enregistrons un développement racinaire très important chez le témoin, dont il atteint les 37,5 mm en moyenne. Contrairement aux graines traitées par les solutions mâles et femelles, ils présentent des longueurs moyennes bien inférieures à celle du témoin, avec 9,4 et 13 mm respectivement (Figure 20).



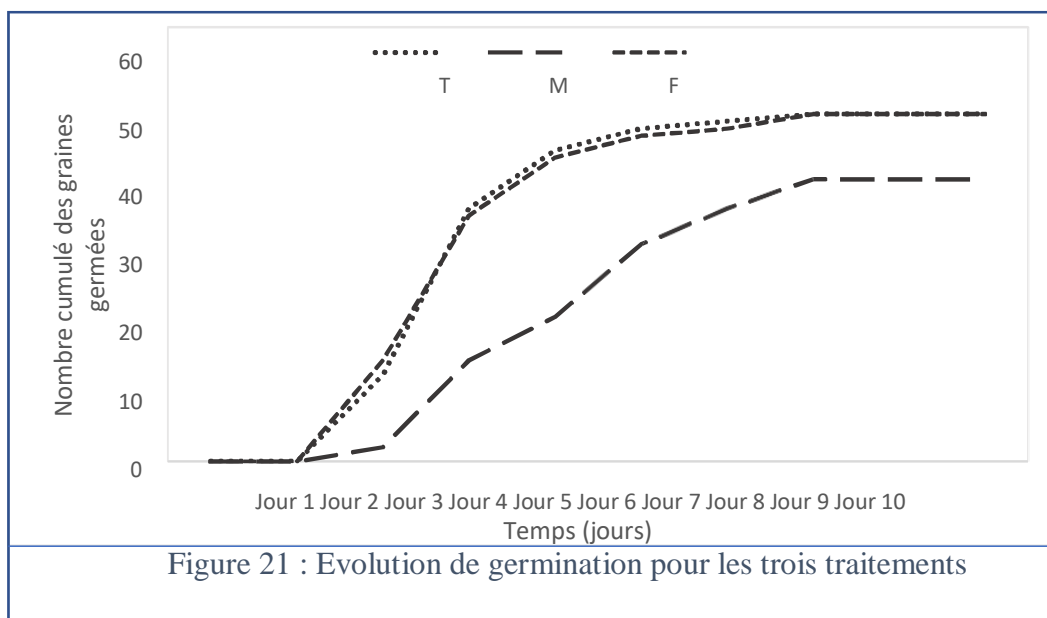
#### 4. Longueur de l'hypocotyle :

L'étude statistique démontre que la longueur de la partie aérienne des graines germées est très variable, et présente une différence très hautement significative entre les trois traitements. Le témoin représente le meilleur résultat avec une longueur moyenne de 15,4 mm, suivis du traitement arrosé par le macérât des feuilles femelles avec 12,7 mm et 11,5 mm pour le mâle au dernier rang (Figure 21).



#### 5. Cinétique de germination :

L'analyse de la cinétique de germination (Figure 21) nous révèle chez le témoin et femelle ne montre aucune différence. Elle débute à partir du 3<sup>ème</sup> jour et atteint 48 graines au 8<sup>ème</sup> jour. Pour la modalité mâle, ce débute en retard (4<sup>ème</sup> jour) et évolue lentement, avec un taux maximal inférieur comparé aux précédents (39 graines)



**6. Paramètres des gousses :**

Après avoir analysé les résultats biométriques des différents paramètres de la gousse, la matrice de corrélation ci-dessous nous démontre les différentes corrélations entre ces paramètres.

	LG	IG	EG	PG	PP	NG	PGr	PMG	TG
LG	1.0000	0.1398	-0.0027	0.7446	0.6672	0.4780	0.5502	0.3655	0.0445
IG	0.1398	1.0000	0.2938	0.4375	0.4382	0.0123	0.1886	0.5370	0.2353
EG	-0.0027	0.2938	1.0000	0.3551	0.4429	-0.2880	-0.2436	-0.0130	0.0018
PG	0.7446	0.4375	0.3551	1.0000	0.9722	0.3223	0.4519	0.4987	0.2288
PP	0.6672	0.4382	0.4429	0.9722	1.0000	0.1016	0.2335	0.4075	0.2059
NG	0.4780	0.0123	-0.2880	0.3223	0.1016	1.0000	0.9490	0.2805	-0.0262
PGr	0.5502	0.1886	-0.2436	0.4519	0.2335	0.9490	1.0000	0.5659	0.1679
PMG	0.3655	0.5370	-0.0130	0.4987	0.4075	0.2805	0.5659	1.0000	0.5827
TG	0.0445	0.2353	0.0018	0.2288	0.2059	-0.0262	0.1679	0.5827	1.0000

Tableau 1 : Table de la matrice de corrélation des différents paramètres de la gousse

Les résultats de la matrice (Tableau 1) révèlent une corrélation positive entre LG, PG et PP (0.74 et 0.66 respectivement). Nous avons également enregistré une corrélation significativement positive entre le poids de la gousse et le poids sa pulpe (0.97) et entre le nombre des graines et leur poids (0.94). Ainsi nous remarquons que le taux moyen de germination des graines est bien corrélé positivement avec leur poids (0.58).

## **II. Discussion :**

Les résultats du taux moyen de germination obtenus chez le témoin (96%) est nettement supérieur à ceux obtenus par Haddad (2018) dans les stations de Bainem et Tizi Gheniff et qui sont respectivement de l'ordre de 90% et 60%. Cette différence serait due à l'effet de la saison ou à l'effet station.

Le prétraitement des graines avec une scarification mécanique semble être la technique qui donne les meilleurs taux de germination (99%) comparée au prétraitement avec de l'acide sulfurique (88%) ou avec de l'eau chaude (80%) (Pérez-García, 2009 ; Gunes et al., 2013).

Aucune différence significative du taux moyen de germination des graines du caroubier n'est enregistrée entre le témoin et les graines arrosées avec les extraits des macérats foliaire obtenus des pieds femelles du pistachier lentisque (96%). Cependant, les graines du caroubier arrosées avec les macérats foliaires des pieds mâles du pistachier lentisque montrent le taux moyen de germination significativement le plus faible (78%) avec un retard du temps moyen de leur germination.

Cette différence enregistrée des effets allélopathiques entre les pieds mâles et femelles du pistachier lentisque sur la régénération du caroubier pourrait s'expliquer par une différence soit dans leur composition chimique en métabolites secondaires ou soit dans les teneurs en ces composés. La dynamique de régénération du caroubier est essentiellement modulée par les macérats des pieds mâles du lentisque, qui synthétise forcément des allélochimiques soit en quantité importante ou inexistantes chez les pieds femelles. En effet, une étude faite chez une autre espèce dioïque appartenant au même genre que le pistachier lentisque, à savoir, le pistachier de l'Atlas a montré que chez cette espèce, la composition en huiles essentielles est significativement différente tant sur le plan qualitatif que sur le plan quantitatif entre les pieds mâles et les pieds femelles (Gourine et al., 2010).

La synthèse des métabolites secondaires est en grande partie dépendante de la photosynthèse. En plus du dimorphisme sexuel longuement débattu par plusieurs auteurs (Martinez-Pallé et Arone, 2000 ; Zahoueh et al., 1991, Vega-Frutis et al., 2014), d'autres travaux ont clairement mis en avant des différences significatives des activités photosynthétiques entre les pieds mâles et femelles de *P. lentiscus* L. (Ait Said et al, 2011). Les mâles ont une meilleure capacité de fixation de CO<sub>2</sub> (Correia et Diaz Barrada, 2000). Pour compenser leur faible capacité photosynthétique, les femelles développent des stratégies adaptatives en gardant plus longtemps les feuilles âgées comme c'est le cas chez le pistachier lentisque (Jonasson et al., 1997) ou en augmentant leur surface foliaire comme c'est le cas chez *Siparuna grandiflora* (Nicorta et al., 2003).

Ces différences physiologiques sont dépendantes du stade phénologique de la plante. En stade de reproduction, les arbres femelles doivent allouer plus de ressources pour leur reproduction notamment dans le développement et la maturation des fruits. Ces résultats corroborent ceux réalisés sur *P. lentiscus* (Jonasson et al., 1997), *P. terbeinthus* (Zahoueh et al., 1991), *Corema album* (Zunzunegui et al., 2006), et *Siparuna grandiflora* (Nicorta et al., 2003). Cependant, dans certains cas, la reproduction réduit l'intensité de la photosynthèse chez les femelles (Sánchez-Vilas et Retuerto, 2011). Ces efforts de reproductions sont quantifiés et peuvent être 3 fois plus élevés chez les arbres femelles comparés aux mâles comme indiqué chez *P. terebinthus* (Zahoueh et al., 1991) et *Corema album* (Zunzunegui et al., 2006). Cependant, ces derniers investissent plus dans la floraison comparée aux femelles chez le lentisque (Milla et al., 2006).

L'action des allélochimiques contenues dans les macérats foliaires des pieds mâles et femelles du pistachier lentisque semblent moduler la dynamique de régénération du caroubier en réduisant significativement la croissance racinaire et hypocotylaire des graines de caroubier comparées à celles du témoin dont les croissances sont les plus importantes et sont respectivement de l'ordre de 37,5 et 15,4 mm. La même tendance a été signalée par Santoja et al. (2019) dont leur étude a bien révélé que la germination et la croissance des deux espèces cibles *Lactuca sativa* et *Linum strictum* est réduite par la présence de *Pinus halepensis*, une espèce très connue pour sa richesse en métabolites secondaires. Cette espèce semble avoir un champ d'action très large en contrôlant la germination de certaines espèces à savoir *Linum strictum*, *Reichardia picroides*, *Salvia verbenaca*, *Trifolium stellatum*, *Arabis hirsuta* et *Avena barbata*. Cette action de *P. halepensis* semble être différente qu'elle soit en situation contrôlée ou *in situ* en présence des microorganismes dans le sol (Fernandez et al., 2003). Cette action allélopathique est aussi dépendante de l'organe et de son stade de développement (Fernandez et al., 2009, Zribi, et al., 2014).

Nous avons tenté de faire des corrélations entre les différentes mesures faites sur les gousses et les graines de caroubes échantillonnées dans la région de Makouda et ceci en vue de faciliter aux sélectionneur le choix des graines qui sont les plus viables en se basant sur la viabilité des graines semble être en relation directe avec leurs poids. Des résultats similaires ont été obtenus chez d'autres espèces. En effet, les plantules issues des graines de taille et poids importants manifestent un taux de germination et de croissance plus élevé (Abd El Rehman et al., 1986 ; Tripathi et al., 1990 ; Zhang, 1993). D'autres études ayant trait aux caractéristiques morphologiques de plusieurs variétés de caroube et réalisées au Liban par Haddarah et al. (2013) ont révélé des corrélations significatives entre la longueur, le poids de la gousse et le nombre des graines contenus. De cette manière, une gousse longue et lourde est un indice d'un

#### ***Chapitre 4 : Résultats et discussion***

nombre de graines élevé. Cependant, il est important de prendre en compte ces caractéristiques pour améliorer le rendement et la qualité nutritive de ce fruit.

# CONCLUSION

Le pistachier lentisque s'avère une potentielle espèce source qui peut influencer de près la dynamique de régénération d'une autre espèce du même cortège floristique, le caroubier. Ces effets allélopathiques contenus dans les macérats foliaires sont spécifiques au genre. L'action des allélochimiques agit à plusieurs niveaux depuis les premiers stades jusqu'aux stades tardives de la germination notamment en influant négativement sur la croissance de la partie aérienne et racinaire des plantules.

Les dimensions des gousses notamment leur taille sont fortement corrélée avec son poids et le nombre des graines contenues. La viabilité de la graine qui dépend directement de son poids serait un excellent critère pour la sélection des graines à forte potentiel de germination.

### **Perspectives :**

Les macérats foliaires du lentisque ont montré des influences allélochimiques sur certains paramètres de germination (taux et temps moyen de germination, taille de la radicule et de l'hypocotyle), il serait donc intéressant de procéder aux analyses chimiques de ces composés pour mettre en évidence lesquels agissent en allélopathie.

Les composés allélochimiques proviennent en grande partie de la photosynthèse. Leur synthèse est nettement modulée par d'autres facteurs biotiques et abiotiques. Il serait intéressant de tenir compte d'autres facteurs, à savoir l'âge des feuilles, la saison et la nature chimique du sol pour les prochaines études.

Les mesures des différents paramètres biométriques sur la gousse du caroubier ont révélé des résultats intéressants, néanmoins il serait recommandé de faire ces mesures sur plusieurs arbres ou même plusieurs provenances pour avoir une meilleure fiabilité des corrélations.

**RÉFÉRENCES  
BIBLIOGRAPHIQUES**

## **Références bibliographiques :**

1. **Abd El Rehman N., Bourdu R., 1986.** Effet de la taille et de la forme des graines sur quelques caractéristiques du développement du maïs au stade jeune, *Agronomie*, 6 : 181-186.
2. **Abdelwahed A., Bouhleb I., Skandrani I., Valenti K., Kadri M., Guiraud P., Steiman R., Mariotte A., Ghedira K., Laporte F., Dijoux-Franca M., Chekir- Ghedira L., 2007.** Study of antimutagenic and antioxidant activities of Gallic acid and 1,2,3,4,6-pentagalloylglucose from *Pistacia lentiscus* Confirmation by microarray expression profiling, *Chemico-Biological Interactions*, 165 : 1–13.
3. **Ait Said S., Fernandez C., Greff S., Torre F., Derridj A., Gauquelin T., Mevy J-P., 2011.** Inter-population variability of terpenoid composition in leaves of *Pistacia lentiscus* L. from Algeria : A chemioecological approach, *molecules*, 16 : 2646-2657.
4. **Ansari S.h., Nahida, Siddiqui A.N., 2012.** *Pistacia Lentiscus* : A review on phytochemistry and pharmacological properties, *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, 4 : 16-20.
5. **Bammou M., Daoudi A., Slimani I., Najen M., Bouamrine E., Ibijbijen J., Nassiri L., 2014,** Valorisation du lentisque « *Pistacia Lentiscus* L. » : étude ethnobotanique, screening phytochimique et pouvoir antibactérien, *Journal of applied Bioscience*, 86 : 7966-7975.
6. **Belyagoubi F., 2010.** Contribution à l'étude phytochimique et activité antiaxydante des extraits des huiles des fruits mûrs de *Pistacia atlanta* Desf et *Pistacia lentiscus* L., Mémoire d'obtention du diplôme de Master, 69 p.
7. **Ben Amor B., 2008.** Maitrise de l'aptitude technologique de la matière végétale dans les opérations d'extraction de principes actifs, texturation par détente instantanée contrôlée, Thèse d'obtention du diplôme de doctorat, 207 p.
8. **Benmahioul B., Kaïd-Harche M., Daguin F., 2011.** Le caroubier, une espèce méditerranéenne à usages multiples, *forêt méditerranéenne*, 1 : 1-8.
9. **Bertrand C., Andren V., 2013.** Caractéristiques et intérêts des préparations à base de plantes, 27 p.
10. **Boucoiran L., 1875.** Dictionnaire analogique et étymologique des idiomes méridionaux qui sont parlé depuis Nice jusqu'à Bayonne et depuis Pyrénées jusqu'au centre de la France, 1344p.

11. **Boukeloua A., 2009.** Caractérisation botanique et chimique et évaluation pharmacotoxicologique d'une préparation topique à base d'huile de Pistacia Lentiscus L. (anacardiaceae), Thèse d'obtention du diplôme de Magister, 108 p.
12. **Cardenas J., 2017.** Huile essentielle de lentisque pistachier, doctissimo.fr [en ligne], <https://www.doctissimo.fr/sante/aromatherapie/guide-huiles-essentielles/huile-essentielle-de-lentisque-pistachier> (consulté le 05/09/2020).
13. **Chaabani E., 2020.** Eco-extraction et valorisation des métabolites primaires et secondaires des différentes parties de Pistacia lentiscus, Thèse d'obtention du diplôme de doctorat, 134 p.
14. **Correia, O. and Diaz Barradas, C., 2000.** Ecophysiological differences between male and female plants of Pistacia lentiscus L. Plant Ecology, 149 : 131-142.
15. **Courine N., Yousfi M., Bombarda I., Nadjemi B., Gaydou E., 2010.** Seasonal variation of chemical composition and antioxidant activity of essential oil from Pistacia atlantica Desf. leaves, Journal of the American Oil Chemist's Society, 87 : 157-166.
16. **Doré T., Sène M., Pellissier F., Gallet C., 2002.** Approche agronomique de l'allélopathie, Cahiers Agricultures, 13 : 249-256.
17. **Ducatillon C., 2010.** Pistacia lentiscus L., sophia.inrae.fr [en ligne], [https://www6.sophia.inrae.fr/jardin\\_thuret/Visite-virtuelle/Parcours-Plantes-aromatiques//Phytotherapie/Pistacia-lentiscus](https://www6.sophia.inrae.fr/jardin_thuret/Visite-virtuelle/Parcours-Plantes-aromatiques//Phytotherapie/Pistacia-lentiscus) (consulté le 04/09/2020).
18. **Fernandez, C., Monnier, Y., Ormeño, E., Baldy, V., Greff, S., Pasqualini, V., Mévy, J.P., Bousquet-Mélou, A., 2009.** Variations in Allelochemical Composition of Leachates of Different Organs and Maturity Stages of Pinus halepensis. J Chem Ecol, 35 : 970–979.
19. **Fernandez, C., Santonja, M., Gros, R., Monnier, Y., Chomel, M., Baldy, V., Bousquet-Mélou, A., 2012.** Allelochemicals of Pinus halepensis as Drivers of Biodiversity in Mediterranean Open Mosaic Habitats During the Colonization Stage of Secondary Succession. J Chem Ecol, DOI 10.1007/s10886-013-0239-6.
20. **Gallet C., Pellissier F., 2002.** Interaction allélopathiques en milieu forestier. Revue forestière française, 6 : 567-576.
21. **Geslot C., 2013.** Anacardiaceae/Anacardiaceae, jardin-secret.com [en ligne], <https://jardin-secrets.com/anacardiacees.html>, (consulté le 02/09/2020).
22. **Gouar-Borsali N., 2011.** Etude de la valeur nutritive de la caroube de différentes variétés Algériennes, Thèse d'obtention du diplôme de Magister, 95 p.
23. **Gunes E., Gubbuk H., Ayala-silva T., Gozlekci S., Ercisli S., 2013.** Effects of various

- treatments on seed germination and growth of carob (*Ceratonia siliqua* L.), *Pakistan Journal of Botany*, 45(4) : 1173-1177.
24. **Haddad S., 2018.** Effets allélopathiques du lentisque sur la germination des quelques espèces forestières, Mémoire d'obtention du diplôme de Master, 37 p.
  25. **Haddarah A., Ismail A., Bassal A., Hamieh T., Ioanou I., Ghoul M., 2013.** Morphological and chemical variability of libanes carob varieties, *European Scientific Journal*, 9 : 353-369.
  26. **Hafsé M., Benbrahim K. F., Farah A., 2015.** Ethnobotanical survey on the use of *Pistacia lentiscus* in northern MOROCO [Touanate], *International journal of innovation and applied studies*, 13 : 864-872.
  27. **Hamdi Y.A., 1982.** Application of nitrogen-fixing systems in soil improvement and management, Volume 49 : 188 p.
  28. **Hashoum H., 2017.** Impact du changement climatique sur les interactions biotiques en forêts méditerranéennes : Approches chimique, écophysologique et fonctionnelle, Thèse d'obtention du diplôme de doctorat, 128 p.
  29. **Jonasson, S., Medrano, H., and Flexas, J., 1997.** Variation in leaf longevity of *Pistacia lentiscus* and its relationship to sex and drought stress inferred from leaf  $\delta^{13}C$ . *Functional Ecology*, 11 : 282-289.
  30. **Kifouche F., Mokdad K., 2016.** Inventaire des phlébotomes dans la région de MAKOUDA, Mémoire d'obtention du diplôme de Master, 72 p.
  31. **Kobayashi K., 2004.** Factord affecting phytotoxic activity of allelochemicals in soil, *Weed biology and management*, 4 : 1-7.
  32. **Krief S., 2003.** Métabolites secondaires des plantes et comportement animal : surveillance et observation de l'alimentation des chimpanzés (*Pan troglodytes schweinfurtha*) en Ouganda. Activités biologiques et études chimiques des plantes consommées, Thèse d'obtention du diplôme de doctorat, 348 p.
  33. **Lattanzio V., Lattanzio V.M.T, Cardinali A., 2006.** Role of phenolics in the resistance mechanisms of plants against fungal pathogens and insects, 2 : 23-67.
  34. **Lichtfouse E., 2020.** Sustainable agriculture reviews 39, *Sustainable Agriculture*, 204 p.
  35. **Macheix J-J., Fleuriet A., Jay-Allemand C., 2005.** Les composés phénoliques des végétaux un exemple de métabolites secondaires d'importance économique, 192 p.

- 36. Martins-Loução MA., Duarte PJ., Cruz C., 1996.** Phenological and physiological studies during carob (*Ceratonia siliqua* L.) seed germination. *Seed science and technology*, 24 : 33-47.
- 37. Médail F., Diadema K. (2006).** Biodiversité végétal méditerranéenne et anthropisation : approches macro et micro-régionales, *Analyses de géographie*, 651 : 618-6
- 38. Midani M., 2018.** Caractérisation biochimique des feuilles de *Pistacia Lentiscus* L., Mémoire d'obtention du diplôme de Master, 81 p.
- 39. Milla, R., Castro-Diez, P., Maestro-Martinez, M. and Montserrat-Marti, G., 2006.** Costs of reproduction as related to the timing of phenological phases in the dioecious shrub *Pistacia lentiscus* L. *Plant Biol*, 8 : 103-111.
- 40. Nicorta, A.B., Chazdon, R.L., and Montgomery, R.A., 2003.** Sexes show contrasting patterns of leaf and crown carbon gain in a dioecious rainforest shrub. *American Journal of Botany*, 90 : 347-355.
- 41. Pérez-García F., 2009.** Germination characteristics and intrapopulation variation in carob (*Ceratonia siliqua* L.) seeds, *Spanish Journal of Agriculture Research*, 7 : 398-406.
- 42. Prajapati V.D., Jani G.K., Moradiya N.G., Randeria N.P., Nagar B.J., 2013.** Locust bean gum : A versatile biopolymer, *Carbohydrate polymers*, 94 : 814-821.
- 43. Reigosa M.J., Pedrol N., González L., 2006.** Allelopathy : A physiological process with ecological implications. *Springer Science & Business Media*, 638 p.
- 44. Saahnone S., Gherrah F., 2019.** Essais de germination des graines de caroubier (*Ceratonia siliqua* L.) par l'utilisation des effluents secondaires de la STEP Est de Tizi-Ouzou, Mémoire d'obtention du diplôme de Master, 80p.
- 45. Sánchez-Vilas, J., and Retuerto, R., 2011.** Reproduction reduces photosynthetic capacity in females of the subdioecious *Honckenya peploides*, *Acta Oecologica*, 37 : 155-163.
- 46. Santoja M., Bousquet-Mélou A., Greff S., Omeno E., Fernandez C., 2019.** Allelopathic effects of volatile organic compounds released from *Alepis* needles and roots, *Ecology and evolution*, 9 : 8201-8213.
- 47. Sbay H. (2008).** Le caroubier au Maroc un arbre d'avenir, Centre de recherche forestière, 51 p.
- 48. Société nationale de protection de la nature, 1893.** La terre et la vie, *Sciences naturelles appliquées*, 330 p.

- 49. Song Y., Ma K., Ci D., Zhang Z., Zhang D., 2014.** Biochemical, physiological and gene expression analysis reveals sex-specific differences in *Populus tomentosa* floral development, *Physiologia Plantarum*, 150 : 18–31.
- 50. Stoutah F., 2016.** Etude de la variabilité morpho-anatomique des teneurs en pigments photosynthétiques de quelques populations de *Pistacia Lentiscus* L. en Algérie, Thèse d'obtention du diplôme de Magister, 80 p.
- 51. Suty L., 2010.** La lutte biologique : vers de nouveaux équilibres écologiques, *Sciences en partage*, 323 p.
- 52. Triantafyllou A., Chaviaras N., Sergentanis T.N., Protopapa E., Tsaknis J., 2007.** Chios mastic gum modulates serum biochemical parameters in a human population, *Journal of Ethnopharmacology*, 111 : 43–49.
- 53. Tripathi R., Khan M., 1990.** Effects of seed weight and microsite characteristics on germination and seedling fitness in two species of *Quercus* in a subtropical wet hill forest, *Oikos*, 57 : 289-296.
- 54. Vasques A.R., Pinto G., Dias M.C., Correia C.M., Moutinho-Pereira J.M., Vallejo V.R., Santos C., Keizer J.J., 2016.** Physiological response to drought in seedling of *Pistacia lentiscus* (mastic tree), *New forests*, 47 : 119-130.
- 55. Vega-Frutis R., Varga S., Kytöviita M-M., 2014.** Host plant and arbuscular mycorrhizal fungi show contrasting responses to temperature increase: Implications for dioecious plants, *Environmental and Experimental Botany*, 104 : 54–64.
- 56. Zahoueh, S., Lepar, J., mauchamps, A., et Rambal, S., 1991.** Structure modulaire et integration physiologique chez une espèce dioïque : *Pistacia terebinthus*. *Naturalia Monspeliensia*, n° h.s.: 519-531.
- 57. Zhang J., 1993** : Seed dimorphism in relation to germination and growth of *Cakile edentula*, *Canadian journal of botany*, 71 : 1231-1235.
- 58. Zribi, I., Omezzine, F., Haouala, R., 2014.** Variation in phytochemical constituents and allelopathic potential of *Nigella sativa* with developmental stages, *South African Journal of Botany*, 94 : 255–262
- 59. Zunzunegui, M., Díaz Barradas, M.C., Clavijo, A., Alvarez Cansino, L., Ain-Lhout, F. and García Novo, F., 2006.** Ecophysiology, growth timing and reproductive effort of three sexual forms of *Corema album* (Empetraceae), *Plant Ecology*, 183 : 35-46.