

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'enseignement Supérieur et de la Recherche
Scientifique

Université Saad Dahlab Blida 1



Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département des sciences biologiques

Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme de Master

Biodiversité et physiologie végétale

***Evaluation de l'activité antioxydante de la plante
médicinale de l'Aubépine (Crataegus monogyna L.)***

Présenté par

Lounes Douaa

Helilou Mounira Hala

SOUTENU LE : 14 /07/ 2021

Devant les jurées :

Présidente : M^{me} Faidi.H

(MAA ; USDB)

Examinatrice : M^{me} Benassel .N

(MAA ; USDB)

Promotrice : M^{me} Takarli.S

(MAA ; USDB)

Co-promotrice : M^{me} Benmansour.N

(MCA ; USDB)

[2020/2021]

Remerciements

Nous remercions en premier ALLAH le tout puissant qui nous éclaire le bon chemin et de nous avoir accordé la puissance, la Volonté et la santé pour terminer ce travail.

Nos remerciements s'adressent en particulier à notre promotrice Mme Takarli S, qui nous a encadré et dirigé ce travail avec une grande rigueur scientifique. Sa disponibilité, ses conseils et la confiance qu'elle nous a accordée, nous a permis de réaliser ce travail.

Nous remercions l'ensemble des membres du jury pour avoir accepté de juger ce travail, notamment : Mme Faidi.H (Présidente) et Mme Benassel.N (Examinatrice).

Un remerciement chaleureux à Mme Touibia M.

Nous remercions tous les enseignants du département "sciences de la nature et de la vie " de l'université de Saad Dahleb – Blida 1 - et tous qui nous ont Aidés de près ou loin pendant toutes nos années d'études.

Tous nos enseignants qui nous ont accompagné tout au long de notre parcours : Mme Bradea, Mlle Amejkouh, Mme Bensalah, Mr Rouibi, et Mme chérif Hamida chef d'option BPV

Nous profitons aussi de cette occasion pour adresser nos remerciements À nos parents pour leurs sacrifices, et à tous les membres de la promo 2020 /2021 Master Biodiversité et physiologie Végétale de l'université de Saad Dahleb-Blida-1-

Dédicace

Je remercie tout d'abord **ALLAH** tout puissant de m'avoir donné la patience, la santé et la volonté pour réaliser ce mémoire.

Ma mère Fatiha, qui m'a quitté. Si tu étais avec nous aujourd'hui, tu serais fière de moi.

Mon père Mohamed A ceux qu'est sacrifié et travaillé dur pour vivre confortablement et heureux, qui n'ont lésiné sur rien pour me pousser sur le chemin du succès, qui m'ont appris à gravir les échelons de la vie avec sagesse et patience.

A celle qui considérée comme la moitié de la mère, ma tante **Assia**

A la bougie qui éclaire nos vies : ma grand-mère : **Samia**

A mon frère qui m'a soutenu tout au long de mon parcours universitaire **Hichem**

A qui leur amour coule dans mes veines et mon cœur s'attarde dans leur mémoire :
mes plus belle Sœur : **Farah , Fatiha ,Anfel et Madina**

A mes sœurette qui sont ma joie et mon soutien : **Meriem, Maria, Mimi,**
Youssaiira, Aya, Rania et Asma.

A tous mes tantes et mes oncles, et Mes chères **Loubna et Ahlem.**

A la fille la plus douce mon binôme « Lounes Douaa »

Je vous remercie pour votre soutien moral, ta patience et votre dévouement à ce travail, Je vous dédie le fruit de nos efforts.

A ceux que mon cœur porte, et ce papier ne les porte pas, chacun en son nom

Mounira Hala

Dédicace

Je tiens à remercier en premier *Dieu* le tout puissant qui m'a donné le courage et la patience et qui a éclairé mon chemin pour achever ce travail.

Avec mes sentiments de gratitude les plus profonds, Je dédie ce modeste travail à :
Mes très chers Parents « *Hakim et Meriem* » ; Ensemble vous avez su m'encourager et me soutenir tout au long de mes études. Que dieu vous protège.

Mes chers frères « *Sifou et Othman* ».

Ma chère sœur « *Asma* » et son mari « *Sofiane* ».

Mon adorable neveu « *Sami* ».

Mon cher fiancé *Redha* et à toute sa famille.

Toute ma famille.

Mes proche amies *Cherine, Sarah* et *Chaima*.

Ma meilleure binôme *Mounira* et à toute sa famille.

Enfin, mes dédicaces vont à toute personne qui me connaît de près ou de loin.

Douaa

Résumé

Résumé

La présente étude est basée sur des travaux de recherches antérieures. Elle est consacrée à l'évaluation de l'activité antioxydante de l'aubépine "*Crataegus monogyna*" dans deux régions différents : « Djendouba » au Tunisie et « Portugal central ».

Le criblage préliminaire basé sur des tests spécifiques a confirmé la présence de substances ayant de grandes valeurs thérapeutiques notamment les flavonoïdes, les coumarines, les anthraquinones et les alcaloïdes. L'analyse qualitative des extraits par chromatographie liquide à haut pression « HPLC » a révélé la présence d'un certain nombre des composés phénoliques. L'estimation quantitative des polyphénols totaux par la méthode de Folin-Ciocalteu, et des flavonoïdes totaux par la méthode au trichlorure d'aluminium $AlCl_3$ a montré la richesse des fruits et des feuilles de l'aubépine monogyne par ces composés.

L'évaluation du pouvoir piégeur des extraits hydro-alcooliques vis-à-vis du DPPH confirme que les feuilles et les fruits de *Crataegus monogyna* possèdent un pouvoir antioxydant considérable.

Mots clés : *Crataegus monogyna*, Polyphénols, flavonoïdes, Activité antioxydante, DPPH.

Abstract

This study is based on previous research. It is dedicated to the evaluation of the antioxidant activity of hawthorn “*Crataegus monogyna*” in two different regions: “Djenduba” in Tunisia and Portugal.

The preliminary screening based on specific tests confirmed the presence of substances with high therapeutic values including flavonoids, coumarins, anthraquinones and alkaloids.

Qualitative analysis of the extracts by high pressure liquid chromatography "HPLC" revealed the presence number of the phenolic compounds. The quantitative estimation of total polyphenols by the Folin-Ciocalteu method and of total flavonoids by the aluminum tri chloride $AlCl_3$ showed the richness of the fruits and leaves of monogyn you shaw thorn by these compounds.

The evaluation of the scavenging powers of hydro-alcoholic extracts vis-à-vis DPPH confirms that the leaves and fruits of *Crataegus monogyna* have consider able antioxidant power.

Keywords : *Crataegus monogyna L*, Polyphenols, Flavonoids, Antioxidant activity, DPPH.

ملخص

تستند هذه الدراسة إلى أبحاث سابقة. وهو مكرس لتقييم النشاط المضاد للأكسدة من الزعرور ' *Crataegus monogyna* ' في منطقتين مختلفتين: 'جندوبة' في تونس ووسط البرتغال .

أكد الفحص الأولي القائم على اختبارات محددة وجود مواد ذات قيم علاجية عالية بما في ذلك مركبات الفلافونويد والكومارين والأنثراكينون والقلويدات. أظهر التحليل النوعي للمستخلصات بالكروماتوجرافيا السائلة عالية الضغط "HPLC" وجود عدد من المركبات الفينولية. أظهر التقدير الكمي لمجموع البوليفينول بطريقة Folin-Ciocalteu وإجمالي مركبات الفلافونويد بطريقة AICI3 ثلاثي كلوريد الألومنيوم ثراء ثمار وأوراق الزعرور الأحادي من هذه المركبات.

يؤكد تقييم قوة الاصطياد للمستخلصات المائية الكحولية مقابل DPPH أن أوراق وثمار *Crataegus monogyna* لها قوة كبيرة مضادة للأكسدة

الكلمات المفتاحية : *Crataegus monogyna* L, بوليفينول , الفلافونويد , نشاط مضاد للأكسدة .

Liste des tableaux

Numéro	Titres	Pages
Tableau 01	Noms vernaculaires	02
Tableau 02	Les glucides du <i>Crataegus monogyna</i> . (Saadoudi, 2008)	06
Tableau 03	Les vitamines du <i>Crataegus monogyna</i> . (Boudraa, 2008)	06
Tableau 04	Les minéraux du <i>Crataegus monogyna</i> (dans 100 g de matière sèche) (Boudraa, 2008).	07
Tableau 05	Les flavonoïdes du <i>Crataegus monogyna</i> .(Dinesh et al., 2012)	08
Tableau 06	Les composés phénoliques du <i>Crataegus monogyna</i> . (Dinesh et al., 2012)	10
Tableau 07	Récapitulatif des conditions de récolte.	17
Tableau 08	Résultats du screening phytochimique de <i>C.monogyna</i> récoltée à deux régions Djendouba (Tunisie) et de Portugal central (Portugal).	23
Tableau 09	Résultats de dosage des composés phénoliques totaux dans les extraits méthanolique de <i>C.monogyna</i> L récoltée dans deux régions.	24
Tableau 10	Résultats de dosage des Flavonoïdes dans les extraits méthanolique de <i>C.monogyna</i> L récoltée dans deux régions.	25
Tableau 11	HPLC-PDA-ESI /MS n de composés phénoliques de <i>Crataegus monogyna</i> extrait de feuilles et ses fractions.	27
Tableau 12	Activité antioxydante d'extraits et de composés standard utilisant la méthode DPPH présentés sous forme de moyenne \pm écart-type	29

Liste des figures

N°	Titre	Pages
figure 01	L'aubépine (<i>Crataegus monogyna</i>)	3
Figure 02	Morphologie générale de l'aubépine	4
Figure 03	Appareil reproducteur de <i>Crataegus monogyna</i> (La couleur rouge des anthères et l'uni de style sont caractéristiques)	5
Figure 04	Déséquilibre de la balance entre antioxydants et pro-oxydant.	15
Figure 05	principe de fonctionnement de HPLC.	20
Figure 06	Réaction d'un antioxydant avec le radical DPPH	21
Figure 07	Profil phénolique HPLC-PDA de <i>Crataegus monogyna</i> extrait enregistré à 280 nm.	28
Figure 08	Activité antioxydant des extraits méthanoliques et de l'hydroxytoluène butyle standard (BHT) par dosage de blanchiment au β -carotène.	31
Figure 09	Activité antioxydant relative de <i>Crataegus</i> extraits et contrôle positif (BHT) en β - dosage de carotène / acide linoléique en Djendouba	31

Liste des abréviations

AE : Acétate d'éthyle.

AlCl₃ : chlorure d'aluminium.

BHA : Hydroxy anisole butylé.

BHT : L'hydroxytoluène butylé.

DPPH : 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyle.

ED : Ether diéthylique.

EM : extrait méthanolique.

EQ : équivalent de quercitine.

ERO : espèce réactive de l'oxygène.

Fo-Ci : Folin-Ciocalteu.

GPX : glutathion peroxydase.

Na₂CO₃: carbonate de sodium.

SOD : Super-oxyde-dismutases.

UV:Ultra-violet.

Remerciements

Dédicace

Résumé

Liste des Tableaux

Liste des Figures

Abréviations

Introduction

Partie 01 : Synthèse Bibliographique

I. Présentation de l'espèce de *Crataegus monogyna L*

1. Etymologie	2
2. Classification	2
3. Caractère Botanique	3
4. Répartition	5

II. Chimie de la plante

1. Métabolite primaire	6
2. Métabolite secondaire	7

III. Domaine d'utilisation

1. Domaine alimentaire	12
2. Domaine médicinale	13
3. Domaine écologique	14

IV. L'activité antioxydant.

1. Stress Oxydatif	15
2. Les radicaux libres	15
3. Les antioxydants	16

Partie 2 : Etude expérimentale

I. Matériel et méthodes

1. Echantillonnage	17
2. Matériel biologique	17
3. Méthode d'extraction des métabolites II	
• Préparation de la poudre	18
• Préparation de l'extrait méthanolique	18

Table des matières

• Screening phytochimique	18
4. Dosage des antioxydante	
• Dosage de phénols	19
• Dosage de flavonoïde	19
• Chromatographie liquide à haut pression HPLC	20
5. Evaluation de l'activité antioxydant	
• Test de DPPH	21
• Test de blanchissement du β - carotène/ acide linoléique..	22

II. Résultats et discussion

1. Composition chimiques	23
• Screening phytochimique.....	23
• Teneur en phénols totaux.....	24
• Teneur en flavonoïdes totaux	25
• Identification des composés phénoliques par HPLC	27
2. L'activité antioxydant	
• Test de DPPH	29
• Test de blanchissement du β - carotène/ acide linoléique	30
Conclusion	33
Référence	34

Introduction

Les plantes médicinales sont à la fois un produit fini destiné à la consommation et une matière première pour l'obtention de substances actives. Elles représentent une source non négligeable pour de nombreuses populations, et elles possèdent bien des vertus thérapeutiques démontrées par les expériences (**Bouزيد, 2009**).

Les substances isolées à partir des végétaux ont montré des intérêts multiples mis à profit dans l'industrie : en alimentation, en cosmétologie et en dermatopharmacie. La pharmacie utilise encore une forte proportion de médicaments d'origine végétale et la recherche trouve chez les plantes des molécules actives nouvelles (**Smara, 2014**).

De nos jours, nous comprenons de plus en plus, que les principes actifs des plantes médicinales sont souvent liés aux produits des métabolites secondaires. Leurs propriétés sont actuellement pour un bon nombre reconnues et répertoriées, et donc mises à profit, dans le cadre des médecines traditionnelles et également dans la médecine allopathique moderne (**Bourgaud et al., 2001 ; Kar, 2007**).

L'aubépine monogyne (*Crataegus monogyna L.*), est une plante médicinale couramment utilisée en phytothérapie pour ses propriétés sédatives, vasculo-protectrice et antioxydantes (**Bahorun, 1997**).

Le but de notre travail est l'évaluation de l'activité antioxydante (composés phénoliques, flavonoïdes) des extraits de la plante de l'aubépine dans deux régions différentes, à savoir deux pays qui sont la Tunisie et Portugal selon les articles étudiés.

Nous nous sommes donc basées sur les travaux de (**Alexandra et al., 2016**) et (**Farouk et al., 2013**) Le travail vise à démontrer la richesse des feuilles et des fruits de *Crataegus monogyna* en principes actifs notamment les composés phénoliques et plus précisément les flavonoïdes.

Pour cela notre étude englobe deux aspects : Le premier aspect est d'ordre phytochimique basé principalement sur une étude qualitative comprenant une identification chromatographique et un criblage phytochimique des principaux métabolites secondaires pouvant exister dans *Crataegus monogyna*, une étude quantitative a été également réalisée visant à quantifier les composés polyphénoliques et flavoniques. Le second aspect est consacré à une évaluation de l'activité antioxydante des extraits hydro-alcooliques des feuilles et des fleurs de *Crataegus monogyna* vis-à-vis du radical libre DPPH.

Synthèse

Bibliographique

I. Présentation de l'espèce

1) **Etymologie** : *Crataegus* est un grand genre des arbustes de la famille des Rosacées.

Les rosacées sont des plantes à fleurs dicotylédones appartenant à l'ordre des Rosales. C'est même la famille type de cet ordre. Les Rosacées comprennent une belle diversité des plantes vivaces, herbacées, arbustives ou arborées.

Une des espèces les plus utiles de cette famille est le *Crataegus monogyna* L. Le mot *Crataegus* vient du latin crataegos : transcrit du grec krataegos ou kratos signifiant force (allusion à la dureté du bois) (Mazzochi, 1999).

Le terme monogyna : provient de monogynus, «à un seul style» (Couplan, 2000).

Plusieurs noms vernaculaires ont été attribués à l'aubépine dans différents pays du monde et parfois même eu sein de la même région. Tableau (01)

Tableau 01 : Noms vernaculaire

Langue	Nom vernaculaire	Références
Arabe	Zaarour Berri, Admam ,Boumekhri, baba aajina	(Djerroumi et Nacef, 2004)
Berbère	Idhmim, Atelmen, Zaarour	
Français	Epine blanche, épine de mai, valériane du cœur, senellier	(Fabre et al., 1992)
Indien	Vansaangli	(kashyap et al., 2012)
Anglais	Hawthorn, Quickthom	(Zhang, 2002)

2) **Classification** : Selon Messaili (1995), la classification est comme suit :

- Embranchement : Spermaphytes
- Sous-embranchement : Angiosperme
- Classe : Dicotylédones
- Sous-classe : Dialypétale
- Ordre : Rosales
- Famille : Rosacées
- Genre : *Crataegus*
- Espèce: *Crataegus monogyna* L.



Figure 01 : L'Aubépine (*Crataegus monogyna*)

3) Description botanique

A. Appareil végétatif

➤ **La racine :** profonde, grâce à ses épines tranchantes, l'Aubépine est l'un des arbustes les plus résistants à l'intrusion. Mais, sa floraison blanche, exubérante la rend aussi très gracieuse. Cet arbuste à racine nue est de 40 à 60 centimètres de haut lors de la livraison.

➤ **La tige :** tronc à écorce lisse et grise, puis fissurée en plaques rectangulaires gris pâle. Le plus souvent, jeunes rameaux brun-rouge ou vert clair. Les rameaux glabres, et d'un brun rougeâtre sont couverts de fortes épines courtes. Les épines atteignant 15mm de longueur.



Figure 02 : Morphologie générale de l'aubépine

➤ **La feuille** : Le feuillage de l'aubépine à un style (*monogyna*) est alterne et **caduc**. Il possède des feuilles simples de 2 à 5 cm de long de forme ovale et composées de 5 à 7 lobes. Les feuilles dentées sont de couleur vert clair brillant, avec un revers blanchâtre. Les nervures du feuillage sont divergentes.

B. L'appareil reproducteur

➤ **Fleur** : La floraison a lieu en mai. Elle offre des fleurs **blanches très parfumées**, réunies par 6 à 12 fleurs en corymbes denses et plats. Les corolles des fleurs comprennent 5 pétales arrondis et de nombreuses étamines à anthères **rose clair devenant pourpres**. Les fleurs mesurent de 10 à 20 mm de diamètre.



Figure 03 : Appareil reproducteur de *Crataegus monogyna* (La couleur rouge des anthères et l'uni de style sont caractéristiques)

<http://www.tela-botanica.org/bdtdfx-nn-19472-synthese>

- **Fruit :** Les fruits de cet arbuste sont charnus et mûrissent en automne. Ils sont appelés Cenelles : ce sont de petites pommes (8 à 15mm de long), d'abord velues, puis glabres, de couleur rouge écarlate ; les sépales qui restent au sommet du fruit sont recourbés vers l'extérieur et contiennent un seul noyau (Mitchell, 1996 ; Brosse, 2000 ; Ken, 2000).
- **graines :** Les graines d'aubépine sont marrons, elles ressemblent à celles de grenade ou du genévrier.
- **Cycle et floraison :** Vivace, pouvant vivre 500 ans. Floraison en avril-mai après les prunelliers mais les cenelles arrivent à maturité avant les prunelles, déjà en septembre.

4) Répartition

- **Dans le monde :** Elle est commune dans les haies des zones tempérées de l'hémisphère nord (Zhang, 2002), y compris ceux de l'Amérique du Nord, de l'Est d'Asie, de l'Asie centrale, et de l'Europe (Edwards et al., 2012).
- **En Algérie,** elle est commune dans les forêts et les maquis de l'Atlas Tallien, elle peut être confondue avec d'autres espèces (Bouزيد, 2008).

II. Chimie de la plante

A. Métabolites primaires: Un métabolite primaire est un type de métabolite qui est directement impliqué dans la croissance, le développement et la reproduction normale d'un organisme ou d'une cellule. Ce composé généralement une fonction physiologique dans cet organisme, c'est-à-dire une fonction intrinsèque. Les métabolites primaires rassemblent les acides aminés, les lipides, les carbohydrates et les acides nucléiques.

➤ Composition des métabolites primaires

Tableau 02 : Les glucides du fruit de *Crataegus monogyna* (Saadoudi, 2008).

Les métabolites primaires	Teneurs (g/100 de matière sèche)
Sucres solubles	11,45
Sucres réducteurs	7,68
Saccharose	3,59
Cellulose	11,40
Pectines	1,60

Tableau 03 : Les vitamines du fruit de *Crataegus monogyna* (Boudraa, 2008).

Vitamines	Teneur (M%)
Tocophérol	0.09-0.79
Caroténoïdes	1.37
Vitamine C	0.69-4.06
Thiamine	0.05
Pyroxidine	0.012
Biotine	0.031

Tableau 04 : Les minéraux du fruit de *Crataegus monogyna* (dans 100 g de matière sèche) (Boudraa, 2008)

Elément minéral	Teneur (mg/100g de matières sèche)
Ca	414.18
Mg	156.52
Na	31.20
P	20.09
K	1694.80
Cu	0.31
Fe	4.09
Mn	1.52
Zn	0.32
Co	0.17
Pb	0.31

B. Métabolites secondaires

Définition

Les plantes possèdent des métabolites secondaires par opposition aux métabolites primaires. Les métabolites secondaires sont classés en plusieurs grands groupes : parmi ceux-ci, les composés phénoliques, les terpènes et les alcaloïdes. Chacune de ces classes renferme une très grande diversité de composés qui possèdent une très large gamme d'activité biologique (Ali *et al.* 2001 ; Lim *et al.* 2007).

Les métabolites secondaires comportant trois types de composés :

- 1. Les composés azotés** : qui comprennent les alcaloïdes, les glycosides et de l'acide byanhydrique. Quand les plantes sont abîmées, ils sont synthétisés à partir d'acides aminés, on citera : la nicotine, l'atropine, la codéine, la lupinine.
- 2. Les terpenoïdes** : Sont des composés résultant par l'assemblage d'un nombre entier d'unité pentacarbonée ramifiée; le 2-méthyl- butadiène « isoprène » (Guignard *et al.*, 1995 ; Harbone, 1998 et Bruneton, 1999).

3. Les polyphénols : Les composés phénoliques sont des molécules biologiquement actives, ils sont largement utilisés en thérapie comme vasoconstricteurs, anti-inflammatoires, inhibiteurs enzymatiques, antioxydants, antiradicalaires et antimicrobiens, (Djmai, 2008).

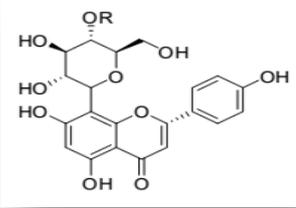
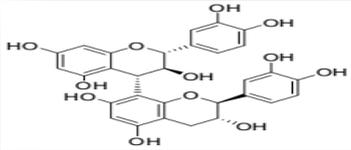
Les constituants responsables des effets pharmacologiques dans l'aubépine sont les flavonoïdes et les proanthocyanidines. Ces derniers ont des propriétés antioxydantes et antiinflammatoires (Zhang et al., 2001 ; Svedstrom et al., 2002).

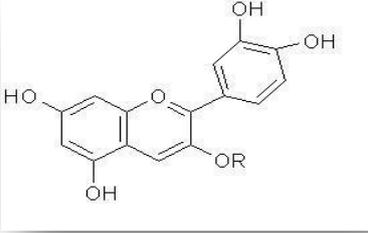
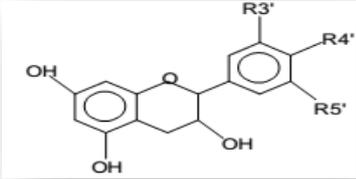
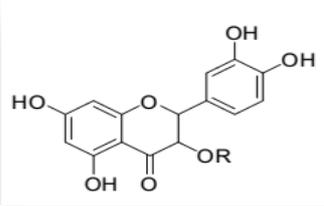
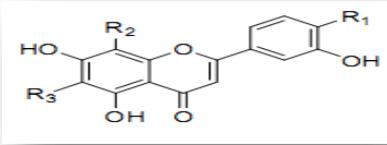
➤ **Rôle des flavonoïdes :**

Les flavonoïdes sont impliqués dans la photosensibilisation, le transfert d'énergie, et le développement des plantes, en interagissant avec les diverses hormones, et régulateurs de croissance. (Nikolov et Vodenichariv, 2003 ; Hosseinimehr et al., 2007).

Les propriétés des flavonoïdes sont largement étudiées dans le domaine médical où on leur reconnaît des activités : antivirales, anti-tumorales, anti carcinogènes, anti-inflammatoires, hypotenseurs et diurétiques, antioxydante.

Tableau 05 : Les flavonoïdes du fruit *Crataegus monogyna* (Dinesh et al., 2012)

Principes actifs	Molécules	Caractéristique
<p>Vitexine-2-rhamnoside</p>		<p>Classe : Flavonoïdes</p>
<p>Proanthocyanidine</p>		<p>Classe : Flavonoïdes</p>

<p>Anthocyanine</p>		<p>Classe : Flavonoïdes Sont des glycosides des anthocyanidines</p>
<p>Epicatchine</p>	 <p>R4=R5=OH</p>	<p>Classe : Flavonoïdes Sub classe : Flavones</p>
<p>Quercétine</p>		<p>Classe : Flavonoïdes Sub classe : Flavonols</p>
<p>Apigenin-6,8-di- Cglycosides</p>	 <p>R1= H R2=R3=gly</p>	<p>Classe : Flavonoïdes Sub-classe: flavones</p>

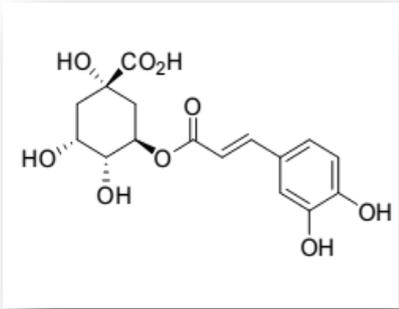
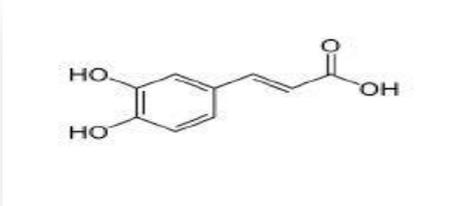
➤ **Rôle des composés phénoliques :**

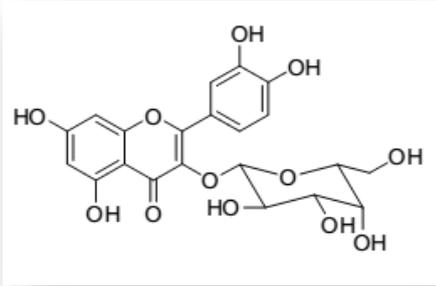
Les composés phénoliques peuvent intervenir dans certains aspects de la physiologie de la plante (lignification, régulation de la croissance, interactions moléculaires avec certains microorganismes symbiotiques ou parasites...), dans les interactions des plantes avec leur environnement biologique et physique (relations avec les bactéries, les champignons, les oiseaux et les insectes, résistance aux UV) (**Renault-roger et al., 2008 ; Bidel et al., 2011**).

Le rôle des composés phénoliques est largement montré dans la protection contre certaines maladies en raison de leur interaction possible avec de nombreuses enzymes et de leurs propriétés antioxydants (**Watson et al., 2013**).

Spécifiquement, on attribue aux différents composés phénoliques plusieurs activités biochimiques qui sont : antibactérien, antifongique et antioxydante.

Tableau 06 : Les composés phénoliques du fruit *Crataegus monogyna* (**Dinesh et al., 2012**).

Principe actifs	Molécules	Caractères
Acide chlorogénique		Acide phénolique
Acide caféique		Acide phénolique

<p>hypeoside</p>	 <p>The chemical structure of hypeoside is a flavonoid glycoside. It consists of a flavone core (6,7-dihydroflavone) with a 3,4,5-trihydroxyphenyl group at the 2-position and a 3,4,5-trihydroxyphenyl group at the 3-position. The 3-position is also linked to a glucose molecule in its cyclic form (pyranose ring) via an oxygen atom. The glucose ring has hydroxyl groups at the 2, 3, and 6 positions.</p>	<p>composé polyphénolique</p>
-------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------

III. Domaine d'utilisation

Ce fruit est utilisé dans plusieurs domaines tels que :

1. Domaine alimentaire:

➤ **Les fruits** : utilisés soit frais ou cuit, utilisé principalement comme un aliment de secours en cas de famine. On peut extraire à partir de fruit : les farines, les jus, les marmelades (**Vivar-vera et al., 2005 ; Koyncu et al., 2007**).

En Europe centrale et orientale la cerise ou le fruit de l'aubépine souvent dénommés «poires d'oiseau" ou "poires à Bon Dieu", est largement réduit en farine qui est utilisée pour la fabrication du pain de disette, mais également une boisson fermentée très enivrante et agréable différant peu du poiré. (**Messegue, 1975 ; Djerroumi et Nacef, 2004**).

➤ **La pulpe** : était autrefois séchée, moulue et mélangée aux farines pour la fabrication de gâteaux. Le jus de monogyna est aussi utilisé comme des boissons sans alcool et le vinaigre, les grains de fruit de l'aubépine sont torréfiés et remplacent le café (**Vivar-vera et al., 2005 ; Koyncu et al., 2007**).

➤ **Les Feuilles** : sont utilisées pour la préparation de thé ou des salades.

➤ **Les fleurs** : pour l'aromatisation des sirops et les desserts (**Uphof, 1959 ; Lust, 1983 ; Unkel, 1984**). L'aubépine est sensible à quelques maladies cryptogamiques : entomosporiose, feu bactérien, oïdium, tavelure. Veillez à garder les sujets aérés et à détruire immédiatement les parties atteintes. **18**).

Elle peut également être attaquée par des piérides, ou encore des pucerons dont vous la débarrasserez en pulvérisant une solution d'eau et de savon noir. Le feuillage peut être endommagé par la larve d'une tenthrède. , **2018**).

2. Domaine médicinale :

- **Effet sur le système cardiovasculaire** Des études, expérimentales et cliniques ont conféré à l'aubépine des propriétés :
- **Action cardiotonique** : L'aubépine peut agir sur le tonus cardiaque en aidant à améliorer la circulation sanguine vers le cœur. Cette activité cardiotonique est particulièrement utile dans la lutte contre l'insuffisance cardiaque légère (**Mairesse, 2020**).
 - **Cardioprotecteur** : L'aubépine contient des polyphénols, et plus précisément des flavonoïdes à action antioxydantes. Ces composés aident à protéger le cœur en combattant le stress oxydatif, c'est-à-dire l'accumulation d'espèces oxydantes hyper-réactives nocives pour les cellules cardiaques. Selon plusieurs études

Les flavonoïdes présents dans l'aubépine semblent également combattre les réactions inflammatoires du cœur et améliorer l'utilisation de l'oxygène par le muscle cardiaque **(Mairesse, 2020)**.

- **Avantages sur les irrégularités du système cardiovasculaire** : Comme mentionné ci-dessus, l'aubépine a un effet tranquillisant. Dans le cœur, il peut aider à réguler la fréquence cardiaque.

C'est pour cette raison que cette plante est souvent recommandée pour arrêter les palpitations et lutter contre l'hypertension artérielle **(Mairesse, 2020)**.

➤ **Action sédatrice sur le système nerveux**

Il est apaisant, anti-stress et a un effet sédatif important sur le système nerveux central. C'est pour cette raison qu'il est utilisé pour contrôler les affections neurologiques. Il combat vaillamment l'irritabilité, l'anxiété, le stress et les troubles de tension. Il prévient également l'insomnie.

L'aubépine est également très efficace pour soulager les troubles digestifs liés au stress et calmer les vasospasmes qui provoquent des étourdissements et des acouphènes.

Ainsi l'aubépine est l'une des meilleures substances phytopharmaceutiques ; Utilisée en infusion ou décoction contre les fièvres, les spasmes nerveux et diarrhée **(Messague, 1975 ; Djerroumi et Nacef, 2004 ; Spinoli et al., 1999 ; Veveris et al., 2004 ; Kroll, 2005)**.

Les fruits sont aussi connus pour leur action diurétique et utilisés pour traiter les problèmes rénaux. **(Boudraa, 2008)**.

Les fruits de *Crataegus monogyna* sont légèrement astringents et s'emploient en gargarisme contre les maux de gorge **(Belouad, 1998)**.

Le fruit de *Crataegus monogyna* protège contre les arythmies **(Garcia et al., 1997)**.

En outre, les extraits à base de procyanidines de l'aubépine aident à réduire le niveau du cholestérol et à diminuer le taux des triglycérides **(Chanf et al., 2002 ; Svedstroma et al., 2006 ; Zhang et al., 2006)**.

Les proanthocyanidines sont aussi très antioxydants **(Chevallier, 1996)**. Les fruits et les feuilles de l'aubépine ont été considérés comme de bons remèdes pour les douleurs de l'appareil digestif et urinaire **(Rose et Treadaway, 1999)**.

3. Domaine écologique

L'aubépine est cultivée pour la création de haies vives, elle est mellifère.

L'aubépine monogyne est la plante hôte d'un papillon, le Gazé (*Aporia crataegi*), de plus en plus rare. Ses épines assurent une protection efficace pour les oiseaux qui aiment nicher au cœur de cet arbuste. Ses petits fruits rouges, les cenelles, sont très appréciés des turdidés (grives, merles) ainsi que des fauvettes à tête noire.

L'aubépine par la densité de ses branches et de son feuillage, exerce une protection très efficace contre le vent mais aussi contre l'intrusion des animaux

L'aubépine est sensible à quelques maladies cryptogamiques : entomosporiose, feu bactérien, oïdium, tavelure. Veillez à garder les sujets aérés et à détruire immédiatement les parties atteintes. , **2018**).

IV. L'activité antioxydante

1. stress oxydatif

Des molécules pro oxydantes appelées radicaux libres ou espèces réactives de l'oxygène (ERO) sont produites quotidiennement dans l'organisme. Ces dernières sont cependant contrôlées par les antioxydants. Un stress oxydatif survient lorsque l'équilibre est rompu en faveur des radicaux libres figure (3).

Toutefois, une production excessive de ces molécules réactives ou une insuffisance des mécanismes antioxydantes peut déséquilibrer la balance oxydant/antioxydant (**Christophe, 2011 ; Papazian et Roch, 2008**).

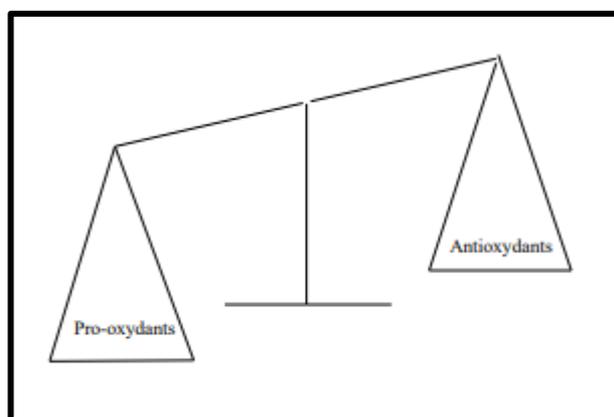


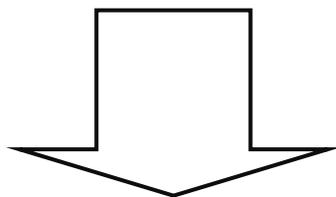
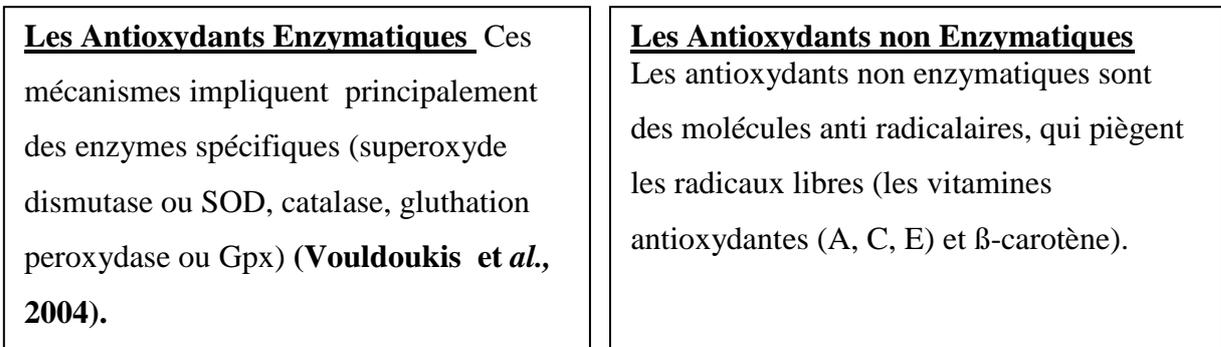
Figure 04 : Déséquilibre de la balance entre antioxydant et pro-oxydant.

Ce déséquilibre peut avoir diverses origines, telle que l'exposition aux radiations ionisantes (exposition importante au soleil, radioactivité artificielle ou naturelle), la pollution, le contact avec certains pesticides et solvants, la consommation de tabac et d'alcool, la prise de certains médicaments, la pratique du sport intensif et tout processus susceptible de surcharger les réactions de détoxification hépatique, notamment une perte de poids importante (**Poirier, 2004 ; Medartj, 2009**).

2. les radicaux libres : Un radical libre est un atome ou une molécule qui porte sur sa couche électronique périphérique un ou plusieurs électrons non appariés, c'est-à-dire non couplés à un électron de spin opposé. Cela entraîne une très haute réactivité chimique avec les éléments voisins (**Leverve, 2009 ; Rochette, 2008**).

Les radicaux libres sont indispensables à la vie car ils participent à de nombreuses fonctions physiologiques lors de la croissance ou de la défense de l'organisme. En effet, ils participent au fonctionnement de certaines enzymes, à la transduction de signaux cellulaires, à la défense immunitaire contre les agents pathogènes, à l'apoptose des cellules tumorales, au cycle cellulaire, au fonctionnement de certains neurones et notamment ceux de la mémoire, à la fécondation de l'ovule, à la régulation des gènes.

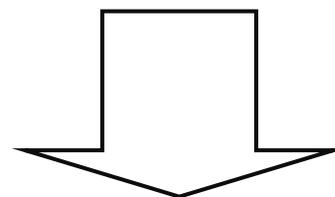
3. Les antioxydants : Les antioxydants sont des molécules ayant la capacité de neutraliser des radicaux libres qui sont responsables de nombreuses maladies. Les antioxydants sont des composés qui inhibent ou retardent le processus d'oxydation en bloquant l'initiation ou la propagation des chaînes de réactions oxydatives. (Behara *et al.*, 2006) On a deux types :



Le superoxyde dismutase (SOD).

La catalase.

La glutathion peroxydase (Gpx).



Vitamine E.

Les caroténoïdes.

Les polyphénols et les flavonoïdes.

Partie
Expérimental

Matériel
Et
Méthodes

1. Echantillonnage

L'étude est réalisée sur des échantillons de l'aubépine récoltés au niveau de deux pays dans le monde, qui sont la Tunisie et le Portugal durant l'année 2011,2016. Mentionnées dans le tableau suivant :

Tableau 07 : Récapitulatif des conditions de récolte

N°	Titre d'article	L'auteur	Partie utilisé	Station	Année de récolte
1	Contenue phénolique et potentiel antioxydant de crataegus fruit cultivé en Tunisie comme déterminé DPPH, FRAP et β -Carotène	Farouk Miraihi, Mhamed Journi, Jamila Kalthoum Cherif Munewer Sokmen, Atalay Sokmen,ET Malika Trabelsi-ayadi	Fruit	Tunisie (Djendouba)	Septembre 2011
2	Caractéristique phytochimique, extraits d'évaluation des effets synergique de <i>Arbutus unedo</i> et <i>Crataegus monogyna</i> L.	H. Talbi, A. Boumaza, K. El-Mostafa, J. Talbi, A. Hilali	Feuille	Portugal(Région centrale)	Juillet 2016

2. Matériel Biologique

Après la récolte, l'échantillon est mis dans des sacs bien aérés puis étalés sur du papier à l'ombre et à l'abri de l'humidité à la température ambiante, jusqu'à ce qu'il devient complètement sec.

Par la suite, les échantillons ont été broyés puis mis dans des bocaux.

3. Méthode d'extraction des métabolites II

- **Préparation de la poudre** : Les feuilles et les fruits de la plante fraîchement récoltées sont lavés à l'eau de robinet, découpées et laissées sécher à l'ombre dans un endroit sec et bien aéré pendant 20 jours.

Après sont pilées dans un mortier propre puis dans un désintégrateur à lame est stockée T° ambiante jusqu'à une utilisation ultérieure.

- **Préparation de l'extrait méthanolique** : Des extraits aqueux, éthanoliques et méthanoliques ont été préparés à raison de 15 g de poudre végétale (feuilles, fruits) pour 100 ml d'eau distillée, éthanol et méthanol (**Sqalli, 2007**).

À cet effet, l'extraction a été effectuée par une macération de la poudre végétale à l'ombre pendant 24 heures dans l'eau distillée (infusion), le méthanol absolu et l'éthanol absolu. Les différents extraits ont subi une filtration sous vide par une pompe à vide et un filtre Buchner en verre fritté pour les fruits et pour les feuilles.

Après filtration, le solvant est évaporé à sec et sous vide au rotavapeur à 45 °C. L'extrait est ensuite repris dans 5 ml d'eau distillée.

Tous les extraits sont lyophilisés à l'aide d'un lyophilisateur de type CHRIST puis conservés dans un endroit sec et à l'abri de la lumière afin de préparer les concentrations

- **Screening phytochimiques** : Ce sont des techniques qui permettent de déterminer les différents groupes chimiques contenus dans un organe végétal. Ce sont des réactions physicochimiques qui permettent d'identifier la présence des substances chimiques (**Hamidi, 2012**). Un poids bien déterminé de la matière végétale sèche (feuilles et fruit) a été broyé grossièrement dans un moulin électrique

4. Dosage des antioxydants

- **Dosage de composé phénolique**

But : la détermination de la teneur en phénol totaux dans l'extrait des feuilles de *Crataegus monogyna* par la méthode spectrophotomètre UV-VIS selon la méthode au réactif de Folin-Ciocalteu.

Principe : Ce dosage est décrit par (Skerget *et al.*, 2005). Basé sur la quantification de la concentration totale de groupements hydroxyles présents dans l'extrait. Le réactif de Fo-Ci consiste en une solution jaune acide contenant un complexe polymérique d'ions (hétéro-polyacides). En milieu alcalin, le réactif de Fo-Ci, oxyde les phénols en ions phénolates et réduit partiellement ses hétéro-polyacides, d'où la formation d'un complexe bleu.

Protocole :

- À 750ml d'extrait, 50ml de FO-CI (10%) ont été ajoutés, et la réaction a été stoppée 3min après l'ajoute 200ml de 20% de Na₂CO₃.
- La solution a été homogénéisée et chauffée à 100°C pendant 2min.
- Conservé dans une pièce sombre pendant 30min pour l'incubation.
- En utilise spectrophotomètre pour lu l'absorbance (Mraih, 2013).

- **Dosage de flavonoïde**

But : détermination de la teneur totale de l'extrait des feuilles de *Crataegus monogyna* par la méthode d'AlCl₃ décrite par (Yi *et al.*, 2002).

Principe : le chlorure d'aluminium forme de complexe acide labile avec les groupes ortho-dihydroxyl dans le cycle A ou B de flavonoïdes. (Chang *et al.*, 2002)

Protocole :

- 1,5ml d'une solution méthanolique à 2% d'AlCl₃.
- Ajoute H₂O à 0.5ml d'échantillon, et ensuite maintenu à l'obscurité pendant 10min.
- En utilise spectrophotomètre pour lu l'absorbance (Mraih, 2013).

• **Chromatographie liquide à haute pression (HPLC) pour la région du Portugal central**

But : c'est la séparation d'un ou plusieurs composés d'un mélange vue de leur identification et leur quantification.

Principe : un fluide (phase mobile) parcourt une colonne remplie de granulés poreux (phase fixe). A l'instant initial, le mélange à étudier est injecté à l'entrée de la colonne, où il se dilue dans la phase mobile qui l'entraîne à travers la colonne.

Les constituants du mélange, étant inégalement retenus par la phase fixe de la colonne, se déplacent à des vitesses différentes. Ils sont élués, en sortie de colonne, les uns après les autres et donc séparés.

Un détecteur couplé à un enregistreur permet d'obtenir un tracé appelé chromatogramme, où chaque constituant conduit à l'enregistrement d'un pic.

Un appareil d'HPLC se compose donc d'une pompe (délivrant la phase mobile sous des pressions de 20 à 150 bars), d'un injecteur, d'une colonne, généralement en acier inox, de longueur et diamètre variables, remplie souvent de silice de différentes granulométries, éventuellement d'un four, d'un détecteur (UV-visible, réfractométrie, fluorimétrie, spectrométrie de masse), d'un enregistreur, et d'un logiciel d'exploitation des résultats.

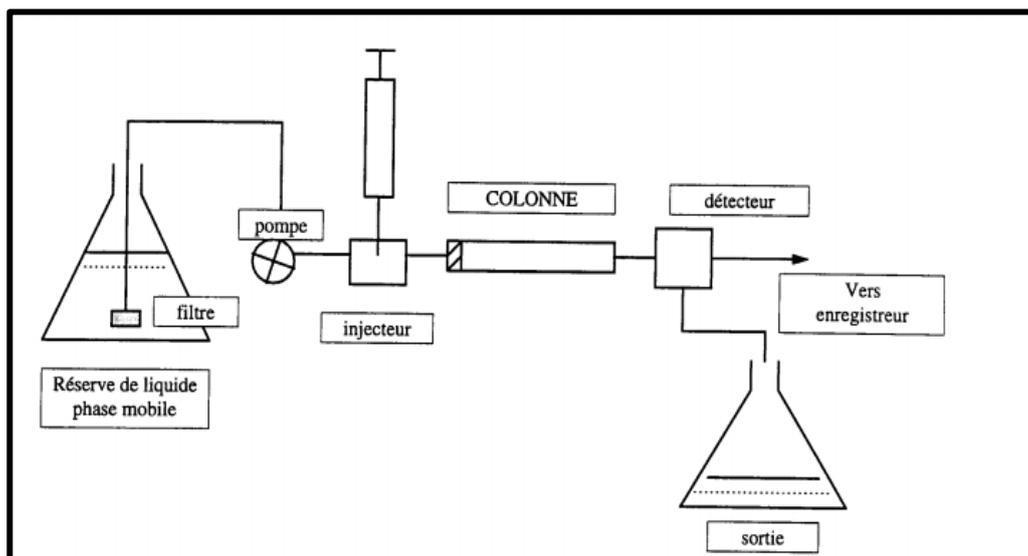


Figure 05: principe de fonctionnement de HPLC

5. Evaluation de l'activité antioxydante

• Test de DPPH

Définition : c'est une activité du balayage des radicaux libre qui a été mesuré en employant le radical libre stable DPPH.

C'est l'un des principaux essais employés pour explorer l'utilisation des extraits d'herbe comme antioxydants.

Principe : en présence de piégeage des radicaux libres, le DPPH 2-1diphényl 1picryle hydrozyl. De couleur violette se réduit en 2,2diphényl 1 picryl hydrazine de couleur jaune. (Maatou et al., 2006).

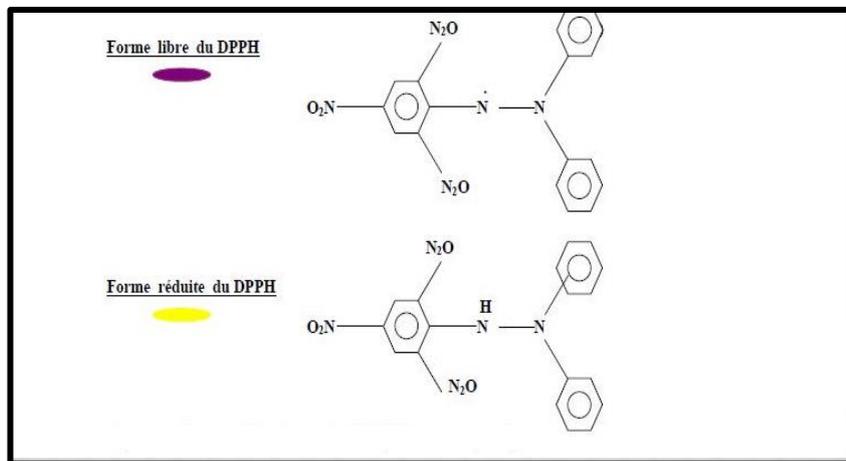


Figure 08 : Réaction d'un antioxydant avec le radical DPPH.

Protocole : activité anti radicalaire de cet extrait est mesurée selon la méthode décrite par (Brands-Williams et al., 1995).

- 10 ml de l'extrait de fruit de l'aubépine au méthanol et ajoutée 1.9ml de DPPH dans du méthanol jusqu'à 2ml.
- En mesure la diminution de l'absorbance toutes les 2min. (jusqu'à la réaction atteigne son état (Mraih, 2013)).

- **Test de blanchissement du β - carotène/ acide linoléique**

principe : Dans ce test l'activité anti-radicalaire des extraits est déterminée en mesurant l'inhibition de la dégradation oxydatif du β -carotène (décoloration) par les produits d'oxydation de l'acide linoléique selon la méthode décrite par (Kartal *et al.*, 2007 ; Kouamé *et al.*, 2009).

Mode opératoire :

On prend 2 mg de β carotène ont été dissous dans 1 ml de chloroforme.

La solution obtenue a été introduite dans un ballon contenant 2 mg d'acide linoléique et 200 mg de Tween 40. Après évaporation du chloroforme, 100 ml d'eau distillée saturée en oxygène ont été ajoutés avec agitation vigoureuse. 2.5 ml de la solution obtenu est mélangée avec 350 μ l de chaque extrait (2g/l) et du témoin BHT.

L'absorbance a été immédiatement mesurée pour le BHT à 490 nm. Les autres lectures sont mesurées à différents intervalles de temps (2h, 4h, 6h, 12h, et 48h) (Tepe *et al.*, 2006).

L'activité anti-oxydante relative après 48 heures est calculée selon la relation suivante :

$$\text{AAR} = (\text{Abs Échantillon} / \text{Abs BHT}) \times 100$$

AAR : activité anti-oxydante relative.

Abs Échantillon: absorbance de l'échantillon après 48 heures.

Abs BHT : absorbance du BHT après 48 heures (Athamena *et al.*, 2010).

Résultats
Et
Discussion

1. Compositions chimiques

• Screening Phytochimique

Les tests phytochimiques consistent à détecter les différentes familles de composés existantes dans les feuilles et les fruits de *Crataegus monogyna* par des réactions qualitatives.

La détection de ces composés chimiques est basée sur des réactions de précipitation et de turbidité, un changement de couleur spécifique ou un examen sous la lumière ultraviolette. Les tests de caractérisation phytochimique, réalisés sur les différents extraits contenant des substances naturelles, ont donné les résultats que nous présentons dans le tableau ci-dessous.

Tableau 08 : Résultats du screening phytochimique de *C.monogyna* récoltée à deux régions Djendouba (Tunisie) et de Portugal central (Portugal).

Métabolites secondaires	Fruit de <i>C.monogyna</i> (Djendouba)	Feuille de <i>C.monogyna</i> (Portugal central)
les alcaloïdes	+	+
les polyphénols	+	+
acide phénolique	+	+
les flavonoïdes	+	+
les proanthocyanidines	+	+
les Anthocyanidines	+	+
Les glucosides	-	+

(-) Résultat négatif, (+) Résultat positif.

D'après les résultats obtenus dans le tableau ci-dessus, il est à noter que *C.monogyna*, est riche en polyphénols, de même nous avons enregistré une présence importante des glycosides au niveau des feuilles.

Les résultats du screening phytochimique dans le tableau (08) réalisé sur les feuilles et le fruit de la plante *Crataegus monogyna* récoltée dans deux régions Djendouba

Et Portugal met en évidence la présence des composés chimiques qui possèdent des activités biologiques intéressantes.

Il s'agit des contenus phénoliques aussi la présence des alcaloïdes et les flavonoïdes et ses dérivés (proanthocyanidines, anthocyanidines).

Ces résultats confirment que les substances chimiques détectées dans les extraits hydro-alcooliques des feuilles et des fruits de *Crataegus monogyna* sont conformes aux travaux de (Bouزيد, 2008) qui ont constaté la présence des flavonoïdes, des tanins et des coumarines dans cette plante.

• **Teneur en phénols totaux**

Le dosage des phénols totaux a été effectué par la méthode spectrophotomètre adaptée avec le réactif de Folin-Ciocalteu.

Les résultats obtenus sont exprimés en mg équivalent d'acide gallique par gramme d'extrait sec (mg EAG/gES) en utilisant l'équation de la régression linéaire de la courbe d'étalonnage tracée de l'acide gallique. (voir matériels et méthodes)

Les résultats des taux des phénols des deux régions trouvées sont donnés par le Tableau(09).

Tableau 09 : résultats de dosage des composés phénoliques totaux dans les extraits méthanoliques de *C.monogyna L* récoltée dans deux régions.

Régions	Composées Phénoliques (mg éq. acide gallique / 100 gDW)		
Djendouba (Tunisie)	épicarpe	La pulpe	La graine
	123,35 ± 0,02	122,26 ± 0,16	45,72 ± 0,04
Portugal central (Portugal)	Les feuilles (mg GEA g extrait -1)		
	110,41 ± 1,47		

La concentration des contenus phénoliques dans l'extrait méthanolique de *Crataegus monogyna* récoltée dans la région de Portugal centrale 110,41 ± 1,47(mg GAE g extrait -1) d'extrait qu'on utilise seulement les feuilles de la plante.

L'extrait méthanolique de *Crataegus monogyna* L récoltée dans la région de Djendouba qu'on utilise des différents partie de le fruit : la peau $123,35 \pm 0,02$;

la graine $45,72 \pm 0,04$ et la pulpe $122,26 \pm 0,16$. (mgéq. acide gallique / 100 gDW).

Selon les résultats on distingue que les extraits hydro-alcooliques des feuilles et des fruits de *Crataegus monogyna* sont très riches en composés polyphénoliques.

En effet, la teneur en polyphénols n'est pas stable, et se diffère d'une plante à une autre et aussi entre les fruits et les feuilles, ce qui est le cas de *Crataegus monogyna*. Le contenu polyphénolique varie qualitativement et quantitativement d'une plante à une autre et d'un organe à un autre, cela peut être dû à plusieurs facteurs : facteurs climatiques, patrimoine génétique, le stade de développement de la plante et son degré de maturation, la période de sa récolte, la durée de stockage, la méthode d'extraction et la méthode de quantification des composés d'intérêt biologique (Aganga, 2001 ; Renault et al., 2001 ; Fiorucci, 2006)

• **Teneur en flavonoïdes totaux**

Le dosage des flavonoïdes a été réalisé par la méthode colorimétrique décrite par (Boudiaf ; Djeridane et al., 2006).

Le Quercétine, considérée comme contrôle positif, a permis de réaliser une courbe d'étalonnage, d'où on a calculé la teneur en flavonoïdes des différents extraits, qui est exprimé en mg équivalent de Quercétine (EQ) par gramme de matière d'extrait sec .

Les résultats des taux des flavonoïdes dans l'extrait des deux régions sont mentionnés dans le tableau suivant :

Tableau 10 : résultats de dosage des Flavonoïdes dans les extraits méthanolique de *C.monogyna* L récoltée dans deux régions.

Régions	Flavonoïdes (mg éq. rutine /100 gDW)		
Djendouba (Tunisie)	épicarpe	La pulpe	La graine
	$198,53 \pm 0,11$	$160,35 \pm 0,1$	$96,01 \pm 0,01$
Portugal central (Portugal)	Les feuilles (mg Extrait QE g ⁻¹)		
	$29,94 \pm 1,85$		

Les flavonoïdes représentent la sous classe la plus importante et la plus répandue des polyphénols. La comparaison des valeurs en flavonoïdes des deux extraits, fait constater que l'échantillon de Portugal a une concentration $29,94 \pm 1,85$ (mg QE g⁻¹) d'extrait.

Alors que l'échantillon de Tunisie se montre de différents concentration de flavonoïdes dans trois parties de la plante la peau $198,53 \pm 0,11$; la pulpe $160,35 \pm 0,1$; et la graine $96,01 \pm 0,01$ (mg éq. rutine / 100 gDW).

Les résultats de la teneur des phénols et des flavonoïdes de la plante de *Crataegus monogyna* est récoltée dans la station de Portugal sont en accord avec les études de **Luis A et al., (2011)**, qui rapportaient une forte teneur en phénols ($225,5 \pm 2,5$) (mg GAE g⁻¹ extrait) d'extrait Méthanolique) et une forte teneur aussi en flavonoïdes (45 mg QE g⁻¹ d'extrait Méthanolique).

ces différences peut être lié à plusieurs facteurs tels que l'utilisation de différents solvants, les conditions d'extraction (**Lopez et al., 2018**) avec la région de récolte ou le climat (**Herbmed et al., 2012**).

D'après ces résultats on constate que les feuilles de *Crataegus monogyna* sont moins riches en composés en flavonoïdes que les fruits de la même plante. La faible spécificité du réactif de Folin-Ciocalteu est l'inconvénient principal du dosage colorimétrique, cependant **Nazck et Shahidi, (2004)** explique que le réactif du Folin ciocalteu est un réactif non spécifique est extrêmement sensible à la réduction de tous les groupes d'hydroxyles non seulement celles des composés phénoliques, mais également de certains sucres, protéines et même des acides organiques (**Ali et al., 2014**).

La teneur de flavonoïdes de l'extrait hydroalcoolique des feuilles de *Crataegus*, rapporté par (**Yoo et al., 2008 ; Bouzid, 2009**) est équivalent à 4.07 mg Eq/g sont faibles par rapport à nos résultats, toutefois il est difficile de comparer ces résultats avec ceux de la bibliographie car l'utilisation de différentes méthodes d'extraction réduit la fiabilité d'une comparaison entre les études.

• Identification des composés phénoliques par HPLC

Pour l'identification des composés phénoliques de *C.monogyna* été réalisée par analyse HPLC TOF/MS.

La combinaison de la chromatographie liquide à haute pression (HPLC) à la spectrométrie de masse à temps de vol (TOF / MS) à haute résolution fourni des capacités puissantes pour l'analyse chimique.

Cette analyse a permis d'identifier des polyphénols représentant des teneurs différentes qui sont présentés dans le tableau (11) et la figure (06).

Tableau 11: HPLC-PDA-ESI /MS n de composés phénoliques de *Crataegus monogyna* .L extrait de feuilles et ses fractions à Portugal central.

Pic Rt (min)	λ_{max} (nm)	HPLC-PDA-ESI / MS n m / z (% pic de base)			Identification provisoire ^{une}	Composés détectés				
		[MH] ⁺	MME ₁	MME ₂		Extrait	F1	F2	F3	F4
1	2,17	-	191	173, 171, 127 , 111, 93, 85	109 , 85, 83, 81	Acide quinique [19]	+	-	++	-
2	7,75	242, 299 sh, 321	353	191 , 179	173 , 171, 154, 127, 111, 109, 93, 87, 85	Acide 3-caféoylquinique [24]	+	-	--	-
3	15,76	280	577	451, 425 , 413, 407, 289	407 , 381, 273	Dimère de procyanidine [25]	+	-	++	-
4	16,55	299sh, 326	353	191 , 179	173, 171, 155, 127 , 111, 109, 93, 87, 85	Acide 5-caféoylquinique * [24]	+	-	++	-
5	17,90	280	289	245 , 205, 179	227, 217, 203 , 187, 161	Épicatéchine *	+	-	+-	-
6	18,07	280	865	847, 739, 713, 695 , 587, 577, 575, 543, 451, 449, 425, 407, 287	677, 543 , 525, 451, 407, 405, 289, 243	Procyanidin trimère [25]	+	-	++	-
7	19,70	273sh, 284, 321	577	457, 413 , 293	323, 293	Vitexin- O-isomère de rhamnoside [26]	+	-	+	+
8	21,07	271, 283, 331	577	457, 413 , 293	323, 293	Vitexin- O-isomère de rhamnoside	+	-	-	+
9	21,14	271sh, 283, 322sh	449	287	269, 161, 151 , 125	Hexoside de dihydrokaempférol [27 , 28]	-	-	+	-
dix	22,83	268, 292sh, 339	577	457, 413 , 293	323, 293	Vitexin- O-isomère de rhamnoside	+	-	+	-
11	24,90	269, 291 sh, 340	577	457, 413 , 293	323, 293	Vitexin- O-isomère de rhamnoside	+	-	+	+
12	30,37	259, 266sh, 291sh, 351	463	301	273, 257, 179 , 151	Quercétine-3- O-galactoside *	+	-	+	+
13	30,71	264, 303 sh, 349	463	301	273, 257, 179 , 151	Quercétine-3- O-glucoside *	+	-	+	+
14	31,13	259sh, 266, 290sh, 347	609	301	273, 257, 179 , 151	Quercétine-3- O-rutinoside *	+	+	-	+
15	33,56	269, 340	619	499, 413 , 293	293	4'' - Acétylvitexine-2'' - O-rhamnoside [29 , 30]	+	+	+	+

Chiffres en gras: les fragments de masse les plus abondants

+ - composés détectés; - — composés non détectés; F1— n- fraction hexane; F2-fraction éther diéthylique; F3 - fraction d'eau distillée; F4 - pastille; nd - non déterminé; sh — épaulement* Composés élués avec gradient II* *

Identification confirmée aux normes /une Tentative d'identification appuyée sur les données de la littérature

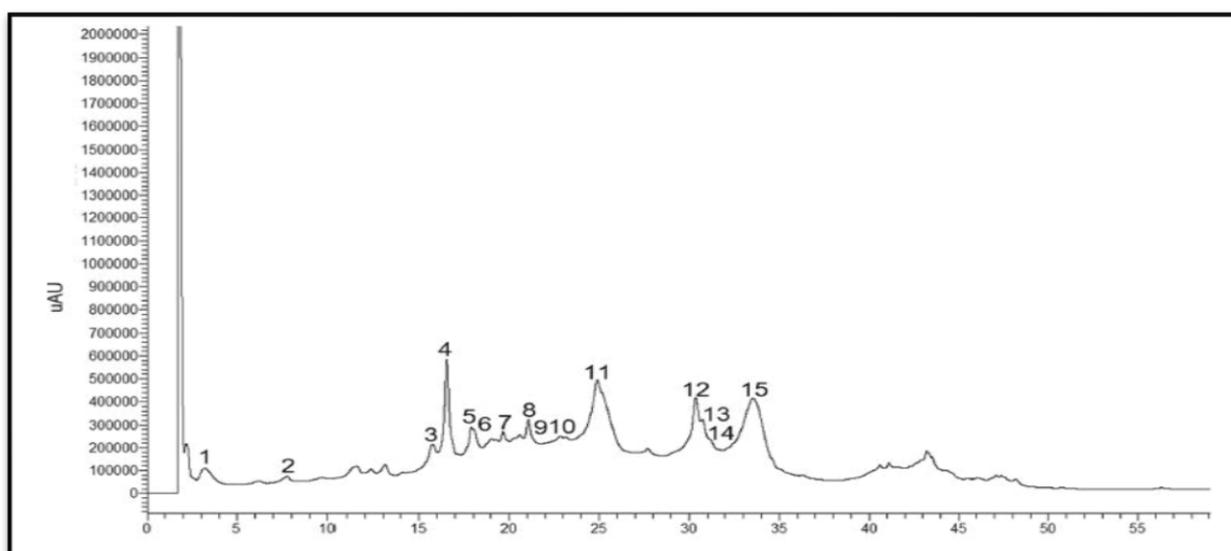


Figure 07: Profil phénolique HPLC-PDA de *Crataegus monogyna* extrait enregistré à 280 nm à Portugal central.

Dans un extrait méthanolique de *C.monogyna L.* des feuilles, 15 polyphénols, acide quinique (pic 1) et ses deux dérivés (acide 3-caféylquinique et 5-caféylquinique, (pics 2 et 4), respectivement), un flavan-3-ol (épicatéchine, pic 5) et deux oligomères (dimère et trimère de procyanidine, (pics 3 et 6), respectivement) ont été identifiés.

Neuf flavonoïdes ont été détectés: l'apigénine O- dérivés glycosylés (pics 7, 8, 10 et 11) et acétylé (pic 15), et O- dérivés glycolyses de la Quercétine (pics 12 - 14) et du dihydrokaempférol (pic 9) Figure (09) et tableau (12).

sur la base des données de la littérature (Prinz et al., 2007; Barros et al., 2012), Ce composé a été identifié comme le 4''' - acétylvitexine-2'' - O- rhamnoside, un phytoconstituant important pour le *C. monogyna* chimio taxie

2. Activité antioxydante

• **Test de DPPH** L'activité anti-oxydante des extraits est exprimée en CI_{50} , elle définit la concentration efficace du substrat qui cause la perte de 50% d'activité du radical DPPH. La CI_{50} la plus faible présente l'activité la plus forte, elle est capable de récupérer les radicaux, en particulier les radicaux peroxydés qui sont les propagateurs d'auto-oxydation des molécules lipidiques et rompre ainsi la réaction en chaîne des radicaux libres. Les résultats obtenus lors du test de mesure de pourcentage d'inhibition du radical DPPH sont enregistrés dans le tableau (12).

Tableau 12 : Activité antioxydante d'extraits et de composés standard utilisant la méthode DPPH présentés sous forme de moyenne \pm écart-type.

Régions	IC 50 ($\mu\text{g ml}^{-1}$)			activité antioxydante
Djendouba (fruits)	épicarpe	La pulpe	La graine	Forte
	750	720	540	
Portugal central (Feuilles)	36,11 \pm 11,63			Forte

DPPH, 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyle; IC 50, la moitié de la concentration inhibitrice maximale; AAI, indice d'activité antioxydante.

Dans la présente étude, l'activité antioxydante de *Crataegus monogyna* déterminé par la méthode de dosage de l'activité de piégeage des radicaux libres dans l'extrait et gamme standard entre 750 et 540 ($\mu\text{g ml}^{-1}$) tableau (12).

Il a été observé que la capacité des matériaux d'essai (antioxydants purs et l'extrait de fruit) à piéger le DPPH a été évaluée sur la base de leur valeur CI_{50} , définies ci-dessus comme la concentration du matériau d'essai à diminuer l'absorbance à 515 nm (ou concentration) de DPPH solution à la moitié de sa valeur initiale. Ces valeurs CI_{50} de crataegus extrait de fruit sont données en tableau (12) on peut voir que la peau et la pulpe de la plante présente une valeur de CI_{50} (750 ; 720) ($\mu\text{g ml}^{-1}$) respectivement, Par contre la valeur de CI_{50} dans la graine est (540) ($\mu\text{g ml}^{-1}$)

Ce résultat peut être attribué à la teneur phénolique plus élevée de la peau et de la pulpe. L'activité de piégeage des radicaux DPPH plus élevée est associée à un CI₅₀ inférieur. On peut conclure que La teneur totale en antioxydant est influencée par les différentes parties de fruit ainsi que la peau était la riche source de composée antioxydante.

Les résultats de l'activité antioxydante ont montré que les phases Ether diéthylique (ED) et Acétate d'éthyle (AE) des feuilles et des fruits de *Crataegus monogyna* dans le tableau (12) avaient montrés de forte valeurs de l'activité antioxydante pour la concentration des fruits et de (36,11) ($\mu\text{g mL}^{-1}$), pour la concentration des feuilles, on suppose que les extraits présentant plus d'activité antioxydante sont plus riches en composé flavoniques doués d'une activité de piégeage des radicaux libres dont cette activité est strictement liée à la structure du composé flavonique lui-même dont de nombreuses études ont établi la relation entre la structure et l'activité anti radicalaire des flavonoïdes (**Amic et al., 2003 ; Marfak, 2003 ; Sokol, Letowska, 2007**) cette structure nécessite trois critères : 1/ La structure ortho-dihydroxy sur le cycle B 2/ La double liaison C2-C3 en conjugaison avec la fonction 4-oxo 3/ La présence du groupement OH en position 3 et 5 en combinaison avec la double liaison C2-C3 qui donne une activité anti radicalaire maximale.

On peut conclure que pour les deux régions le CI₅₀ est inférieur est associée à une activité antioxydante très élevée.

- **Test de blanchissement B-carotène / acide linoléique** : La capacité anti-oxydante des extraits est déterminée en mesurant l'inhibition de la dégradation oxydative du β - carotène par les produits d'oxydation de l'acide linoléique selon la méthode décrite par **Miralia kbari et Shadidi (2008)**.

Ces résultats suggèrent que les extraits de *C.monogyna* ont une capacité considérable de réagir avec les radicaux libres pour les convertir en espèces non réactives et interrompre la chaîne des réactions radicalaires.

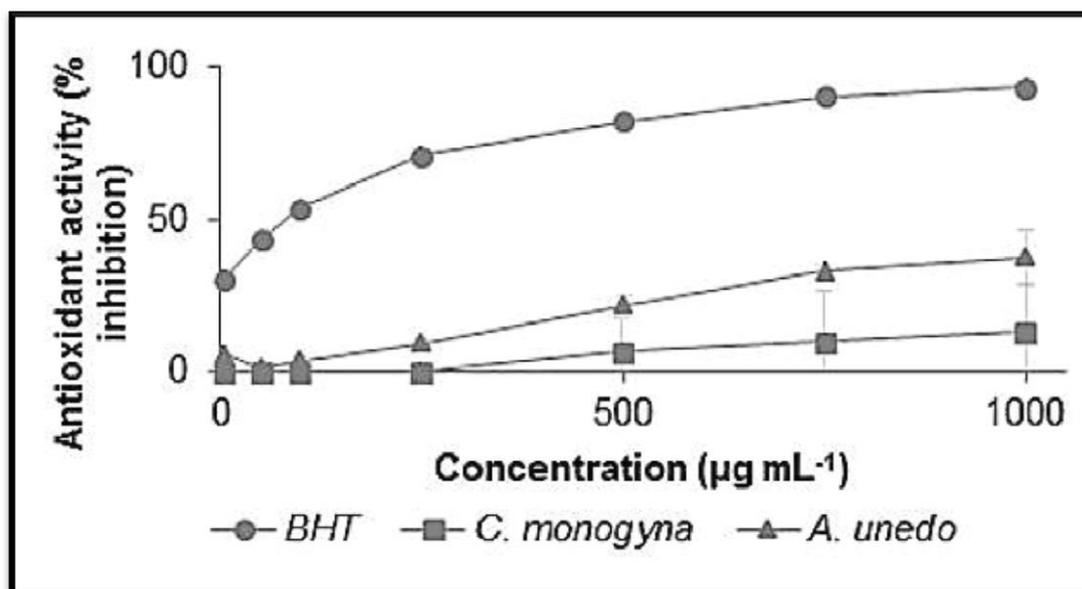


Figure 08: Activité antioxydante des extraits méthanoliques et de l'hydroxytoluène butyle standard (BHT) par dosage de blanchiment au β -carotène en Portugal central.

Les résultats du test de blanchissement β -carotène dans la figure (11) afficher que l'extrait de *C.monogyna* est actif dans l'inhibition de la peroxydation lipidique.

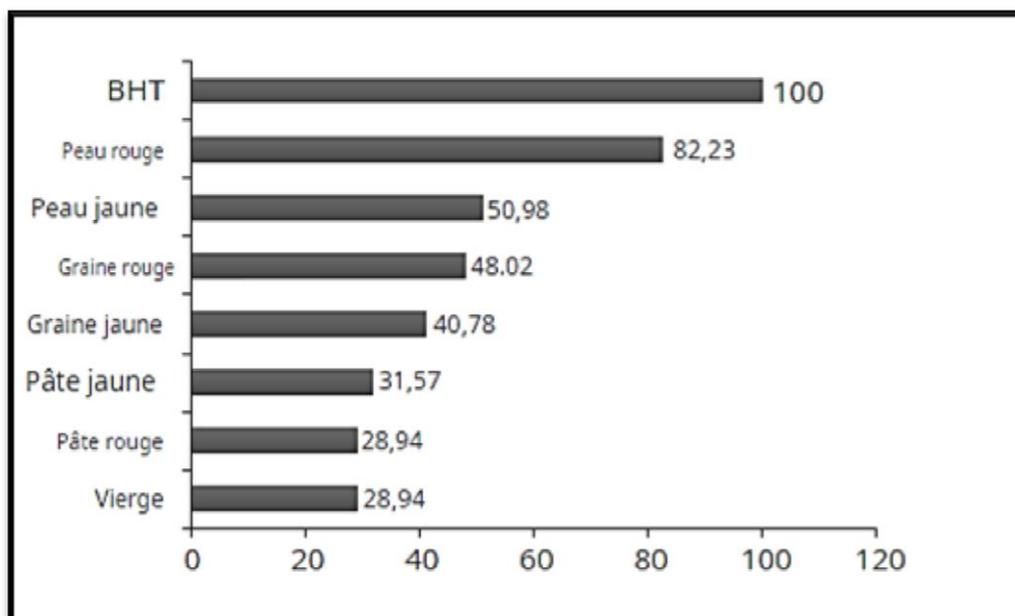


Figure 09 : Activité antioxydante relative de l'extraits fruit de Crataegus et contrôle positif (BHT) en dosage de β -carotène / acide linoléique en Djendouba.

D'après la figure(08) l'activité antioxydante relative de *C.monogyna* les extraits augmentaient avec les parties de la plante dans le dosage de β -carotène / acide linoléique, nous avons pu conclure que les résultats étaient cohérents avec les données obtenues à partir de test DPPH.

L'extrait de l'écorce de fruit a montré une activité antioxydante très élevée (82.23%) par rapport à la graine et la pulpe (48.02%) (28.94%) ; ces résultats impliquent que les capacités antioxydantes potentielles de la peau *C.monogyna* ont été attribués aux composés phénoliques de cette espèce.

Le dosage de β -carotène / acide linoléique est une décoloration de β -carotène en réaction avec un radical libre d'acide linoléique. Ce radical est formé à température élevée lors de l'élimination de l'atome d'hydrogène situé entre deux doubles liaisons de l'acide linoléique (**Amarowicz et al., 2004**).

La conséquence est la perte de conjugaison et, par conséquent, une diminution de l'absorbance à 470 nm. Les antioxydants présents en solution peuvent empêcher la dégradation de β - carotène en réagissant avec le radical libre linoléate ou tout autre radical formé solution dans la réduction de l'absorbance de l'émulsion de β - carotène/linoléate en présence des extraits est présentée dans la Figure(08).

Conclusion

Ce présent travail a pour objectif de l'évaluation de l'activité antioxydante de l'aubépine (*Crataegus monogyna*). Les travaux de recherche réalisées par (Alexendra et al., 2016) et (Farouk et al., 2013) Sur lesquels nous sommes basées.

Le criblage phytochimique basé sur des tests spécifiques a permis de caractériser les flavonoïdes, les tanins, les coumarines, les alcaloïdes et les anthraquinones, ces métabolites secondaires ont de grandes valeurs thérapeutiques.

L'analyse qualitative des extraits par HPLC suppose la présence probable des flavonoïdes, ces molécules sont considérées comme les composés antioxydants les plus actifs de la famille des flavonoïdes. L'estimation quantitative des polyphénols totaux et des flavonoïdes totaux dans les extraits analysés montre que sont les plus riches en ces métabolites.

L'activité antioxydante des extraits méthanoliques des feuilles et des Fruits de *Crataegus monogyna*, vis-à-vis du radical libre DPPH révèle que les organes sélectionnés de cette plante possèdent un grand pouvoir antioxydante.

Les résultats de cette étude montrent que les différences des teneurs en antioxydants ainsi que les activités antioxydants cela peut être dû aux facteurs géographiques et climatiques des sites de récolte.

Ces résultats restent très intéressantes, il serait donc intéressant de pour suivre les investigations sur cette plante d'intérêt en se focalisant sur d'autres phases et de déterminer de nouvelles molécules bioactives naturelles ayant la capacité de répondre aux différents problèmes de la santé et d'être un alternatif des médicaments synthétiques.

Enfin, il serait souhaitable d'élargir l'échantillonnage à l'ensemble du territoire algérien, voir les pays voisins pour mieux appuyer ces résultats et d'étudier l'effet géographique à un spectre plus large et aussi évaluer les différences liées aux sous-espèces. Il serait aussi intéressant d'identifier les composés phénoliques d'aubépine, et mesurer leurs quantités par d'autres méthodes. Il est aussi important de suivre cette étude par des applications *in vivo* afin d'évaluer l'effet d'aubépine sur l'organisme vivant.

Référence

1. **Abdeddaim M.**(2016). Etude de la composition biochimique des fruits de cinq espèces végétales présentes dans la région des Aurès en vue de leur utilisation alimentaire ou pharmacologique. Thèse de doctorat. Université Ferhat Abbas Sétif 1. Alger
2. **Alexandra T. Coimbra, Ângelo, FS Luís, Maria T, Batista, Susana MP Ferreira, Ana Paula C. Duarte.**(2020) Caractérisation phytochimique, extraits d'évaluation des bioactivités avec amphotéricine B et effet synergique de *Arbutus unedo* et *Crataegus monogyna*. Revue Portugaliennne en agronomie.
3. **Amor L.**(2017). Composition chimique et activités biologiques des extraits de *Crataegus oxyacantha* L. (Rosaceae).Thèse de doctorat .Université Ferhat Abbas Sétif1. Alger.
4. **Atalay Sokmen, Malika Trabelsi-Ayadi** (2013). Contenu phénolique et potentiel antioxydant de *Crataegus* Fruits cultivés en Tunisie comme déterminé par DPPH, FRAP et- Dosage de carotène / acide linoléique. *Revue Turquie en chimie*
5. **Aymonin G.** (1993). Guide des arbres et des arbustes. Sélection du reader's Digest(Ed). Paris, 351p.
6. **Behera J. N. and Rao J.,** (2006). A Ni²⁺ (S = 1) Kagome Compound Templated by 1,8.
7. **Beloued A., 1998.** Etymologie des noms de plantes du Bassin Méditerranéen.
8. **Bengherbi A, Be, madjdoub S.**2018 . Evaluation de l'activité antioxydante du miel additionné d'un fruit sec.Memoire de master. Université A- MIRA Bejaia .Alger
9. **Benhamama L.**(2015). Contribution à l'étude phytochimique et évaluation de l'activité Antioxydante de la plante médicinale *Crataegus monogyna*.*Memoire de master*. Université des Frères Mentouri Constantine. Alger.
10. **Boudiaf K.** Etude des effets anti-xanthine oxydoreductase et anti -radicalaires des extraits des graines de *Nigella sativa*. 2006. Mémoire de magister –Université de Sétif .
11. **Boudjada A.**(2018). Etude phytochimique de deux espèces *Crataegus azarolus*L. (Rosaceae) et *Dioscorea communis*L. (Dioscoreaceae).Thèse de doctorat . Université des Frères Mentouri Constantine. Alger.
12. **Boudraa E.** (2019).Les effets d'incorporation de la poudre du fruit *Crataegus monogyna* Jacq sur la qualité d'un lait fermenté type yaourt ferme. Mémoire de master.Université Akli Mohend Oulhadj Bouira. Alger.

13. **Boudraa S.**(2008). Etude de la fraction minérale et vitaminique des fruits de *Celtisaustralis*L., *Crataegus azarolus*L., *Crataegus monogyna* Jacq., *Elaeagnuanguustifolia*L. et *Ziziphus lotus* L.. Mémoire de magister. Université el Hadj Lakhdar. Batna.
14. **Boutahraoui R,Haddoudi Dj.**(2020).Impact du stress hydrique sur Impact du stress hydrique sur l'anatomie des feuilles, la teneur en polyphénol et le pouvoir antioxydant des feuilles du *Marrubium vulgare* L récoltée dans deux régions différentes .
15. **Bouزيد W.** (2009) Etude de l'activité Biologique des extraits du fruit de *Crataegus monogyna jacq.* . Mémoire de Magister. Université Elhadj Lakhder -Batna.
16. **Christophe, P. & Christophe S.** (2011). Physiologie, pathologie et thérapie de la reproduction chez l'humain. *Edition Springer*, p 84.
17. **Couplan F.,** 2000. Dictionnaire étymologie de botanique.Delachaux et Niestlé (Ed). Paris, 238p.
18. **Diazacubane.***American of Chemistry Society* **128** (29): 9334 -9335.
19. **Dineshk.,Vikrant A., ZulfiGar A.B., Nisar A K., Deo N.P.** The genus Dismutase extract promotes antioxidant defences and protects against oxidative stress. *PhytotherRes.* 18(12): 957-62.
20. **Djemai Z.S.** (2008). Etude de l'activité biologique des extraits du fruit de *Zizyphus lotus* L. Mémoire de magister. Département de biologie .Université -El Hadj Lakhder –Batna .06P .
21. **Djerroumi A., Nacef M.** 2004. 100 plantes médicinales d'Algérie. Ed. Palais du livre.51-108p.
22. **Dufour A. et Dupin C.** (2015).Ma Bible de l'Alimentation Détox : Le livre de référence pour préserver votre santé. Leduc.s Editions. Paris. 59.
23. **Edwards.J.E., Brown.P.N., Talent.N., Dickinson.T.A., Shipley.P.R.** (2012). A review of the chemistry of the genus *Crataegus*. *Phytochemistry***79**: 5–26.
24. **FaroukMraihi, Mohamed Journi, Jamila KalthoumChérif, Munevver Sokmen,** fruits du Figuier de Barbarie (*Opuntia Ficus Indica*). 2006. *Lebanese Scienc*
25. **Garcia M.D., Saenz M.T., Ahumada M.C .Cert A.,** 1997. Isolation of threeriterpenes and several alifatical *Crataegus monogyna* Jacq. *Journal of chromatography.* 76(7) : 340-342
26. **Gonzalez - Trujano M.E., Pena E.I., Martinez A.L., Moreno J., Guevara - Fefer P., Deciga Campos M., Lopez - Munoz F.J.** Evaluation of the antin-ociceptive effect of *Rosmarinus officinalis* L. using three different experimental models in rodents. 2007. *Journal of Ethnopharmacology.* 111: 476 -482.
27. **Guyen K. Yucel e., Cetintas F.,**(2006). Antimicrobial Activities of Fruits of *Crataegus* and *Pyrus*Species. *Pharmaceutical Biology,* 44(2):79–83.

- 28. Hamdaoui, M., Mehdadi Z., et Chalane, F., 2015.** "Evaluation quantitative de quelques polysaccharides pariétaux et polyphénols chez l'aubépine monogyne (*Crataegus monogyna* Jacq.) du Mont de Tessala (Algérie Occidentale)". *European Journal of Scientific Research*, 128: 233-244.
- 29. Hamidi A.** Etude phytochimique et activité biologique de la plante *Limoniastrum guyonianum*. **2012.** Mémoire de Magistère. Université Kasdi Merbah Ouargla.
- 30. Harborne ET Williams C.A (2000).** Anthocyanins and other flavonoid. Naturel product reports 15,631-652.
- 31. Harborne J.B., Baxter H. (1999).** « The handbook of natural flavonoids», Chichester, Health and Disease (volume 1). PressAcademic, USA. 1-26; 2
- 32. Hodekp.Trefil P., Stiborova M.** Flavonoids -potent and versatile biologically active compounds interacting with cytochromes P450. 2002. *Chemico-Biological Interactions*. 139: 1-21.
- 33. Hollman P.C.H., Hertog M.G.L., Katanc M.B.** Analysis and health effects of flavonoids. 1996. *Food chemistry*. 51: 43 -46.
- 34. Kashyap CP, Arya V., Thakur N.** Ethnomedicinal and phytopharmacologic potential of *Crataegus* - A review. 2012. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*. S 1194-S 1199.
- 35. KhatiL,Tajenant D.** (2016). Evaluation de l'activité antioxydante et antimicrobienne des extraits phénoliques d'*Urticadioica*L. Mémoire de master. Université Mouloud Mammeri Tizi- Ouzou .Alger.
- 36. KordinHerz-Kreislauf-Tropfen** as add-ontreatment in older patients with orthostatic hypotension phytomedicine.12: 395-402.
- 37. Koyuncu T., Pinar Y. and Lule F., 2007.**Convective drying characteristic of azerole red (*Crataegus monogyna* Jacq) and yellow (*Crataegus aronia Bosc*) fruits. *Journal of Food Engineering*, 78 (4):1471-1475.
- 38. Kroll M., Ring C., GausW.AndeHempel B., 2005.** A randomized trial .
- 39. Lahouel M., Boulkour S., SeguenI, N., Fillastre J.P.** The flavonoids effect against vinblastine, cyclophosphamide and paracetamol toxicity by inhibition of lipid peroxydation and increasing liverglutation et concentration. 2004. *Pathologie Biologie*. 52: 314-322.

- 40. Lerverve, X.** (2009). Stress oxydant et antioxydants ? Cahiers de Nutrition et de Diététique, 44(5), pp.219-224.
- 41. Li J., Jiang Y. Litchi** Flavonoids: Isolation, Identification and Biological Activity. 2007. Molecules. 12: 745-758 *Limoniastrum guyonianum*. **2012.** Mémoire de Magistère. Université Kasdi Merbah Ouargla.
- 42. Maataoui B.S., Hunyeur A., Hilalis.** Activités anti radicalaires d'extraits de jus de de fruits du Figuier de Barbarie (*Opuntia Ficus Indica*). 2006. Lebanese Science Journal. 7(1) : 3-8.
- 43. Marfak.A** (2003). Radiolyse gamma des flavonoïdes. Etude de leur réactivité avec les radicaux issus des alcools : formation de depsides. Thèse de doctorat. Limoges.
- 44. Martin Mairesse.** (2020) Des conseils simples et pratiques sur les plantes qui soignent. [site Web].consulté le 30 avril 2020. <https://www.lemonde-des-plantes.com/aubepine-plante-apaise-anxiete-tonifie-coe-> le site lefigaro.fr, consulté le 13avril2018. <https://www.lefigaro.fr/jardin/fiche-plante/2016/07/13/30011-20160713FICFIG00030-aubepine-une-etonnante-longevite.php>.
- 45. Mazzochi J., Dalioche G., Frenot U.,** 1999. Glaner dans le midi. Tetrass(Ed). Paris, 169p
- 46. Messaili B.,** 1995. Botanique, systématique des spermaphytes.OPU(Ed). Alger,91o.
- 47. Messegue M.** 1975. Mon herbier de santé. Ed. Robert Laffont. 52-232.
- 48. Middleton E., Kandaswami C., The Oharides T.C.** The Effects of Plant Flavonoids on Mammalian Cells: Implications for Inflammation, Heart Disease, and Cancer. 2000. Pharmacology Revision. 52: 673 -751.
- 49. Middleton JR.E., Chithan K.** (1993).The impact of plant flavonoids on mammalianbiology: implications for immunity, inflammation and cancer. In: Harborne JB, editor.
- 50. Milane H.,** La quercétine et ses dérivés : molécule à caractère pro-oxydant ou capteurs de radicaux libres, études et applications thérapeutiques. 2004. Thèse de doctorat. Université de Strasbourg Pagès.Samantha,(18/10/19)Aubépine : bienfaits et effets secondaires de l'infusion. Le Journal des femmes. France..
- 51. Papazian, L. & Roch, A.** (2008). Le syndrome de détresse respiratoire aiguë, *Edition Springer*, p 153.
- 52. Pierre, L.,** "Le livre des arbres, arbustes & Arbrisseaux". Actes Sud (Éd). 2004. 212-221p.

- 53. Poirier, J.** (2004). L'indispensable pour vivre en santé, *Edition Merlin*, p 72.
- 54. R. Amarowicz, RB Pegg, P. Rahimi-Moghaddam, B. Barl et JA Weil**, «Capacité de piégeage des radicaux libres et activité antioxydante de certaines espèces végétales des Prairies canadiennes», *Chimie alimentaire*, vol. 84, non. 4, pp. 551-562, 2004.
- 55. Raman, C.V.**, (1928). A new radiation. *Indian Journal of Physics* 387.
- 56. Rochette, L.** (2008). Stress oxydant et sepsis. *Réanimation*, 17(6), pp.1-4.
- 57. Rose, J., ET Treadway, S.**, 1999. "Herbal Support for a healthy Cardiovascular system". *Adv. Nutrition Pub. Inc.*, 6 (16): 6.
- 58. Runeton J.** Pharmacognosie, phytochimie des plantes médicinales. 1999. 3éme édition, Tec et Doc (**Poirier, J.** (2004). L'indispensable pour vivre en santé, *Edition Merlin* ED) Paris, 658p.
- 59. Saadoudi M.** Etude de la fraction glucidique des fruits de : *Celtis australis* L. *Crataegus azarolus* L., *Crataegus monogyna* Jacq., *Elaeagnus angustifolia* L et *Ziziphus lotus* L. 2007. Mémoire de magister. Université de Batna.
- 60. Sass-Kiss, A., Kiss, J., Mitotay, P., Kerek, M.M ET Toth-Markus, M.** (2005). Differences in antocyanin and caroténoïde content of fruits and vegetables. *Food Research International*; vol.38, n°8-9, p.1023-1029.
- 61. Skerget M., Kotnik P., Hadolin.M., Hras A.R., and Simoncic., Knez z.** (2005). Phenols, proanthocyanidins, flavones and flavonols in some plant materials and their antioxidant activities. *Food chem.* 89: 191-198.
- 62. Sparksa T.H., Martinb T.**, 1999. Yields of hawthorn *Crataegus monogyna* berries under different hed gerow management. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 72:107-110.
- 63. Spignolig., Mercati v, Boncompagni e.** 1999, Guida Bibliografica più notin fitoterapici. 1° Edizione, Italie, ABOCA(Ed) ,317p.
- 64. Sqalli, H., A., El ouarti, A., Ennabili, et al., 2007.** " Evaluation de l'effet antimycobactérien de plantes du centre - nord du Maroc". *Bull soc pharm.* Bordeaux (146): 271-88
- 65. Tieppo J., Vercelino R., Dias A.S., SilvAVazm.F., Silveira T.R., Marroni C.A., Marronin.P., HENRIQUES J.A.P., PICADA J.N.** Evaluation of the protective effects quercetin in the hepato pulmonary syndrome. 2007. *Food and Chemical Toxicology.* 45: 1140-1146.

- 66. Tigrine S, Moudache K.** (2013). Activité antioxydante des extraits polyphénoliques De l'aubépine. mémoire de master. Université Abderrahmane MIRA de Bejaia .Alger.
- 67. Vouldoukis I., Conti m., Krauss P., Blazquez S., Tefit M., Mazier D., Calenda A. and Dugas B.** (2004). Supplementation with gliad in-combined plant superoxide
- 68. Watson R-R., Preedy V-R. et Zibadi S.** (2013). Polyphenols in Human.
- 69. W. Brand-Williams, ME Cuvelier et C. Berset,**(1995). «Use of a free méthode radicale pour évaluer l'activité antioxydante, » Science et technologie des aliments - Lebensmittel-Wissenschaft et Technologie, vol. 28, non. 1, pp. 25-30.
- 70. XU Y.C., Leung S.W.S., Yeung D.K.Y., HU L.H., Chen G.H., CHE C.M., MAN, R.Y.K.** Structure-activity relationships of flavonoids for vascular relaxation in porcine coronary artery. 2007. Phytochemistry. 68: 1179 -1188.
- 71. Yi z., Yan Y., Liang Y., et Zeng B.** (2008). In vitro antioxidant and antimicrobial activities of Pericarpium Citri Reticulatae of a new Citrus Cultivar and its main flavonoid. LWT, 41:597 603.
- 72. Zhang X.** (2002). WHO monographs on selected medicinal plants Volume 2. World Health Organisation, 69-329.