

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

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département de Biologie Physico-chimique
Filière : Sciences Biologiques
Option : Pharmaco-toxicologie



Réf :

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

Thème

**Revue bibliographique des études réalisées sur les
composés phénoliques et les huiles essentielles de
*Ceratonia siliqua L.***

Présenté par :

IRATENE Houa & MOKRANI Yasmine

Soutenu le : **11 Septembre 2022**

Devant le jury composé de :

M^{me} AYOUNI K.

MCB Présidente.

M^{me} BOUADAM-FARHI B.

MCB Encadrante.

M^{me} LAIB- DJEMAA Y.

MAA Examinatrice.

Année universitaire : 2021/2022.

Remerciements

Ce travail n'aurait pas pu aboutir à des résultats satisfaisants sans l'aide et les encouragements de plusieurs personnes que nous remercions.

Nos vifs remerciements vont en premier lieu à notre promotrice **M^{me} BOUADAM-FARHI. B** pour la confiance qu'elle nous a accordé, pour ses précieux conseils, ses orientations, ses encouragements et sa disponibilité.

Nous remercions également les membres du Jury **M^{me} AYOUNI- Karima** et **M^{me} LAIB- DJEMAA Y.** Pour avoir accepté de juger notre travail.

Nous ne pourrions oublier d'adresser notre reconnaissance, nos remerciements et notre plus profonde gratitude à nos familles (MOKRANI & IRATENE) en particulier nos parents, sans qui, nous ne serons pas arrivés là où nous sommes aujourd'hui.

Enfin, pour éviter le risque d'oublier quelqu'un, nous remercions toutes les personnes que nous avons côtoyées et qui nous ont aidés, de près ou de loin.

Nos sincères remerciements vont pour tous les amis qui nous ont accompagnés durant notre vie estudiantine

Dédicaces

À mes très chers parents

*Surtout ma mère **Rachida** Qui m'encourage toujours Pour finir mes études.*

*Que dieu, le tout puissant, vous préserve et vous procure santé
Et longue vie afin que je puisse à mon tour
Vous combler.*

À mon frère Nassim et sa femme Nina

*Vous occupez une place particulière dans mon cœur. Je vous dédie ce
Travail en vous souhaitant un avenir radieux, plein de
Bonheur et de succès.*

À mes très chers amis

*En souvenir de nos éclats de rire et des bons moments. En souvenir de
Tout ce qu'on a vécu ensemble. J'espère de tout mon
Cœur que notre amitié durera éternellement.*

□ *Yasmine* □

Dédicace

À mes très chers parents Md Saïd et Farida

Pour tout l'amour dont vous m'avez entouré, pour tout ce que vous avez

fait pour moi.

*Que dieu, le tout puissant, vous préserve et vous procure santé
et longue vie.*

À mes très chers frères

À mes très chères sœurs

*Vous occupez une place particulière dans mon cœur. Je vous dédie ce
travail en vous souhaitant un avenir radieux, plein de
bonheur et de succès.*

À toute la famille IRATEN

À mes très chers amis

*En souvenir de nos éclats de rire et des bons moments. En souvenir de
tout ce qu'on a vécu ensemble. J'espère de tout mon
cœur que notre amitié durera éternellement.*

□ *HOUA.* □

Liste des abréviations

CE50 : Concentration efficace médiane

HPLC : Chromatographie Liquide à Haute Performance

ABTS : L'acide 2,2'-azino-bis (3-éthylbenzothiazoline-6-sulphonique)

DPPH : Le 2,2-diphényl 1-picrylhydrazyle

PPI : Plan Particulier d'Intervention

Liste des figures

Figure N°1. L'arbre de caroubier (<i>Ceratonia siliqua</i> L.)-----	5
Figure N°2. Feuille et folioles du caroubier-----	5
Figure N°3. Inflorescence femelle de caroubier-----	6
Figure N°4. Inflorescence mâle -----	6
Figure N°5. Inflorescence hermaphrodite -----	7
Figure N°6. Fruits du caroubier -----	7
Figure N°7. Graines du caroubier -----	8
Figure N° 8. Centre d'origine et distribution du caroubier dans le monde -----	9
Figure N°9. Squelette de base de flavonoïdes -----	13
Figure N°10. Structure de quelques classes des flavonoïdes -----	13
Figure N°11. Structure chimique des tanins (A) hydrolysables (B) condensées -----	15
Figure N°12. Propriétés biologiques attribuées aux composés phénoliques -----	15
Figure N°13. Exemples de structures de sesquiterpènes -----	17

Liste des tableaux

Tableau I. Classification systématique de <i>Ceratonia siliqua</i> -----	8
Tableau II. Principaux acides hydroxyle benzoïque -----	12
Tableau III. Principaux acide hydroxy cinnamique -----	13
Tableau IV. Quelque type des substitutions coumarine simple -----	14
Tableau V. Teneurs en polyphénols totaux et en flavonoïdes dans les extraits des feuilles de <i>Ceratonia siliqua</i> L récoltés dans trois sites au niveau du Parc National de Djebel Zaghouan -----	22
Tableau VI. Teneurs en flavonoïdes et en tanins dans les différents extraits des pulpes et des graines de <i>Ceratonia siliqua</i> L-----	23
Tableau VII. Teneur en composés phénoliques totaux, en tanins condensés et en flavonoïdes dans l'extrait méthanoïque de feuilles et pulpes de trois genres de caroubier du Portugal-----	24

Sommaire

INTRODUCTION	8
CHAPITRE I PRÉSENTATION DU CERATONIA SILIQUA	3
I.1 Etymologie.....	4
I.2 Description botanique	4
1.2.1 Tronc.....	4
1.2.2 Feuilles.....	5
1.2.3 Fleurs	5
1.2.4 Fruits.....	7
1.2.5 Graines.....	7
I.3 Classification.....	8
I.4 Aire de Répartition.....	8
CHAPITRE II LES MÉTABOLITES SECONDAIRES	10
II.1 Définition	11
II.2 Classification.....	11
II.2.1 Composés phénoliques	11
II.2.1.1 Origine biosynthétique	11
II.2.1.2 Classification des composés phénoliques	12
II.2.1.3. Propriétés thérapeutiques des composés phénoliques	15
II.2.2. Huiles essentielles.....	16
II.2.2.1. Origines biosynthétiques.....	16
II.2.2.2. Classification.....	16
II.2.2.3. Propriétés Thérapeutiques.....	17
CHAPITRE III SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE SUR LES MÉTABOLITES SECONDAIRES DE CAROUBIER	19
III.1 Travaux réalisés sur les composés phénoliques et huiles essentielles du caroubier... 20	
III.1.1 Les travaux nationaux réalisés sur la <i>Ceratonia siliqua</i>	21
III.1.2 Les travaux internationaux réalisés sur la <i>Ceratonia siliqua</i>	22
III.2 Synthèse bibliographique des travaux réalisés sur les huiles essentielles de <i>Ceratonia siliqua</i>	25
CONCLUSION ET PERSPECTIVE	27
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	29
RÉSUMÉ	41

Introduction

Les plantes médicinales ont été utilisées depuis des millénaires pour soigner tous types de pathologies (**Limonier, 1993**). C'est ce qu'on appelle la « phytothérapie », cette dernière représente une alternative importante qui peut amener un confort dans le traitement classique de maladies (**Durrity, 1994**). L'effet thérapeutique des plantes est assuré par des molécules principes actifs qui sont pour la plupart des métabolites secondaires.

Les métabolites secondaires sont des substances synthétisées par les plantes, qui ne participent pas directement aux fonctions de bases des végétaux (**Iratni, 2016**). Ils jouent un rôle majeur leurs adaptation et interaction avec leur environnement pour faire face aux différents stress biotiques et abiotiques (**Eibl et al., 2018 ; Abdulhafiz et al., 2020 ; Chiocchio et al., 2021**). Ils sont des composés souvent utilisés par l'Homme pour des applications dans les domaines de la pharmaceutique, le cosmétique, de l'agrochimie, etc. (**Haddarah, 2013**). Parmi ces métabolites secondaires nous trouvons les composés phénoliques et les huiles essentielles (**Benaissa, 2011**).

Les composés phénoliques sont connus par leur utilisation pour améliorer la santé en raison de leurs diverses activités biologiques telles que : les activités antioxydantes, antimicrobiennes et anti-inflammatoires (**Moreno et al., 2006 ; Rahmane, 2006**). Les huiles essentielles sont divisées en trois groupes (**Kaloustian et Minaglou, 2012**).

Le caroubier (*Ceratonia siliqua* L.) est un arbre appartenant à la famille des Fabacées. Originaire du Moyen-Orient, il se caractérise par une importance écologique, industrielle et ornementale. Cette fabacée est connue par ses vertus médicinales et thérapeutiques, très intéressantes vu les activités pharmacologiques des composés phytochimiques présents dans les extraits de la plante (**Kaderie et al., 2015**).

L'objectif de notre travail est de réaliser une revue bibliographique sur les différents travaux réalisés, au niveau Mondial ainsi qu'en Algérie, sur la composition de l'espèce en métabolites secondaires, notamment les composés phénoliques et les huiles essentielles, ainsi que les éventuelles activités biologiques de l'espèce.

Notre travail est organisé en trois chapitres :

- Dans le premier seront présentées toutes les informations qui concernent l'espèce *Ceratonia siliqua* L.
- Dans le deuxième chapitre seront résumées les principales classes des métabolites secondaires.
- Dans le troisième chapitre seront synthétisés les différents travaux réalisés sur les métabolites secondaires (composés phénoliques et huiles essentielles) de la plante. Ce dernier sera suivi par conclusion.

Chapitre I
Présentation de
Ceratonia siliqua

I.1 Etymologie

Scientifiquement le caroubier est appelé *Ceratonia siliqua* L. dérivé du grec keras (corne) et du latin *siliqua* qui désigne une « silique » ou « gousse » et fait allusion à la dureté et à la forme de ces fruits qui ressemble à une « corne de bouc » (**Bolonos, 1955**). Il est connu aussi sous le nom de pain et saint Jean-Baptiste (**Battle et Tous, 1997**).

Le nom Commun de l'Kharouv hébreu à partir duquel sont dérivés le kharroub arabe, algarrobe en espagnol carroubo en italien et caroubier en français (**Rajeb, 1995**). Il est appelé aussi Carouge plein de Saint-Jean Baptiste figuier d'Égypte fève de Pythagore. (**Benmahioul et al., 2011**).

Ses graines sont utilisées comme unité de poids pour peser les diamants, les perles et d'autres pierres précieuses (1 carat = 205.3mg) (**Rejeb, 1995**). C'est pourquoi « el kilate » en espagnol ou carat en français vient du nom arabe (alkirat ou qirat) donné à la graine, à la raison de sa relativité avec la constance du poids. (**Albanell, 1990**).

I.2 Description botanique

I.2.1 Tronc

Le caroubier est un arbre sclérophylle sempervirent à croissance lente, pouvant atteindre dans les conditions propice une hauteur de 7 à 20 m (Fig. 01) et une circonférence à la base de tronc 2 à 3 m (**Battle et al., 1997, Ait chitt et al., 2007**). Ce dernier est épais très crevassé, robuste avec des canaux de circulation de la sève qui sont claire, il est associé aux racines les plus épaisses ce qui leurs donne un aspect tortueux comme l'olivier (**Melgarejo et al., 2003**). L'arbre possède une cime très étalée et arrondie avec un feuillage persistant (**Rejeb et al., 1991**). C'est un arbre thermophile avec une longévité importante dépassant les 200ans (**Rajeb et al., 1991 ; Bemmahioul et al., 2011**).

Cette espèce ligneuse a une écorce lisse et grise lorsque l'arbre est jeune, mais devienne rugueuse et brun à l'âge adulte (**Melgarejo et Salazar.2003**) avec des branches robustes (**Pothill et al., 1981**). Ses racines sont fortes et envahissantes d'une taille allant de 8 à 15 m (**Correia et al., 2005**).



Figure n°1. L'arbre de caroubier (*Ceratonia siliqua* L) (Photographie personnelle, Oued Ghir, Bejaia 2022).

I.2.2 Feuilles

Les feuilles (Fig.02) sont assez grandes dont la taille varie de 10 à 20 cm de longueur, elles sont composées de 4 à 10 folioles ovales ou elliptiques (3 à 7 cm de longueur) opposées vertes et luisantes à la face supérieure et vertes pâles à la face inférieure (Ait chitt et al., 2007), Ce sont hypo stomates, pratiquement glabres avec l'important de dépôts de crise (Rejeb et al., 1995). Ces feuilles sont renouvelées particulièrement en printemps et chaque deux ans, les vieilles feuilles qui mesurent 12 à 30cm tombent en juillet (Diamantogulou et Mitrakos, 1981).



Figure n°2. Feuille et folioles du caroubier (Photographie personnelle, Oued Ghir, Bejaia 2022).

I.2.3 Fleurs

Les fleurs sont verdâtres unisexuées nombreuses, de petite taille allant 6 à 12 mm de longueur (Battle et tous, 1997). Elles sont constituées d'un calice en forme de disque vert rougeâtre qui porte des nectaires, les fleurs femelles sont constituées d'un pistil de 6 à 8,5mm sur un disque et d'étamines rudimentaires, entourés de 5 sépales poilus. L'ovaire est carpelles

de 5 à 7 mm de longueur et contenant plusieurs ovules le segment a 2 lobes (Fig.03).

Les fleurs mâles caractérisé par des étamines a filament longs avec un pistil non développé (Fig.04) ces pied utilisé comme pollinisateur, les fleurs hermaphrodites sont combinaison des deux types contenant un pistil et un complément de 5 étamines (Fig. 05). (Battle et tous, 1997).



Figure n°3. Inflorescence femelle de caroubier (Référence numérique 1)

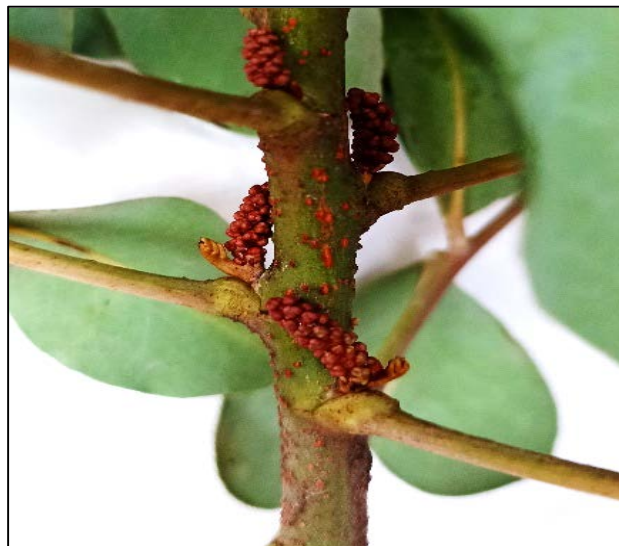


Figure n°4. Inflorescence mâle (Photographie personnelle, Oued Ghir, Bejaia 2022)



Figure n°5. Inflorescence hermaphrodite (Références numérique 2)

I.2.4 Fruits

Les caroubes sont les fruits du caroubier appelée aussi carouge, classée habituellement comme un fruit sec et cela malgré son aspect pulpeux (Ait chitt et lazrak, 2007). C'est une capsule indéhiscente, allongée, épaissie. Il mesure 10 à 30 cm de longueur et 1,5 à 3,5 cm de largeur et environ 1cm d'épaisseur avec un sommet arrondie ou subaiguë (Batlle ,1997) dans chaque gousse pèse 15 à 40g (Ait chitt et al., 2007). Sa couleur est verte puis brun foncé à noir au moment de la maturité (Fig.06)



Figure n°6. Fruits du caroubier (Ait chitt et al., 2007)

I.2.5 Graines

Les graines du caroubier sont petites de forme ovoïde aplatie et biconvexe (Fig.07), avec un tégument lisse de couleur rougeâtre et brillant (Albanell, 1990). Ils constituent 10% de la masse de la gousse, ils sont constitués de trois parties :

- ✓ Une enveloppe (cuticule marronne ,30-33%).
- ✓ Un endosperme (blanc et translucide ,42-46%).
- ✓ Un embryon ou un germe (23-25%) (Neukom, 1988 ; Anndrade et al., 1999 ; Garniti, 2006).



Figure n°7. Graines du caroubier (Photographie personnelle, Oued Ghir, Bejaia 2022)

I.3 Classification

Selon **Quézel et Santa (1962)** l'espèce *Ceratonia siliqua* est classée dans la famille des fabacées. La classification détaillée de l'espèce est donnée dans le tableau I.

Tableau I. Classification systématique de *Ceratonia siliqua* (Quézel et Santa, 1962)

Embranchement	Tracheobionta
Sous embranchement	Angiospermes
Classe	Magnoliopsida
Ordre	Fabulæ
Famille	Fabaceae
Genre	<i>Ceratonia</i>
Espèce	<i>Ceratonia siliqua</i> L.

I.4 Aire de Répartition

Le caroubier est présent actuellement dans les 5 continents. D'après des études archéobotanique, il a été présent dans l'est de la méditerranée (Syrie, Turquie) (**Estrada et al., 2006**). C'est une espèce thermophile d'où sa large propagation en climat méditerranéen (Espagne, Portugal, Maroc, Algérie et Tunisie) (**Evernoff, 2016**).

Elle a été également introduite avec succès dans plusieurs autres pays ayant un climat méditerranéen c'est le cas de l'Australie l'Afrique du Sud États-Unis (Arizona Californie du Sud) Philippine et en Irak (Fig. 08) (**Evernoff, 1947 ; Battle et al., 1997**).

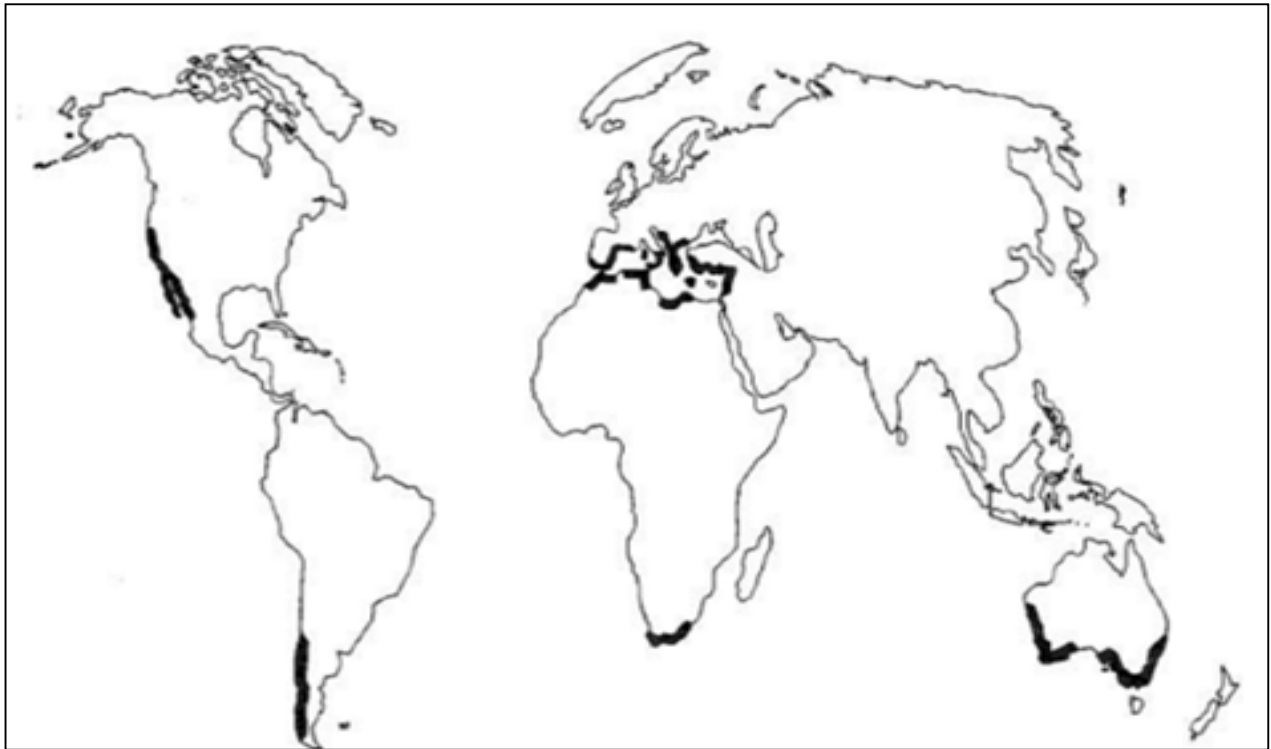


Figure n°8. Centre d'origine et distribution du caroubier dans le monde (Battle et tous, 1997)

Chapitre II
Les métabolites
secondaires

II.1 Définition

Les métabolites secondaires sont des molécules organiques complexes (**Lutge et al., 2002 ; Abderrazak et Joël, 2007**). Ils appartiennent à des groupes chimiques variés (alcaloïdes, terpènes, composé phénolique...). Contrairement aux métabolites primaires, les métabolites secondaires ne sont pas impliqués dans les processus vitaux (croissance, la division cellulaire, la réplication la respiration, la photosynthèse) (**Kintzios et Berbaraki, 2004**). Par contre, ils jouent un rôle dans l'adaptation des plantes à leur environnement et ils représentent également une source importante de produits pharmaceutiques (**Bourgaud et al., 2001**).

II.2 Classification

Il existe plus de 200 000 métabolites secondaires identifiées (**Vermerris et al., 2006**), appartiennent à 3 classes principales qui sont les alcaloïdes, les trapézoïdes et les phénylpropanoïdes, appelés aussi composés phénoliques (**Wuyts, 2006**).

II.2.1 Composés phénoliques

Les polyphénols sont les antioxydants les plus présents dans la nature, ils permettent aux plantes de se défendre contre les phénomènes d'oxydation, certaines agressions extérieures et contre le pourrissement (**Menat, 2006**). Ils sont caractérisés par la présence d'au moins un noyau benzénique, auquel est directement lié au moins un groupement hydroxyle libre, ou engagé dans une autre fonction tels que : éther, ester, hétéroside...etc. (**Bruneton, 1999 ; Lugasi et Hóvári, 2003**). Ce sont des pigments responsables des teintes automnales des feuilles et des couleurs des fleurs et des fruits, ils se trouvent partout dans les différentes parties de la plante (racines, tiges, fleurs et feuilles) (**Middleton et al., 2000**).

II.2.1.1 Origine biosynthétique

➤ **La voie de l'acide shikimique**

Cette voie conduit à la formation des oses aux acides aminés aromatiques (phénylalanine et tyrosine), puis par désamination de ces derniers aux dérivés des acides cinnamiques (**Bruneton, 1993**)

➤ **La voie de l'acide malonique (Acétate)**

L'acide malonique est produit à partir de la glycolyse et la beta oxydation qui aboutit à la formation de l'acétyl COA. Les chaînes poly cétoniques obtenues par condensation

répétée d'unités « Acétate » qui se fait par carboxylation de l'acétyl-CoA. Cette réaction est catalysée par l'enzyme acétyl-CoA carboxylase (Fleeger et Flipse 1964, Richter, 1993).

II.2.1.2 Classification des composés phénoliques

De nombreux composés phénoliques ont été caractérisés, ils ont tous en commun la présence d'un ou plusieurs noyaux benzéniques, porteurs d'une ou plusieurs fonction hydroxyles, ils peuvent être classés en plusieurs classes selon :

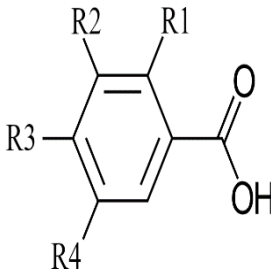
- Les liaisons possibles de ces composés avec d'autres molécules.
- Le degré de modification de ce squelette.
- La complexité de leur squelette de base (Macheix *et al.*, 2005).

a) Les acides phénoliques

Les acides phénoliques sont des composés organiques qui possèdent au moins une fonction carboxylique et un hydroxy phénolique (Bruneton, 2008). Ils sont divisés en deux classes essentielles : les dérivés d'acide hydroxy benzoïque et les acides hydroxy cinnamiques

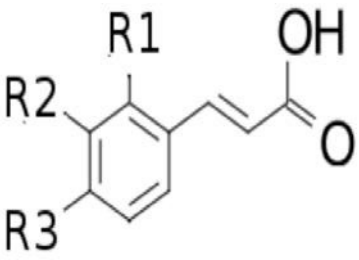
➤ Les dérivés de l'acide hydroxy benzoïque : Ce sont des dérivés de l'acide benzoïque avec la structure de base C6-C1 (Tab.II). Cette catégorie est abondante dans les végétaux et les aliments (Manach *et al.*, 2004).

Tableau II. Principaux acides hydroxyle benzoïque (François, 2010).

Structure	R1	R2	R3	R4	Acides phénolique
	H	H	H	H	Acide phénolique
	H	H	OH	H	Acide benzoïque
	H	OH	OH	H	Acide phydroxy benzoïque
	H	OH	OH	H	Acide protocatechique
	H	OCH3	OH	H	Acide vanillique
	H	OH	OH	OH	Acide gallique

➤ Dérivés de l'acide hydroxy cinnamique : Leur structure de base est C6-C3 (Tab.III), ils ont une distribution très large, leur présence dans règne végétale est généralement à l'état d'aster avec d'autres molécules organiques comme les glucides mais rarement ils sont trouvés à l'état libre (Skerget *et al.*, 2005).

Tableau III. Principaux acides hydroxy cinnamiques (François, 2010).

Structure	R1	R2	R3	Acide phénolique
	H	H	H	Acide cinnamique
	H	OH	H	Acide p coumarique
	OH	OH	H	Acide caféique
	OCH3	OH	H	Acide férulique

b) Flavonoïdes

Les flavonoïdes possèdent un noyau flavine C₁₅ (C₆-C₃-C₆) (Fig. 09) et deux cycles benzènes liés par une chaîne en C₃ (Bruneton, 1999). Ils sont divisés en plusieurs classes : Flavones, flavonols, flavanols, flavanones, anthocyanidines, isoflavones (Fig. 10).

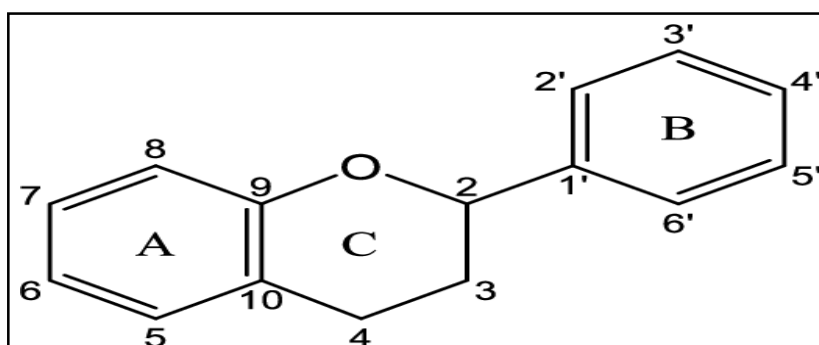


Figure n°9. Squelette de base de flavonoïdes (Heim et al., 2002).

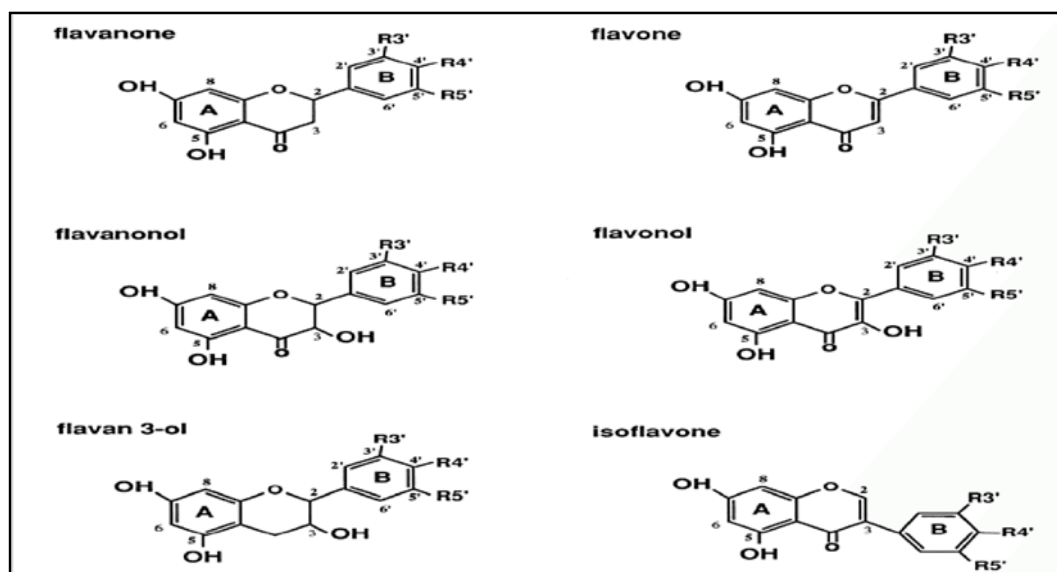
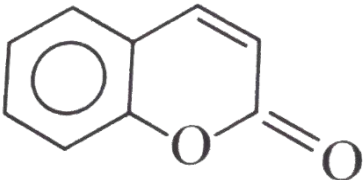


Figure n°10. Structure de quelques classes des flavonoïdes (Manchando et cheynier, 2006).

c) Coumarines

Les coumarines (Tab IV) sont des composés phénoliques qui dérivent aussi des acides hydroxy cinnamiques par cyclisation interne de leur chaîne latérale, elles manifestent beaucoup d'activités biologiques telle que l'activité antifongique, anti-tumorale, antivirale, anti-inflammatoire, diurétique et analgésique (**Maged, 2003**).

Tableau IV. Quelques types des substitutions coumarine simple (**Macheix et al., 2005**)

Structure	R	R	R8	Acide phénolique
	H	OH	H	Umbelliférol
	OH	OH	H	Scopolétole
	OCH ₃	OH	H	Aescultol
	OCH ₃	OH	OH	Fraxétole

d) Tanins

Les tanins sont des composés phénoliques très répandus chez les angiospermes, les gymnospermes et les dicotylédones (**Konig et al., 1994**). Son poids moléculaire est compris entre 500 et 3000 Dalton (**Peronny, 2005**), Ils sont distingués par leur centre asymétrique et leur degré d'oxydation (**Hemingway, 1992**).

- Les tanins peuvent être subdivisés en tanins hydrolysables et en tanins condensés qui diffèrent par leur réactivité chimique et leur composition (**Haslam, 1989**).
- Les tanins condensés sont des oligomères ou des polymères de flavanes 3-OL (éventuellement de flavan 3 ols, 5 désoxy -3-Flavonols et flavan-3,4-diols) (Fig.11b), les polymères donnent une structure hérissée d'OH phénolique capable de former les liaisons stables avec les protéines (**Montenegro et al., 1976; Sarni et al., 2006**). Ce sont les dérivés de la catéchine ou de ses nombreux isomères, ils sont non hydrolysables mais traités à chaud par les acides, ils se dégradent en pigment rouge et pour cette raison les formes dimères et oligomères sont dénommées pro anthocyanidines (**Macheix et al., 2005**).
- Les tanins hydrolysables qui sont des esters d'acide gallique qui se lient à la molécule de glucose (Fig. 11a), ils peuvent être dégradés par hydrolyse chimique (alcaline ou acide) ou enzymatique, ils libèrent alors une partie non phénolique (glucose ou l'acide quinique) et une

autre partie phénolique qui peut être soit l'acide gallique ou soit un dimère de ce même acide. (Macheix *et al.*, 2005).

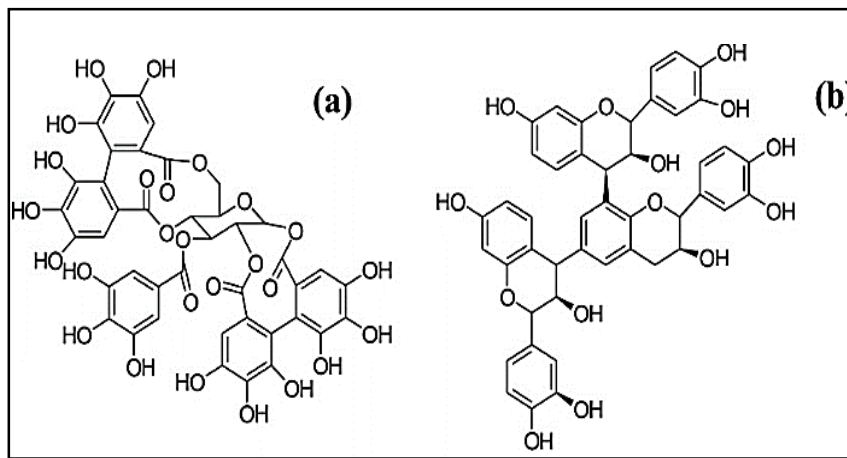


Figure n°11. Structure chimique des tanins (a) hydrolysables (b) condensés (Manchado et Cheynier, 2006)

II.2.1.3. Propriétés thérapeutiques des composés phénoliques

Un grand nombre de polyphénols sont reconnus pour leurs propriétés antioxydants, anti-inflammatoires, antifongiques, antivirales et anticancéreuses (Fig.12). Plusieurs études ont été réalisées sur l'impact de la consommation de végétaux sur la santé. (Patel, 2015). Leurs bienfaits suggèrent un rôle protecteur à l'encontre de plusieurs pathologies dégénératives incluant les maladies cardiovasculaires ; l'athérosclérose et le cancer (Valco M *et al.*, 2007).

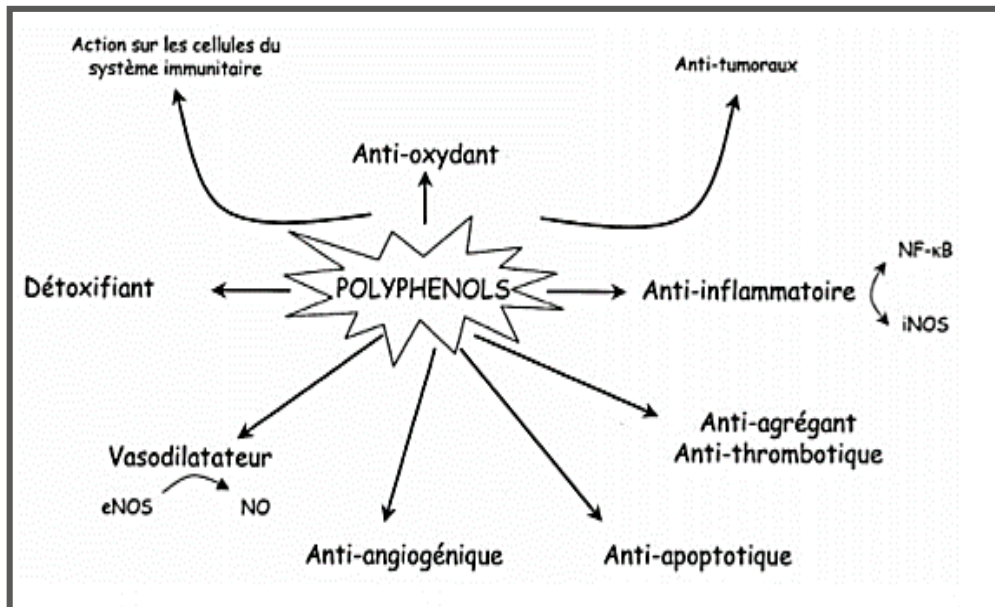


Figure n°12. Propriétés biologiques attribuées aux composés phénoliques (Martin *et al.*, 2002)

II.2.2. Huiles essentielles

Les huiles essentielles, essences ou huiles volatiles, sont des extraits purs et naturels provenant de plantes aromatiques (**Wegrzyn et Lamendinh, 2005**). Elles sont le produit de la distillation d'une plante ou d'une partie de plante. Elles sont présentes dans les différents organes des végétaux (**Lamend, 2004**).

II.2.2.1. Origines biosynthétiques

Les huiles essentielles renferment essentiellement les terpénoïdes volatils. Ces derniers forment un vaste groupe de produits naturels dits « isoprénoïdes » qui sont assemblés à partir d'un seul élément fondamental qui est l'isoprène (**Ruzicka, 1953**).

Bio génétiquement, le précurseur universel de tous les terpènes est l'acide mévalonique, obtenu après condensation enzymatique de trois molécules d'acide acétique (**EI Haib, 2011**). Sa phosphorylation suivie d'une décarboxylation aboutie à l'unité isoprénique de base : le pyrophosphate d'isopentène-3-yle (PPI-3) qui en s'isomérisant donne pyrophosphate d'isopentène-2-yle (PPI-2) (**EI Haib, 2011**).

Selon le nombre d'unités isopréniques fixées, nous distinguons les intermédiaires biosynthétiques suivants :

- Géranylpyrophosphate (C-10) : donne naissance aux monoterpènes
- Farnésyl pyrophosphate (C-15) : aboutit aux sesquiterpènes
- Géranylgéranylpyrophosphate (C-20) : conduit aux diterpènes (**EI Haib,**

2011).

II.2.2.2. Classification

Selon **Bruneton (1999)**, les huiles essentielles appartiennent à deux groupes, le groupe des terpénoïdes (principalement des monoterpènes et sesquiterpènes) et le groupe des composés aromatiques dérivés du phénylpropane.

D'après **Couic et Marinier (2013)**, Ils sont classés selon :

- Leurs fonctions : alcools (Géraniol, Linalol), esters (Acétate de linalyle), aldéhydes (Citral, citronellal), cétones (Menthone, Camphre, Thuyone), éthers-oxydes (Cinéole).
- Leurs structures : linéaire (Farnésène, Farnésol) ou cyclique, monocyclique (Humulène, Zingiberène), bicyclique (Cadinène, Caryophyllène, Chamazulène) ou tricyclique (Cubébol, Patchoulol, Viridiflorol).

a) Monoterpènes

Les monoterpènes sont constitués par le couplage de deux unités isopréniques ($C_{10}H_{16}$), ils sont volatils et représentent la majorité de constituants des huiles essentielles (parfois plus de 90 %) (**Bakkali et al., 2008**). Avec une grande diversité de structures qui comportent plusieurs fonctions (**Lakhdar, 2015**).

b) Sesquiterpènes

Ils sont formés par l'assemblage de trois unités isoprénique $C_{15}H_{24}$ il s'agit de la classe la plus diversifiée de terpènes, ils sont composés de plus de 3000 molécules (Fig.13) (**Bruneton, 1999 ; Hernandez- Ochoa, 2005**).

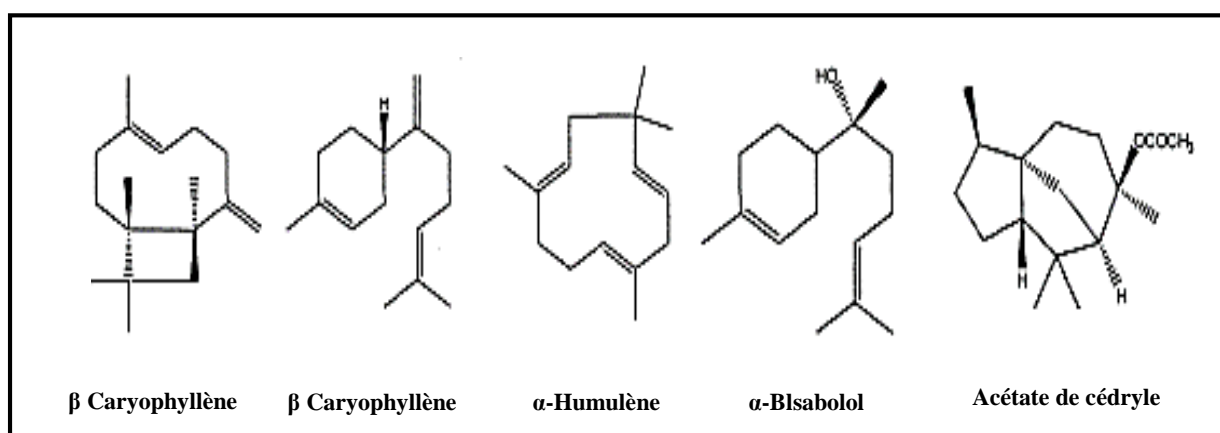


Figure n°13. Exemples de structures de sesquiterpènes (**Bruneton, 1999 ; Hernandez- Ochoa, 2005**).

c) Composés aromatiques dérivés du phénylpropane

Selon **Lakhdar (2015)**, ils comprennent les composés suivants : Aldéhyde (Cinnamaldehyde), Alcool (Cinnamic alcohol), Phénols (Chavicol, Eugénol), Dérivés méthoxy (Anéthol, Elémicine, Estragol), Composés de méthylène dioxyde (Apiol, Myristicine, Safrole).

II.2.2.3. Propriétés Thérapeutiques

Les huiles essentielles possèdent de nombreuses activités biologiques. En phytothérapie, elles sont utilisées pour leurs propriétés antiseptiques contre les maladies infectieuses d'origine bactérienne, par exemple contre les bactéries endocanaliaires (**Biller, 2008**) ou au niveau de la microflore vaginale (**Duarte et al., 2007**) et d'origine fongique contre les dermatophytes (**Duarte et al., 2005**).

Cependant, elles possèdent également, des propriétés cytotoxiques qui les rapprochent donc des antiseptiques et désinfectants en tant qu'agents antimicrobiens à large spectre (**Bakkali et al., 2008**).

Les huiles essentielles possèdent également des propriétés anti-inflammatoires, antivirales, antiseptiques, diurétiques, toniques, antispasmodiques, antirhumatismales, antitussives et autres. (**Géraldine, 2010**). Des propriétés qui sont étroitement liées à la nature de leurs constituants des groupements ou aux fonctions chimiques qu'ils possèdent. (**Kaloustian et al.,2008**).

Chapitre III
Synthèse bibliographique
sur les métabolites
secondaires de caroubier

III.1. Travaux réalisés sur les composés phénoliques et huiles essentielles du caroubier

La caroube est connue par son effet thérapeutique, il contient 2 à 20% de composés phénoliques qui sont à l'origine de ses propriétés antioxydants (**Hariri et al., 2009**) avec vingt-quatre différentes structures principales (**Fadel et al., 2011**), ces composés offrent des possibilités chimio-préventives intéressantes contre certains cancers, en particulier ceux de la région gastro-intestinale (**El hajaji et al., 2011**). L'une des deux principales composantes du fruit de caroube est sa gousse avec sa composition phénolique qui est : les acides phénoliques, flavonoïdes, lignines, anthocyanes, tannins condensés flavan-3-ol (catéchines) et de flavan-3,4-diol (leucoanthocyanidines) et tannins hydrolysables. Quantitativement, **Avallone et al. (1997)** ont indiqué que les gousses de caroube contiennent 1,9 mg/g de polyphénols totaux, 0,28 mg/g de pro anthocyanidines et 0,1 mg/kg de tanins hydrolysables (gallo et ellagitannins). Dans l'étude de **Kumazawa et al. (2002)**, la teneur totale en polyphénols dans la gousse de caroube était de 19,2 % dont 4,37 % de flavonoïdes à raison environ 23 % des polyphénols totaux. Des résultats qui appuient ceux trouvés par **Avallone et al. (1997)**.

Les résultats de **Ben Hsouna et al. (1986)** concernant la CE50 des pulpes se rapprochent de ceux de qui a travaillé sur la caroube de Tunisie avec une CE50 de 0,033 mg/ml, par contre **Kumazawa et al. (2002)** ont montré que la CE50 de l'extrait phénolique de la caroube est de 0,25 mg/ml ce qui reste très faible.

En revanche, la quantité des métabolites secondaires est influencé aussi par différents facteurs qui ne sont pas liés directement à la plante tels que la méthode d'extraction, le solvant d'extraction, la méthode du séchage, la manière du stockage et les protocoles du dosage. Dans ce concept, **Owenet et al. (2003)** ont montré le rendement et la composition en composés phénoliques dans un extrait méthanolique était supérieur à celui trouvé dans l'extrait aqueux suite à une même extraction par Soxhlet. Dans une autre étude de **Boizot et Charpentier (2006)**, l'acétone a été trouvé comme le solvant le plus rentable pour extraire les polyphénols par rapport au méthanol, car il s'est avéré qu'il a l'avantage précipiter les protéines et d'extraire faiblement les sucres. Des auteurs ont montré que la variation des rendements sont dus à des différences dans les méthodes d'extraction, les solvants utilisés pour les différents extraits et aussi la partie de la plante utilisée (**Mahmoudi et al., 2012**).

Barkat et Kadri (2011) dans leur étude sur l'effet de la cuisson par immersion dans l'eau bouillante, ont déterminé l'impact négatif de la température sur la teneur en polyphénols totaux des gousses de caroubier. Ainsi, la congélation/décongélation à température ambiante des gousses permet une fragilisation partielle des parois liée à la formation de cristaux de glace, ce qui peut engendrer une perte des quantités en polyphénols **Tironi et al. (2007)**.

III.1.1 Les travaux nationaux réalisés sur la *Ceratonia siliqua*

Commençons par le travail le plus récent réalisé par **Ould et al. (2022)** qui ont dosé les métabolites secondaires du caroubier issu de Boughni et de Freha où ils ont indiqué que la pulpe de caroube de la variété de la région de Boughni contient 5,14 mg /g en polyphénols et 2,12 mg / g en tanins, et la variété de la région de Freha contient 4,20 mg/g en polyphénols et 1,60 mg/g en tanins.

Yajedd et al. (2017) dans leur étude sur l'évaluation du potentiel antioxydant des fractions de composés phénoliques des gousses du caroubier, matures et immatures, échantillonnées dans la wilaya de Bejaia, ont constaté que les rendements diffèrent selon le solvant et le stade. Leur résultats ont révélé que les quantités données par les extraits polaires (acétone 70 % et acétate d'éthyle) sont plus élevées comparativement à ceux fournis par les extraits moins polaires (hexane, chloroforme) d'où l'extrait acétonique à 70% des gousses matures (53,06%) et immatures (41,72%) avait le rendement d'extraction le plus élevé, quel que soit le stade de maturité des gousses, tandis que l'extrait chloroformique a donné le rendement le plus faible au stade immature et l'extrait hexanique au stade mature. Les résultats explorés dans l'étude réalisée par **Meziani et al. (2015)**, sur les propriétés antibactériennes des extraits du *Ceratonia siliqua* L. de la région aïtis située dans la wilaya de Bejaia, ont indiqué que les quantités dosées dans les extraits éthanoliques et acétoniques des feuilles étaient proches, alors que pour les gousses, c'est l'extrait acétonique qui a indiqué plus de polyphénols totaux par rapport à l'extrait éthanolique. **Gaouar (2011)** a montré, dans son travail réalisé sur la teneur en flavonoïdes et en tanins dans les pulpes et les graines du caroubier provenant du Jijel, de Tlemcen et de Blida, que les échantillons issus de Jijel sont les plus riches suivis de ceux de Tlemcen puis de ceux Blida. Et dans les trois cas, c'est les extraits de la pulpe qui ont fourni des rendements plus importants par rapport aux graines (**Gaouar, 2011**).

III.1.2 Les travaux internationaux réalisés sur la *Ceratonia siliqua*

Nous commençons par les travaux réalisés dans les pays les plus proches, d'abord par les résultats trouvés dans l'étude de **Dallali (2018)**, sur la composition phénolique des feuilles du caroubier collectées dans trois sites situés au niveau du Parc National de Djebel Zaghouan qui se trouve en Tunisie (Tab.V).

Tableau V. Teneurs en polyphénols totaux et en flavonoïdes dans les extraits des feuilles de *Ceratonia siliqua* récoltés dans trois sites au niveau du Parc National de Djebel Zaghouan (Dallali, 2018).

Sites	Polyphénols totaux (mg/g MS)	Flavonoïdes totaux (mg/g MS)
Site 1	2,50±0,14c	3,42±0,55c
Site 2	4,38±0,17b	6,75±0,38b
Site 3	6,45±0,22a	7,42±0,22a

Ms : Matière sèche.

Restons toujours dans le même pays, un autre travail réalisé par **Sebai et al. (2013)**, dans leur étude sur l'activité antioxydante des différents extraits (aqueux, méthanolique, éthanolique, acétonique, extrait d'éther de pétrole et hexanique) de la pulpe et les graines du caroubier du Tunisie, les auteurs ont montré que les taux plus élevés en polyphénols sont évalués dans les extraits aqueux, méthanoliques puis éthanoliques des pulpes comparativement aux extraits acétonique, extraits d'éther de pétrole et hexanique qui ont fourni plus de polyphénols dans les graines par rapport aux pulpes. Leurs résultats concernant les flavonoïdes et les tanins sont résumés dans le tableau VI.

D'après **Makris et Kefalas (2004)**, les activités antioxydantes des extraits phénoliques de la caroube sont dues à leur forte teneur en flavonoïdes particulièrement en pranthocyanidines. **Ben Hsouna et al. (1986)** ont révélé une forte activité antioxydante fournie par les extraits de la pulpe du caroubier du Tunisie. Ceci est appuyé par **Kumazawa et al. (2002)**.

Au Maroc, **El Hajaji et al. (2010)** ont montré que le caroubier issu de différentes régions du Maroc contient entre 4,5 et 26,4 mg/g. De même, **El-sherif et al. (2011)** ont révélé une teneur en polyphénols qui est de 18,607 mg/g dans les extraits du caroubier marocain.

Tableau VI. Teneurs en flavonoïdes et en tanins dans les différents extraits des pulpes et des graines de *Ceratonia siliqua* (Sebai et al., 2013).

Extraits selon le solvant	Flavonoïdes (mg/g MS)	Tanins condensés (mg/g MS)
<u>Méthanolique</u>		
Pulpes	2,49 ± 0,28	6,71 ± 0,71
Graines	3,66 ± 0,35	6,97 ± 0,91
<u>Ethanolique</u>		
Pulpes	6,78 ± 0,94	3,49 ± 0,64
Graines	5,81 ± 0,43	6,59 ± 1,06
<u>Acétonique</u>		
Pulpes	0,68 ± 0,09	0,16 ± 0,03
Graines	1,2 ± 0,18	0,53 ± 0,12
<u>Aqueux</u>		
Pulpes	6,14 ± 1,03	6,71 ± 0,71
Graines	8,63 ± 1,27	6,97 ± 0,91
<u>Extraits d'éther de pétrole</u>		
Pulpes	0,12 ± 0,03	0,05 ± 0,01
Graines	0,19 ± 0,05	0,08 ± 0,02
<u>Hexanique</u>		
Pulpes	1,58 ± 0,14	0,28 ± 0,08
Graines	2,83 ± 0,23	0,63 ± 0,11

Les résultats de **Fadel et al. (2011)** dans leur travail qualitatif ou, réalisé la caractérisation par HPLC des extraits des pulpes et des graines du *Ceratonia siliqua*, récoltée dans deux régions situées au sud-ouest marocain (Izouika : plantation privée et Reggada domaine forestier), ont détecté la présence majoritaire de l'acide gallique, l'acide syringique, l'acide p-coumarique, l'acide coumarique, l'acide benzoïque et l'Hydroxytyrosol. Dont le profil phénolique de la pulpe est caractérisé par la dominance de l'acide coumarique (20,52% à Izouika contre 17,05% à Reggada) et l'acide gallique (17,8% à Izouika contre

12,57% à Reggada). Dans les extraits des graines, l'acide coumarique et l'acide gallique sont également les acides phénoliques majoritaires, l'acide coumarique représente 8,07% à Izouika et 8,18% à Reggada tandis que l'acide gallique représente 5,01% à Izouika et 3,95% à Reggada. D'après les auteurs, l'analyse chromatographique a montré que l'extrait des graines était exempt d'acide protocatéchuique et d'hydroxytyrosol, qui étaient présents dans l'extrait de la pulpe (Fadel et al., 2011).

En Italie, les travaux d'Avallone et al. (1997) ont démontré que la teneur en polyphénols totaux de différentes régions d'Italie varie entre 15,8 et 24,4mg/g. Les extraits des gousses de caroube sicilienne ont enregistré la concentration de 13,51 mg GAE/g en composés phénoliques totaux (Faik et al., 2007), ces mêmes composés ont été quantifié dans les extraits des gousses de la caroube d'Anatolie par Avallone et al. (1997) où les auteurs ont estimé la concentration de 1,9 mg/g. Custódio et al. (2009) ont révélé des teneurs importantes en phénols totaux, en tanins et en flavonoïdes dans les extraits des feuilles des sujets mâles, femelles et hermaphrodites du caroubier d'Algarve au Portugal comparativement aux extraits des pulpes (Fig. 14). D'après les auteurs, le sexe de l'arbre a influencé significativement sur la teneur totale en phénols et flavonoïdes des feuilles et des pulpes ($P < 0,05$). Ces différences observées entre les teneurs phénoliques dans les extraits des feuilles et dans ceux des pulpes sont aussi révélé par Corsi et al. (2002) qui ont travaillé sur le caroubier en Italie.

Tableau VII. Teneur en composés phénoliques totaux, en tanins condensés et en flavonoïdes dans l'extrait méthanoïque de feuilles et pulpes de trois genres de caroubier du Portugal traduit à partir de Custódio et al. (2009).

Genre	Organes	Phénols totaux (GAE)	Tanins condensés (CE)		Flavonoïdes (RE)
			vannilin	DMACA	
Mâle	Feuilles	28,8±2,6a	4,4± 1,4b	16,2±0,3b	7,0±1,0a
Femelle	Feuilles	12,3±1,1b	9,7±0,6a	12,5±0,1c	1,6±0,1c
	Pulpes	1,6±0,1b	0,4±0a	0,3±0,1a	0,1±0b
Hermaphrodite	Feuilles	30,7±2,1a	2,1±3,6c	20,3±0,9a	5,8±0,6b
	Pulpes	4,1±0,6a	0,2±0,2a	0,5±0,3a	0,2±0,1a

III.2. Synthèse bibliographique des travaux réalisés sur les huiles essentielles de *Ceratonia siliqua*

La composition de l'espèce *Ceratonia siliqua* en huiles essentielle a été étudiée, d'abord au niveau mondial, nous citons le travail le plus récent que n'avons trouvé qui est celui d'**About et al. (2021)** qui ont détecté, après caractérisation par analyse GC-MS, plus de 16 composants terpéniques dans les graines de *Ceratonia siliqua* L. du Maroc. Les auteurs ont testé l'activité antioxydant de cette huile essentielle par la méthode du DPPH et d'ABTS où ils ont trouvé une excellente efficacité par rapport à l'acide ascorbique. De plus, les auteurs ont listé les composants les plus importants qui sont trouvés dans l'huile des graines, entre autres, les acides gras tels que l'acide palmitique (11,65 %), acide linoléique (7,99%), acide oléique (3,63%), acide stéarique (2,39%). etc et autres composés organiques tels que le 2,4-Di-Tert-butylphénol (4,33 %), artumerone (4,91 %), acide benzoïque, ester de 1- méthyléthyle (13,50 %), 9-octadécène, 1-méthoxy,(E) (15,04 %) (**About et al., 2021**).

Par contre l'étude de **Matthaus et Musa Özcanb (2011)**, qui ont évalué les lipides de l'huile des graines de caroube cultivée au Turquie, a montré que les principaux acides gras contenus dans les huiles de graines sont l'acide linoléique (49,1 % et 51,0 %), oléique (30,4 % et 26,5 %), palmitique (10,3 % et 12,0 %) et stéarique (3,5 % et 4,6 %), les tocophérols dont la teneur totale en tocophérol était 223,14 mg/ 100 g.

À leur tour, **Ben Hsouna et al. (2011)** ont identifié dans le profil chimique du caroubier de Tunisie les composants terpéniques suivants : Hénéicosane, naphthalène, ester dibutylique d'acide 1,2-benzènedicarboxylique, heptadécane, acide hexadécanoïque, acide octadécanoïque, acide 1,2-benzènedicarboxylique, tiglolate de phényléthyle, eicosène, farnesol 3, camphre, nérolidol et n-éicosane. Les auteurs dans leur étude ont montré l'efficacité de ces composés dans l'activité antimicrobienne (effet contre la croissance de 13 souches de bactéries et 8 souches fongiques) (**Ben Hsouna et al., 2011**).

De même **Fadel et al. (2010)** ont distingué la composition de l'huile des graines de caroube, issu de la région de Taliouine située au Maroc, la présence des composants suivant : les acides linoléique (45%), oléique (33,7) et palmitique (14,8%).

Résultats qui sont en accord avec ceux trouvés par **Aubin Dakia et al. (2007)** sur des graines de Malaga en Espagne : acide linoléique (44,5 contre 45,0%), oléique (34,4 contre 33,7%), palmitique (16,2 contre 14,8%), stéarique (3,4 contre 3,5%) ;

Dallali (2018) a extrait les huiles fixées sur les feuilles de la *Ceratonia siliqua* de Djebel Zaghouan (Tunisie), les résultats montrent que la teneur en acides gras varie selon le site de la récolte (45,22±0,31, et 21,33±0,82 mg/g MS respectivement) ils ont identifié 12 acide gras dont le principal est l'acide linoléique (29,40-35,78%) suivi par l'acide linoléique (14,02-15,88%), stéarique (14,03-14,98%) et palmitique (5,24-13,87%).

En Algérie, nous citons l'étude la plus récente **d'Ait Ouahioune et al. (2022)** qui ont identifié 43 composés terpéniques dans l'huile essentielle des feuilles et des graines de *Ceratonia siliqua* échantillonnées à Tizi ouzou, les auteurs ont testé le pouvoir anti oxydant ainsi que l'activité antibactérienne en utilisant trois souches de bactéries : *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa* et *Escherichia coli*. Ainsi, des triterpènes et des stérols du des fruits du caroubier de la région de ziamà à Jijel sont mis en évidence pas **Benbott et al. (2014)**.

Restons toujours dans la région de Jijel **Gaouar (2011)** a trouvé que l'huile essentielle de la pulpe du caroubier de la région a un taux de 2,33% de matière grasse, un taux inférieur à celui trouvé dans les huiles de la pulpe du caroubier provenant de Tlemcen (4,83%) et supérieur à celui identifié dans les échantillons de Blida (1,83%). L'auteur a expliqué que la différence pourrait être causée par le degré de maturation des gousses ainsi qu'aux cultivars de caroubier ainsi qu'autres paramètres d'ordre techniques ou opératoires à savoir la méthode d'extraction et la nature du solvant utilisé (**Gaouar, 2011**).

Ayaz et al (2009) de leur tour ont trouvé un taux de (4,44%) de matière grasse dans les huiles de la pulpe de caroube de Tlemcen, composé essentiellement : l'acide oléique ; l'acide palmitique ; l'acide linoléique et l'acide α -linoléique.

Les résultats de l'étude d'**Ouis et Hariri (2017)**, qui ont utilisé les grains et les pulpes de *Ceratonia siliqua* poussant au Masacra, montrent que les huiles essentielles des deux parties du caroube a une bonne activité antibactérienne contre les bactéries pathogènes ainsi qu'un haut pouvoir antioxydant notamment dans le piégeage des radicaux libres DPPH et dans la réduction du fer et de protection contre la peroxydation lipidique induite par Fe^{+2} .

Conclusion et perspective

Les Fabacées, ou dites légumineuses à graines, c'est l'une des plus importantes familles de plantes à fleurs utilisées par l'Homme comme une source de nourriture primaire cultivées depuis la préhistoire. Certaines espèces de cette famille sont utilisées en médecine traditionnelle ainsi dans diverses industries à l'exemple des industries agro-alimentaires, pharmaceutiques et cosmétiques. *Ceratonia siliqua* L. est l'une des espèces les plus importantes de cette famille. La composition phytochimique de la dite espèce fait l'objet de notre travail.

Un travail qui a pour but de faire une synthèse bibliographique de l'ensemble des études et des recherches qui ont été faites sur les métabolites secondaires de *Ceratonia siliqua* et l'utilisation des extraits et des huiles essentielles de ses différentes parties (feuilles, pulpes, graines...) dans la mise en évidence, *in vitro*, de certaines activités biologiques, en occurrence l'activité antioxydant et l'activité antimicrobienne.

Notre recherche bibliographique a montré que les travaux qui ont été réalisés sur l'espèce ont pu identifier des composés spécifiques à la plante qui étaient à l'origine de son excellent potentiel antioxydant et antimicrobien. Cependant, selon notre synthèse nous avons relevé l'efficacité des différents extraits préparés dans différents solvants, polaires et apolaires, et plus précisément l'extrait méthanolique dans les différentes activités biologiques réalisés, *in vitro*, en raison de leur richesse en composés phénoliques totaux.

L'analyse des résultats des études collectées a permis de conclure que la teneur en composés ainsi que l'effet antioxydant varie selon la région d'échantillonnage, l'organe ou la partie de la plante utilisée et au aussi son degré de maturité. Ajouté à cela les conditions d'ordre techniques (laboratoire, séchage, solvants et protocoles d'extraction...).

Nous avons constaté aussi, d'après notre synthèse, la diversité des études réalisées sur les composés phénoliques du caroubier comparant à celles relatives aux huiles essentielles.

Enfin, ce travail nous a permis d'avoir une idée globale, non seulement la masse des travaux réalisée sur l'espèce, mais aussi sur la nature des solvants et des méthodes qui ont été choisie pour extraire les métabolites secondaires ainsi que la partie de la plante la plus riche et la plus rentable. Néanmoins notre recherche est loin d'être exhaustive vu le manque d'études et recherches surtout concernant les huiles essentielles de la plante. De plus, l'inaccessibilité à certains articles et à certaines bases de données.

*Références
bibliographiques*

Références bibliographiques

- **Abderrazak M., Joël R. (2007).** La botanique de A à Z. *Dunod*. Paris. 177 p.
- **Abdulhafiz F., Mohammed A., Kayat F., Zakaria S., Hamzah Z., Reddy Pamuru R., Farhan M., Reduan H. (2020).** Micropropagation d'*Alocasia Longiloba* Miq et propriétés antioxydantes comparatives des extraits éthanoliques de la plante cultivée au champ propagés, *in vitro*, et cals dérivés, *in vitro*. *Usines bale*. **9** : 816.
- **About S., Chebabe D., Rehioui M., Erramli H., Hakkaki N. (2021).** Composition chimique et activité antioxydante de l'huile de graines de *Ceratonia Siliqua* L. *Structure moléculaire*. **10** : 4-7.
- **Aiche-Iratni G. (2016).** Activités biologiques, d'intérêt médical, d'extraits de feuilles de *pistacia lentiscus* et *d'origanum majorana*. Thèse de doctorat en science biologique, Université Mouloud Mammeri. Tizi-ouzou. 30 p.
- **Ait Chitt M., Belmir M., Lazrak A. (2007).** Production des plantes sélectionnées et greffées du caroubier. Transfert de technologie en Agriculture. *Science agronomique et vétérinaire*. Rabat. **153** : 1-4.
- **Ait Ouahioune L., Magdalena W., Becerril R., Salafranca J., Nerín C., Djenane D. (2022).** Les croquettes, graines et feuilles de *Ceratonia siliqua* L. comme source de composés bioactifs volatils pour des applications de bioemballage alimentaire antioxydant. *Elsevier*. **31** : 12-16.
- **Albanell E. (1990).** Caractérisation morphologique, composition chimique et valeur nutritionnelle de différentes variétés de caroube (*Ceratonia siliqua* L.) cultivées en Espagne. Thèse de doctorat en sciences animales et alimentaires. Université Autonome. Barcelone. 209 p.
- **Andrade F., Vega C., Uhart S., Cirilo A., Cantarero M., Valentinuz O. (1999).** Kernel number determination in maize. *Crop science*. **39** : 453-459.
- **Aubin Dakia P., Wathelet B., Paquot M. (2007).** Isolement et évaluation chimique du germe de graine de caroube (*Ceratonia siliqua* L.). *Journal of food chemistry*. **102** : 1368-1374.
- **Avallone R., Plessi M., Baraldi M., Monzani A. (1997).** Détermination de la composition chimique de la caroube (*Ceratonia siliqua* L.) : protéines, lipides, glucides et tanins. *Journal of food composition and analysis*. **10** : 166-172.

Références bibliographiques

- **Ayaz F.A., Torun H., Glew R.H., Bak Z.D., Chuang L.T., Presley J.M., Andrews R. (2009).** Teneur en éléments nutritifs de la farine de gousse de caroube (*Ceratonia siliqua* L.) préparée commercialement et domestiquement, aliments végétaux. *Hum nutrition*. **64** : 286–292.
- **Bakkali F., Averbek S., Averbek D., Idaomar M. (2008).** Effets biologiques des huiles essentielles. *Revue de toxicologie alimentaire et chimique*. **46** : 446-475.
- **Barkat M., Kadri F. (2011).** Impact de deux modes de cuisson sur la teneur en polyphénols solubles de six légumes. *Revue de génie industriel*. **6** : 41-454.
- **Battle I. (1997).** Current situation and possibilities of development of the carob tree (*Ceratonia siliqua* L.) in the Mediterranean region. Unpublished *FAO Report*. Rome. Italy.
- **Battle I., Tous J. (1988).** Pistes d'investigation sur le caroubier (*Ceratonia siliqua* L.) à l'irta catalogne (Espagne). Brito de Carvalho *JH édition brief lines of poppy research*. Aida oeiras. **17** : 92-104.
- **Battle I., Tous J. (1997).** Caroubier *Ceratonia siliqua* L promouvoir la conservation et l'utilisation des cultures sous utilisées et négligées. *Institut de génétique végétale et de recherche sur les plantes cultivées et l'institut international des ressources phylogénétiques*. **5 (17)** : 92p.
- **Benbott A., Mosbah C., Moumen Y. (2014).** Activités phytochimiques, antiradicalaires et antimicrobiennes de *Ceratonia siliqua* L. Fruits collectés à Jijel (Algérie). *Journal of environmental biosciences*. **7 (3)** : 18-22.
- **Ben Hsouna A., Trigui M., Jaoua S. (1986).** Évaluation des activités antimicrobiennes et antioxydantes de l'extrait d'acétate d'éthyle de feuilles endémiques de *Ceratonia siliqua* L. *Journal of agricultural and food chemistry*. **34** : 827-829.
- **Ben Hsouna A., Trigui M., Culioli G., Blache Y., Jaoua S. (2011).** Constituants antioxydants des feuilles de *Lawsonia inermis*. Isolement et élucidation de la structure et capacité antioxydante. *Journal of food chemistry*. **125 (1)** : 193p.
- **Benaissa O. (2011).** Étude des métabolismes terpénique et flavonique d'espèces de la famille des composées genres *Chrysanthemum* et *Rhantherium*. Activité Biologique. Thèse doctorat en science Chimie organique Option Phytochimie. Université Mentouri Constantine. 242 p.
- **Benmahioul B., Kaid H.M., Daguin F. (2011).** Le caroubier une espèce

Références bibliographiques

méditerranéen à usage multiples. *Forêt méditerranéenne*. **32** : 51-58.

- **Bertrand M., Mehmet M.Ö. (2011)**. Évaluation des lipides de l'huile de graines de caroube cultivée et sauvage (*Ceratonia siliqua* L.) cultivée en Turquie. *Journal food Science*. **29** : 181–184.
- **Billerbeck V.G., Roques C., Vanière P., Marquier P. (2002)**. Activité antibactérienne et antifongique de produits à base d'huiles essentielles. Hygiène. Revue officielle de la *Société française d'hygiène hospitalière*. **10** : 248-251.
- **Boizot N., Charpentier J.P. (2006)**. Méthode rapide d'évaluation du contenu en composés phénoliques des organes d'un arbre forestier. Le cahier des techniques de l'INRA. Hal. *Open science*. **4** : 79-82.
- **Bolonos M. (1955)**. Rapport sur le caroubier. Institut forestier de recherche et d'expériences Madrid. Espagne. *Journal open edition*. **73** : 9 p.
- **Bourgaud F., Gravit A., Miles S., Gontier E. (2001)**. Production de métabolites secondaires végétaux une perspective historique. *Plant science*. **161** : 839-851.
- **Bruneton J. (1993)**. Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales. 2^{ème} édition *Tec et Doc. Lavoisier*. Paris. 915 p.
- **Bruneton J. (1999)**. Pharmacognosie, Phytochimie, Plantes médicinales. 3^{ème} éditions médicales internationales. *Tec et Doc. Lavoisier*. Paris. 1120p.
- **Bruneton J. (2008)**. Acides phénols in Pharmacognosie, phytochimie et plantes médicinales. 4^{ème} éditions médicales internationales. *Tec et Doc. Lavoisier*. Paris. 198-260p.
- **Chiocchio A., Arntzen J.W., Martínez-Solano I., Vries W., Bisconti R., Pezzarossa A., Canestrelli D. (2021)**. Reconstruction des points chauds de la diversité génétique à partir des refuges glaciaires et de la dispersion ultérieure chez les crapauds communs italiens. *Bufo. Rapports scientifiques*. **11** : 1–14.
- **Correia P., Martins L.M. (2005)**. L'utilisation de macronutriments et d'eau dans les Espaces méditerranéens le cas du caroubier. *Grandes cultures*. **91** : 1-6.
- **Corsi L., Avallone R., Cosenza F., Farina F., Baraldi C., Baraldi M. (2002)**. Effets antiprolifératifs de *Ceratonia siliqua* L sur la lignée cellulaire de carcinome hépatocellulaire de souris. *Fitoterapia*. **73** : 674-684.

Références bibliographiques

- **Couic M.F., Lobstein A. (2013).** Composition chimique des huiles essentielles. *Actual pharm.* **52** : 22-25.
- **Custódio L., Fernandes E., Escapa A.L., Fajardo A., Aligué R., Alberício F., Neng N.R., Nogueira J., Romano A. (2011).** Antioxydant et cytotoxique les activités des pulpes de fruits de caroubier sont fortement influencées par le sexe et le cultivar. *Journal of agriculture and food chemistry.* **59** : 7005-7012.
- **Custódio L., Fernandes E., Escapa A.L., López A.S., Fajardo A., Aligué R., Alberício F., Romano A. (2009).** Activité antioxydante et inhibition ,*in vitro*, de la croissance des cellules tumorales par des extraits de feuilles de caroubier (*Ceratonia Siliqua*). *Pharmaceutical biology.* **47 (8)** : 721-728.
- **Custódio L., Fernandes E., Romano A. (2009).** Quantification des polyphénols dans les fruits et les feuilles du caroubier (*Ceratonia siliqua* L.) dans les cultivars portugais. *Acta horticulturae.* **8** : 504 – 505.
- **Dallali S., Aloui F., Selmi H., Sebei H. (2018).** Comparaison de la composition chimique et de l'Activité antioxydant des feuilles de Caroubier (*Ceratonia siliqua* L.) imposées dans trois sites de Djebel Zaghouan (Tunisie). *Revue des sciences nouvelles agriculture et biotechnologies.* **21** :3429-3438.
- **Diamantoglou S., Mitrakos K. (1981).** Longévité des feuilles chez les sempervirents méditerranéens sclérophylles. *Tâches pour la science de la végétation.* **4** : 17-19.
- **Duarte M., Figueira G.M., Sartoratto A., Rehder V., Delarmelina C. (2005).** Activité anti-candida des plantes médicinales brésiliennes. *Journal d'ethnopharmacologie.* **97(2)** : 305-311.
- **Duarte M., Leme E. E., Delarmelina C., Soares A., Figueira G. M., Sartoratto A. (2007).** Activité des huiles essentielles de plantes médicinales brésiliennes sur *Escherichia coli*. *Revue d'ethnopharmacologie.* **111** :197-201.
- **Durrity B. (1994).** Intoxication rapportée à la phytothérapie chinoise dans les pays occidentaux. Analyse des causes. Mémoire de fin d'étude.11-29 p.
- **Eibl R., Meier P., Stutz I., Schildberger D., Huehn T., Eibl D. (2018).** Plant cell culture technology in the cosmetics and food industries.Current state and future trends. *Microbiology and biotechnology.* **102(20)** : 8661-8675
- **El Haib A. (2011).** Valorisation de terpènes naturels issus de plantes marocaines par transformations catalytiques. Thèse du Doctorat en chimie organique et catalyse. Université Toulouse III-Paul Sabatier.157 p.

Références bibliographiques

- **El Hajaji H., Lachkar N., Alaoui K., Cherrah Y., Farah A., Ennabili A., El Bali B., Lachkar M. (2011).** Activité antioxydant, criblage phytochimique et contenu phénolique total d'extraits de trois genres de caroube cultivés au Maroc. *Arabe journal de Chimie*. **4** : 321 - 324.
- **El Hajaji H., Lachkar N., Cherrah Y., Alaoui K., Farah A., Ennabili B., El Bali B., Lachkar M. (2010).** Propriétés antioxydantes et contenu phénolique total de trois variétés de feuilles de caroubier du Maroc. *Registres des produits naturels*. **4(4)** : 193-204.
- **El-sherif G., El-sherif M.A., Tolba K.H. (2011).** Extraction et identification d'antioxydants naturels à partir de réglisse (*Glycyrrhiza glabra*) et de caroube (*Ceratonia siliqua*) et son application dans les bonbons El-Mewled El-Nabawy. *Sesames et Folia. Nature et Sciences*. **9** : 11.
- **Estrada B., Choe S.E., Gisselbrecht S., Michaud S., Raj L., Busser B.W., Halfon M.S., Church G.M., Michelson A.M. (2006).** Une stratégie intégrée pour analyser les programmes de développement uniques de différents sous-types de myoblastes. *Plos genet*. **2(2)** : 16.
- **Fadel F., Fattouch S., Tahrouch S., Lahmar R., Benddou A., Hatimi A. (2011).** Les Composés phénoliques des pulpes et des graines de (*Ceratonia siliqua* L). *Journal des sciences des matériaux et de l'environnement*. **2** : 285-292 p.
- **Faik A., Hulya T., Sema A., Pedro J.C., Manuel A., Carlos S., Jiri G., Miroslav S. (2007).** Détermination de la composition chimique de la gousse de caroube d'Anatolie sucre aminé et acide organique minéral et composé phénolique. *Journal of food quality*. **30(6)** : 1040-1055.
- **Fatiha F., Chebli B., Tahrouch S., Benddou A., Hatimi A. (2011).** Activité antifongique d'extraits de *Ceratonia siliqua* L sur la croissance, *in vitro*, de *Penicillium digitatum*. *Bulletin de la société de pharmacie*. Bordeaux. **150** : 19-30.
- **Fleeger J.L., Flipse I.J. (1964).** Métabolisme de la semence bovine. Métabolisme de l'acide malonique par les spermatozoïdes bovins. *Journal dairy science*. **47** : 535 p.
- **François N.M. (2010).** Identification des polyphénols évaluation de leur activité antioxydant et étude de leur propriétés biologique. Thèse du Doctorat en chimie organique. Université Paul verlaine-Metz. 239 p.

Références bibliographiques

- **Gaouar N. (2011).** Étude de la valeur nutritive de la caroube de différentes variétés Algériennes. Thèse de magistère en Nutrition. Laboratoire des Produits Naturels du Département des Sciences d'Agronomie et des Forêts (Tlemcen). 47- 70.
- **Géraldine G. (2010).** Les propriétés des huiles essentielles dans les soins bucco-dentaires d'hier à aujourd'hui. Mise au point d'un modèle préclinique de lésion buccale de type aphte pour tester les effets thérapeutiques des huiles essentielles. Thèse du doctorat en pharmacie. Université Henri Poincaré - Nancy 1. 22-24 p.
- **Gharnit N., N El Mtili., A Ennabili., F Sayah. (2006).** Importance socio-économique du caroubier (*Ceratonia siliqua* L.) dans la Province de Chefchaouen (nord-ouest du Maroc). *Revue marocaine de biologie.* **2 (3)** :1-11.
- **Haddarah A. (2013).** L'influence des cultivars sur les propriétés fonctionnelles de la caroube libanaise. Thèse de doctorat précédés biotechnologique et alimentaire. Université de loran et libanaise. 106 p.
- **Hariri A., Ouis N., Sahnouni F., Bouhadi D. (2009).** Mise en œuvre de la fermentation de certains ferments lactiques dans des milieux à base des extraits de caroube. *Microbiol indiana. San et environ.* **2** : 37-55.
- **Hartmann T. (2007).** Des déchets aux produits éco chimiques : Cinquante ans de recherche sur le métabolisme secondaire des plantes. *Bilan phytochimie.* **68** : 2831-2846.
- **Haslam E. (1989).** Polyphénols végétaux. Tanins végétaux révisés. *JD Phillipson. Dc Ayres et H. Baxter.* La presse de l'université de Cambridge. Cambridge. 230 p.
- **Heim K., Tagliaferro A., Bobilya D. (2002).** Flavonoïdes, antioxydants, chimie, métabolisme et relations structure-activité. *Tourillon de biochimie nutritionnelle.* **13** : 572p.
- **Hemingway R.W. (1992).** Variation structurale des proanthocyanidines et de leurs dérivés in Polyphénols végétaux synthèse, propriétés, signification. *J. W. Rowe. Natural Product of woody plants.* New York. **34.**11-14.
- **Hernandez-ochao L.R. (2005).** Substitution de solvant de matière active de synthèse par combiné « solvant/ actif » d'origine végétale. Thèse de doctorat en l'Institut national polytechnique de Toulouse France. 22 p.
- **Kaderi M., Ben Hamouda G., Zaeir H., Hananan M., Hamrouni L. (2015).** Notes ethnobotanique et phytopharmacologique sur *Ceratonia siliqua* L. *Lavoisier.* **13(2)** : 144-147.
- **Kaloustian J., Chevalier J., Mikail C., Martino M., Abou L., Vergnes M.F.**

Références bibliographiques

(2008). Étude de six huiles essentielles, composition chimique et activité antibactérienne. *Phytothérapie*. **6** : 160-164.

- **Kaloustian J., Hadji M. F. (2012)**. Collection Phytothérapie pratique. La connaissance des huiles essentielles. *Qualitologie et aromathérapie*. Springer. Paris. **5** : 83-128.
- **Kintzios S.E., Barberaki M.G. (2004)**. Plante qui combat le cancer. *National prod.* Presse CRC. Washington. **67** :1171-1775.
- **Kone D. (2009)**. Enquête ethnobotanique de six plantes médicinales maliennes extraction identification d'alcaloïdes caractérisation, quantification de polyphénols : étude de leur activité antioxydante. Thèse de doctorat en chimie organique. Faculté des Sciences et Techniques. Université de Bamako.216 p.
- **Konig M., Seholz E., Hartmann R., Lehmann W., Rimpler H. (1994)**. Ellagitanins ettanins complexes de l'écorce de Quercus Patraea. *Journal of natural product*.**57(10)** : 1411 -1415.
- **Kumazawa S., Taniguchi M., Suzuki Y., Shimura M., Kwon M., Nakayama T. (2002)**. Activité antioxydant des polyphénols dans les gousses de caroube. *Journal de chimie agricole et alimentaire*.**50** : 373-377.
- **Lakhdar L. (2015)**. Evaluation de l'activité antibactérienne d'huiles essentielles marocaines sur *aggregatibacter antinomycetemcomitans* : étude,*in vitro*., Thèse du Doctorat en science odontologique. Faculté de médecine dentaire. Université Mohammed V. Rebat.163 p.
- **Lamendin H. (2004)**. Huiles essentielles en diffusion atmosphérique. *Chirurgien-dentiste*. France.**1185** : 78-80.
- **Limonier A.S. (1993)**. La Phytothérapie de demain : les plantes médicinales au cœur de la pharmacie. Thèse de Doctorat. Université Aix-Marseille. Faculté de Pharmacie. 100p.
- **Lugasi A., Hovari J., Sagi K.V., Biro L. (2003)**. Le rôle des phytonutriments antioxydants dans la prévention des maladies. *Acte biologica szegediensis*. **4** : 119-125.
- **Lutge U., Kluge M., Bauer G. (2002)**. Botanique traité fondamentale 3^{ème} édition. *Tech et Doc. Lavoisier*. Paris. 211 p.
- **Macheix J., Fleuriot A., Jaye A.C. (2005)**. Les composées phénoliques des végétaux : un exemple de métabolites secondaires d'une importance économique. *Presses polytechniques et universitaires*. Romandes. Lausanne.**1** : 183 p.

Références bibliographiques

- **Maged. A.S. (2003).** Nouvel ester et Furocoumarines des racines de *Pituranthos totuosus*. *Journal braz chimie*. **14** : 48-56.
- **Mahmoudi M., Farhoomand P., Azarfar A. (2012).** Effets de niveaux gradués de graines de chanvre (*Cannabis sativa* L.) sur la performance le poids des organes et le taux de cholestérol sérique chez les poulets de chair. *Journal plantes médicinal*. **2** : 121-129.
- **Makris D.P., Kefalas P. (2004).** Gousse de caroube (*Ceratonia siliqua* L.) comme source d'antioxydants polyphénoliques. *Technologie alimentaire et biotechnologie*. **42** :105–108.
- **Manach C., Scalbert A., Morand C., Remesy C., Jimenez L. (2004).** Polyphénols : sources alimentaires et biodisponibilité. *Journal américain de nutrition clinique*. **79** : 727-747.
- **Manchado P.S., Cheynier V. (2006).** Les polyphénols en agroalimentaire. *Édition Tec et Doc.Lavoisier*. Paris.398 p.
- **Martin S., Andriantsitohaina R. (2002).** Mécanismes de la protection cardiaque et vasculaire des polyphénols au niveau de l'endothélium. *Annales de cardiologie et d'angéiologie*. **51 (6)** : 304-315.
- **Melgarejo P., Salazar D.M., (2003).** Traitement de la culture fruitière des zones arideset semi-arides. *Mundi-Perensa*.Espagne. **2** :19.
- **Menat.E. (2006).** Les polyphénols de thé, du vin et du cacao. *Phytothérapie*. **1** :540-545.
- **Meziani S., Dave Oomah B., Zaidi F., Simon-Levert A., Bertrand C., Zaidi Y.R. (2015).** Activité antibactérienne des extraits de caroube (*Ceratonia siliqua* L) contre les bactéries phytopathogènes *Pectobacterium Atrosepticum*. *Microbial pathogenesis*. **78** : 95-102.
- **Middleton E., Kandaswami C., Theoharides T.C. (2000).** Les effets des flavonoïdesvégétaux sur les cellules de mammifères : implications pour l'inflammation, les maladies cardiaques et le cancer. *Pharmacol*. **52** : 673-839.
- **Montenegro de Matta S.S., Delle Monache F., Ferrari F., Marini-Bettolo GB. (1976).**Alcaloïdes et procyanidines d'un *Uncaria* sp. Du Pérou. *Pharma Science*. **31** : 5227-5235.

Références bibliographiques

- **Moreno S., Scheyer T., Romano C., Vojnov A. (2006).** Activités antioxydantes et antimicrobiennes des extraits de romarin liées à leur teneur en polyphénols. *Recherche sur les radicaux libres*.**40** :223-231.
- **Neukom H. (1988).** Gomme de caroube propriétés et applications. 3^{ème} édition symposium international de la caroube. *P.Fito A. Mulet actes* Valence. Espagne. 551-555.
- **Ouis N., Hariri A. (2017).** Analyse phytochimique et activité antioxydante des extraits de flavonoïdes des gousses de *Ceratonia siliqua* L. *Banat's Journal of biotechnologie*.
16 : 97-101.
- **Ould sadallah N., Rehab F., Amir Y. (2022).** Etude physico chimique de deux variétés de gousses de caroube locales (*Ceratonia siliqua* L.) et essai de fabrication de chocolat. *Agro biology*.**10** : 47-58.
- **Owen R.W., Haubner R., Hull W.E., Erben G., Spiegelhalder B., Bartsch H., Haber B. (2003).** Isolement et élucidation de la structure des principaux polyphénols individuels de la fibre de caroube. *Toxicologie alimentaire et chimique*.**41(12)** :1727-1738.
- **Patel S. (2015).** Une plante tropicale sous-utilisée *Psidium cattleianum* (goyave fraise). *Edition international*. Springer.**11 (6)** : 7-13.
- **Peronny S. (2005).** La perception gustative et la consommation des tannins chez le maki (Lemur catta). Thèse de doctorat en écoéthologie. Muséum national d'histoire naturelle. France. 151 p.
- **Pothill R.M., Raven P.H., Stirton C.H. (1981).** Évolution et systématique des légumineuses. *Advances in Legume Systematics Part I. Royal botanic garden. Bulletin de Kew*. **49(3)** : 1-26.
- **Quezel P., Santa S. (1962).** Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques Méridionales. *Edition du centre national de la recherche scientifique*. Paris. 557 p.
- **Rahman I. (2006).** Perspective Effets bénéfiques des polyphénols alimentaires à l'aide de l'inflammation comme modèle. *J. Science alimentaire et agricole*. **86** :2499-2502.
- **Rejeb M.N., Laffray D., Louguet P. (1991).** Physiologie du caroubier (*Ceratonia siliqua* L.) en Tunisie en physiologie des arbres et arbustes en zones arides et semiarides. *Groupe d'étude de l'Arbre*. Paris. 417-426.
- **Rejeb M.N. (1995).** Le caroubier en Tunisie : Situations et perspectives d'amélioration. Dans : Quel avenir pour l'amélioration des plantes ? *Edition Aupelf-Uref. John Libbey. Eurotext*. Paris. 79-85.

Références bibliographiques

- **Richter G. (1993).** Métabolismes des végétales physiologies et biochimie. 1^{ère} édition. *EPFL press*.544p.
- **Ruzicka L. (1953).** La règle de l'isoprène et la biogenèse du composé terpénique. *Expérience*. **9(10)** : 357-367.
- **Skerget M., Kotnik P., Hadolin M., Rizner H., Simonic M., Knez Z. (2005).** Phénols proanthocyanidins, flavones and flavonols in some plant materials and their antioxydant activities. *Journal of food chemistry*.**89(2)** :191-198.
- **Sarni-Manchado P., Cheynier V. (2006).** Les polyphénols en agroalimentaire. *Édition Tec et Doc. Lavoisier*. Paris.300-398.
- **Sebai H., Souli A., Chehimi L., Rtibi K., Amri K., El-Benna J., Sakly M. (2013).** Détermination de la composition chimique de la caroube (*Ceratonia siliqua*) : protéines, lipides, glucides et tanins. *Journal of food composition and analysis*.**10** : 166-172.
- **Sebai H., Souli A., Chehimi L., Rtibi K., Amri K., El-Benna J., Sakly M. (2013).** Propriétés antioxydantes, *in vitro*, et *in vivo*, de la caroube de Tunisie (*Ceratonia siliqua* L.). *Journal de recherche sur les plantes médicinales*.**7(2)** :85-90.
- **Tironi. (2007).** Effets de la congélation par déplacement de pression et de la décongélation assistée par pression sur la qualité du bar. *Journal of food science*. **72** :381-387.
- **Valko M., Leibfritz D., Moncol J., Cronin M. T. D., Mazur M., et Telser J. (2007).** Radicaux libres et antioxydants dans les fonctions physiologiques normales et les maladies humaines. *Journal international de biochimie et de biologie cellulaire*. **39** : 44-84.
- **Vermerris W., Nicholson R. (2006).** Composés phénoliques et leurs effets sur la santé humaine. *Phenolic compound biochemistry*. Springer. **100** : 235-255
- **Wegrzyn R., Lamendinh H. (2005).** Huiles essentielles et aromathérapie bucco-dentaire. *Le Chirurgien-dentiste*. France. **1225** : 62-66.
- **Wuyts N. (2006).** Interaction entre les nématodes parasites des plantes et les métabolites secondaires des plantes avec une emphase sur les phénylpropanoïdes dans les racines. *Infomusa*. **15** : 43-44.
- **Ydjedd S., Chaalal M., Richard G., Kati D.E., López-Nicolás R., Fauconnier M.L., Louaileche H. (2017).** Évaluation du potentiel antioxydant des fractions de composés phénoliques de gousse algérienne de *Ceratonia siliqua* L pendant les stades de maturation. *Journal international de recherche alimentaire*. **24** : 2041-2049.

Références bibliographiques

Références numériques :

- **Référence numérique 1.** « *Ceratonia siliqua* Melambes (Agios Giorgos) », sur le site phrygana.eu Consulté le 26 août 2022. https://phrygana.eu/Flora/Fabaceae/Ceratonia-siliqua/Ceratonia-siliqua.html?fbclid=IwAR2TNTMz4zWQ5ghSZG_hxuxrsa7bVO14djM28AaKhDRKHedRnvy2Wgs841A.(2006).

- **Référence numérique 2.** « Female carob tree flower ». sur le site west-crete Consulté le 26 août 2022 www.west-crete.com/dailypics/crete-2020/12-9-20.php?fbclid=IwAR22gkW8c91CL14JSdr4JpXb-fXWFi_5KuFrOGr8-L_dhzojh41uoONWntM.(2020).

Résumé

Résumé

Ceratonia siliqua L. appartenant à la famille des fabacées. C'est une espèce qui pousse dans les régions arides du bassin méditerranéen, elle est caractérisée par son usage thérapeutique dans la médecine traditionnelle et dans d'autres divers domaines tels que l'agro-alimentaire, la cosmétologie ...

Notre étude consiste à faire une synthèse bibliographique de l'ensemble des recherches consacrées à la caractérisation et à la quantification des différents métabolites secondaires, notamment les composés phénoliques et les huiles essentielles, tout en présentant les principales propriétés : antioxydants, antimicrobiennes... qui sont variables en fonction de la région de l'espèce, la partie ou l'organe utilisé et son degré de maturité ainsi la nature des extraits utilisés.

Mot clés : *Ceratonia siliqua* L., composés phénoliques, huiles essentielles, partie de la plante.

Abstract

Ceratonia siliqua L. belonging to the Fabaceae family. It is a species that grows in the Mediterranean basin, it is characterized by its therapeutic use in traditional medicine and in other various fields such as agro-food, cosmetology...

Our study consists of making a bibliographical synthesis of all the research devoted the characterization and quantification of various secondary metabolites, in particular phenolic compounds and essential oils, while presenting the main properties antioxidants and antimicrobials. Are variable depending on the region of the species, the part or organ used and its degree of maturity as well the nature of the extract used.

Keywords : *Ceratonia siliqua* L., phenolic compounds, essential oils, part of plant.

الملخص

. تنتمي *Ceratonia siliqua* L إلى عائلة fabaceae. هو نوع ينمو في المناطق القاحلة من حوض البحر الأبيض المتوسط ، ويتميز باستخدامه العلاجي في الطب التقليدي وفي مجالات أخرى مختلفة مثل الأغذية الزراعية، ومستحضرات التجميل ... تهدف دراستنا لجمع الأبحاث المكرسة لتوصيف وتقدير الأيضات الثانوية المختلفة، ولا سيما المركبات الفينولية والزيوت الأساسية، مع تقديم الخصائص الرئيسية: مضادات الأكسدة ومضادات الميكروبات وما إلى ذلك متغيرة حسب المنطقة من النوع والجزء أو العضو المستخدم ودرجة نضجه وطبيعة المستخلصات المستخدمة.

الكلمات المفتاحية: *Ceratonia siliqua* L.، المركبات الفينولية، الزيوت الأساسية، جزء من النبات.

