

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE MOULOU MAMMERI, TIZI-OUZOU
FACULTE DES SCIENCES BIOLOGIQUES ET DES SCIENCES AGRONOMIQUES
DEPARTEMENT DES SCIENCES ALIMENTAIRES



Mémoire de Fin de cycle

En vue de l'obtention du diplôme de Master

Filière : **Sciences alimentaires**

Spécialité : **Agroalimentaire et contrôle de Qualité**

Thème

**Contribution à l'élaboration d'un nouveau produit
agroalimentaire.**

Etude de cas : Substitut au café.

Réalisé par :

Nabi Souhila

Rabahi Melissa

Devant le jury :

Mr. SADOUDI. R	Président	Maître de Conférences Classe A	UMMTO
M^{me} BOUDRAA. H	Promotrice	Maître de Conférences Classe B	UMMTO
M^{me} BOUDAUD. S	Examinatrice	Maître de Conférences Classe B	UMMTO

Année universitaire 2024/2025



Remerciements

Louange à Allah, le Tout-Puissant, pour nous avoir accordé la santé,
La patience et la persévérance nécessaires à la réalisation de ce mémoire.
Sans Sa miséricorde et Sa guidance, ce travail n'aurait pas été possible.

Nous tenons à exprimer notre profonde gratitude à toutes les personnes qui ont
contribué, de près ou de loin, à la réalisation de ce mémoire.

Tout d'abord, nous remercions chaleureusement notre promotrice,
Dr. BOUDRAA. H pour son soutien, ses conseils avisés et son encadrement
tout au long de cette recherche.

Nous vous remercions du fond du cœur pour votre confiance en nous.

Nous tenons également à remercier **Mr. SADOUDI. R** qui a accepté d'être
président du jury et **M^{me} BOUDAUD. S** d'avoir accepté d'examiner notre
travail.

Un grand merci également aux ingénieurs des laboratoires de physico-chimie
et Microbiologie pour leur contribution à ce projet.

À nos chers parents, frères et sœurs, amis, nous ne saurions trouver les mots justes
pour exprimer à quel point votre amour, vos encouragements et votre soutien,
confiance en nous a donné l'énergie nécessaire pour aller jusqu'au bout de ce
travail.

Merci à tous.

Melissa et Souhila



Dédicace

Je dédie ce mémoire

À **mes chers parents**, pour leur amour, leurs sacrifices et leur soutien constant
tout au long de mon parcours.

À **mes frères et sœurs**, pour leur affection, leurs encouragements et leur
présence rassurante.

À **ma binôme**, pour son engagement, sa patience et le travail d'équipe accompli
avec sérieux et complicité.

Aux **enseignants** qui ont contribué à ma formation, et tout
particulièrement à **mon encadrement**, pour leurs conseils, leur
disponibilité et leur accompagnement tout au long de ce travail.

Merci à vous tous.





Dédicace

À **mon père et ma mère**, pour leur amour, leur patience et leur soutien

Indéfectible.

Vous avez toujours cru en moi et m'avez encouragée. Votre sagesse et vos conseils m'ont guidée tout au long de c parcours.

À **mon frère Ferhat**, merci pour vos encouragements, votre bonté. Je te souhaite que du bonheur dans la vie et bon courage pour tes études.

À **ma tante Nana Adi**, merci pour votre encouragement de tout mon parcours, votre conseil, merci pour votre présence dans ma vie.

À **mon grand-père**, pour son amour, son soutien, son encouragement dans tout mon parcours. Merci.

À **ma grand-mère**, que Dieu ait son âme, tu restes à jamais dans mon cœur avec ton amour, tes conseils et tendresse.

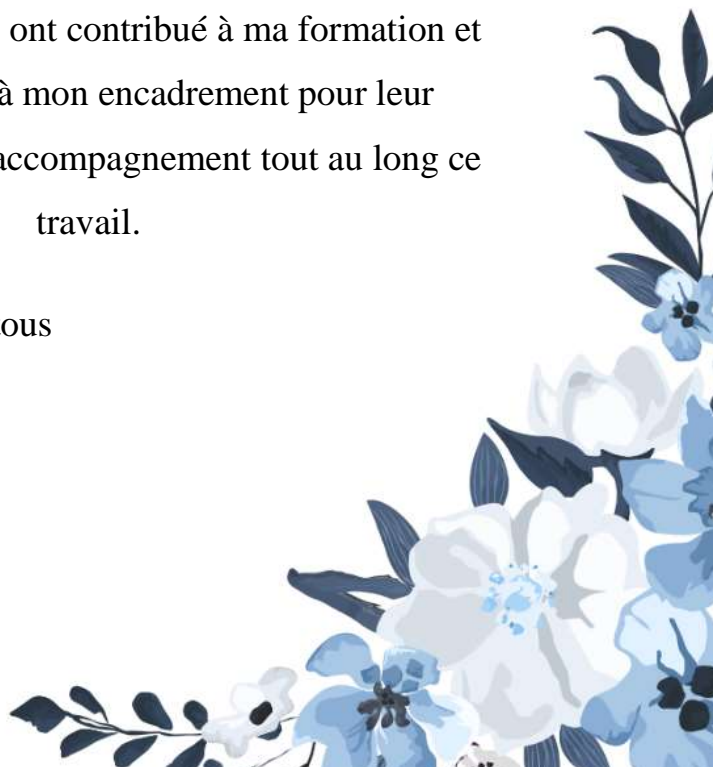
Je t'aime.

À **toute ma famille**, votre présence et vos paroles méticuleuses m'ont donné la force de continuer.

À **ma binôme**, pour son engagement, sa patience et le travail d'équipe.

Aux enseignants qui ont contribué à ma formation et particulièrement à mon encadrement pour leur dévouement et leur accompagnement tout au long ce travail.

Merci à vous tous



Sommaire

Liste des abreviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction 1

Etude Bibliographique

I. Généralités sur le café

I.1. Historique.....	3
I.2. Classification de caféier	4
I.3. Description botanique	4
I.4. Variétés de caféier	6
I.4.1. Coffea Arabica	6
I.4.2. Coffea Canephora	7
I.5. Principaux producteurs de café	7
I.6. Principaux Consommateur de café	8
I.7. Composition chimique du café	8
I.7.1. Eau	9
I.7.2. Caféine	9
I.7.3. Trigonelline	10
I.7.4. Acides chlorogéniques	10
I.7.5. Lipides.....	11
I.7.6. Minéraux	11
I.7.7. Mélanoidines.....	11
I.8. Effets bénéfiques du café sur la santé	11
I.8.1. Maladie de Parkinson.....	12
I.8.2. Maladies cardio-vasculaires.....	12
I.8.3. Maladie d'Alzheimer	12
I.8.4. Diabète de type 2	12
I.8.5. Cancer	12
I.9. Effets préjudiciables du café sur la santé	12
I.9.1. Activité hypercholestérolémique	12

I.9.2. Activité de l'hypertension.....	13
I.9.3. Autres effets préjudiciables possibles	13
I.10. Processus technologique de fabrication du café	13
I.10.1. Traitement des cerises de café.....	13
I.10.2. La torréfaction des grains de café vert	15
I.10.3. Mouture des grains de café	15

II. Généralités sur l'aubépine

II.1. Historique	17
II.2. Etymologie.....	17
II.3. Aire de répartition.....	17
II.4. Noms vernaculaires	17
II.5. Description botanique.....	18
II.6. Classification botanique	19
II.7. Composition chimique de <i>crataegus monogyna</i>	20
II.7.1. Composition en métabolites primaires	20
II.7.2. Composition en métabolites secondaires.....	21
II.7.2.1. Flavonoïdes.....	21
II.7.2.2. Proanthocyanidines.....	22
II.7.2.3. Triterpènes	23
II.7.2.4. Acides Phénoliques.....	24
II.8. Activités biologiques de <i>Crateagus monogyna</i>	24
II.8.1. Effet antidiabétique.....	25
II.8.2. Effet Cardiovasculaires.....	25
II.8.3. Effet hépatoprotecteur	25
II.8.4. Effets anticancéreux.....	25
II.8.5. Autres effets	26
II.9. Effets nocifs de <i>C. monogyna</i>	26
II.10. Différentes utilisations de fruit <i>Crataegus monogyna</i>	27
II.10.1. Utilisation Alimentaires	27
II.10.2. Utilisation médicinale et pharmacologique	27

Partie 2 : Etude expérimentale

III. Matériels et Méthodes

III.1. Cadre de l'étude	28
III.2. Matériel végétal.....	28
III.3. Prétraitement des échantillons.....	28
III.4. Analyse physico-chimique	29
III.4.1. Détermination de la teneur en eau.....	29
III.4.2. Détermination de la teneur en cendres totales.....	30
III.5. Préparation de l'extrait aqueux	30
III.6. Détermination du pH.....	31
III.7. Criblage phytochimiques.....	31
III.7.1. Anthocyanes	31
III.7.2. Glucosides	31
III.7.3. Flavonoïdes	31
III.7.4. Coumarines.....	31
III.7.5. Composé alcaloïdes.....	31
III.7.6. Saponosides.....	32
III.7.7. Terpénoïdes	32
III.7.8. Stérols et triterpènes	32
III.8. Détermination de la teneur en caroténoïde totaux.....	32
III.9. Dosage des sucres totaux.....	33
III.10. Dosage des composées phénoliques.....	33
III.11. Dosage des flavonoïdes totaux	33
III.12. Détermination de la l'activité anti-oxydant DPPH	33
III.13. Formulation et optimisation par plan d'expérience de la boisson aubépine/café	34
III.13. Analyses microbiologiques	35
III.13.1. Préparation des dilutions décimales	35
III.13.2. Recherche et dénombrement de la flore aérobie mésophile totale.....	35
III.13.3. Dénombrement des Coliformes totaux et des Coliformes fécaux.....	35
III.13.4. Recherche de staphylococcus aureus	36
III.13.5. Recherche et dénombrement des levures et des moisissures	36

IV. Résultats et discussion

IV.1. Résultats de la caractérisation physico-chimique	37
IV.1.1. Teneurs en eau, matière sèche, cendres et matière organique	37
IV.1.2. Résultats de pH.....	37
IV.1.3. Résultats de l'analyse phytochimique	38
IV.1.4. Teneur en caroténoïdes totaux	39
IV.1.5. Résultats du dosage des sucres totaux	40
IV.1.6. Teneur en composés phénoliques totaux	40
IV.1.7. Teneur en flavonoïdes.....	41
IV.2. Activité antioxydante.....	41
IV.3. Résultats de l'optimisation et les analyses sensorielles.....	41
IV.3.1. Plan d'expérience et validation	42
IV.3.2. Résultats de l'étude comparative de la formule optimisée avec les deux groupes témoins	42
IV.4. Analyses microbiologiques.....	43
IV.5. Résultats de la caractérisation physico-chimique de la formule optimisée	44
IV.5.1. pH	44
IV.5.2. Teneurs en composés phénoliques totaux.....	44
IV.5.3. Activité Antioxydante	45
Conclusion.....	47

Références bibliographiques

Annexes

Liste des abréviations

DPPH : Diphenyl-2-picryl-hydrazyl.

C.monogyna : Crataegus monogyna

H% : Pourcentage d'humidité.

MS : Matière sèche.

VRBL : Gélose Lactosée Biliée au cristal Violet et au Rouge neutre.

PCA : Gélose Plate Count Agar.

OGA : Gélose Oxytetracycline Glucose Agar.

JORA : Journal Officiel de la République Algérienne.

MO : Matière organique.

Liste des figures

Figure 1 : Caféier.....	4
Figure 2 : Feuilles et la fleur de caféière.....	5
Figure 3 : Coupe transversal de la cerise de café	6
Figure 4 : Caractéristiques des grains de café Arabica, Robusta et Libera	6
Figure 5 : Répartition mondiale de la production du café.....	8
Figure 6 : Structure chimique de la caféine.....	10
Figure 7 : Séchage de cerises de café en Ethiopie.....	13
Figure 8 : Dépulpeur	14
Figure 9 : Séchage de mouillé humide	14
Figure 10 : Evolution de la couleur du grain de café au cours de la torréfaction	15
Figure 11 : Différentes parties de <i>Crateagus monogyna</i>	18
Figure 12 : Arbuste de <i>Crateagus monogyna</i>	19
Figure 13 : Structures chimiques des sous-groupes de flavonoïdes	21
Figure 14 : Catéchines (procyanidines) de différentes parties de <i>C. monogyna</i>	23
Figure 15 : Triterpènes des parties aériennes de <i>Crateagus monogyna</i>	24
Figure 16 : Situation géographique de récolte	28
Figure 17 : Fruits de <i>Crateagus monogyna</i>	28
Figure 18 : Etapes de la préparation de la poudre de <i>Crateagus monogyna</i>	29
Figure 20 : Diagrammes radar des résultats des analyses sensorielles	43
Figure 21 : Teneur en polyphénols totaux des boissons (Formule optimisée et boisson à 100% aubépine).	45

Liste des tableaux

Tableau 1 : Classification botanique de *Coffea L* 4

Tableau 2 : Composition chimique moyenne des grains de café verts et torréfiés 9

Tableau 3 : Noms vernaculaires de *Crataegus monogyna* 17

Tableau 4 : Composition chimique de fruit du *Crataegus monogyna* 20

Tableau 5 : Valeurs de pH de fruit de *Crataegus monogyna*..... 37

Tableau 6 : Résultats du screening phytochimique de fruit de *Crataegus monogyna* 38

Tableau 7 : Teneur en caroténoïdes totaux du fruit de *Crataegus monogyna*..... 39

Tableau 8 : Sucres totaux des fruits de *Crataegus monogyna* 40

Tableau 9 : Valeurs réelles et codées de plan factoriel incluant les valeurs expérimentales... 41

Tableau 10 : Comparaison des résultats des analyses sensorielles avec les groupes témoins 42

Tableau 11 : Résultats des analyses microbiologiques exprimées en UFC/g. 43

Tableau 12 : Résultats du pH des boissons 44

Tableau 13 : Résultats de l'activité Antioxydante (Formule optimisée et boisson à 100% aubépine). 45

INTRODUCTION

Introduction

Le café est la deuxième marchandise la plus échangée dans le monde après le pétrole. C'est l'une des boissons les plus consommées, avec une consommation qui a progressé de 1,90 % au cours des trois dernières années pour atteindre 9,4 millions de tonnes par an. C'est un élément de grande importance économique (**Triboi, 2024**).

Les deux espèces de caféier les plus cultivées sont l'Arabica et le Robusta. Cette dernière est moins coûteuse et plus facile à cultiver. C'est deux espèces présentent toutefois des différences au niveau du goût, du taux de caféine et du prix (**Nemlin et al., 2009**).

Le café est bien plus qu'une simple boisson : c'est un rituel à la fin des repas ou pendant les pauses, au travail, à la maison, entre collègues ou en famille, boire du café est désormais ancré dans notre quotidien (**Bonnin, 2016**).

Le café est reconnu depuis longtemps pour ses propriétés stimulantes. Il contient notamment de la caféine, un composant majeur qui augmente la vigilance, favorise l'éveil, éloigne le sommeil et améliore la concentration.

Toutefois, une consommation excessive peut aussi devenir source de désagréments : palpitations, insomnies, nervosité et risques de pression artérielle chez les personnes âgées et chez les femmes enceintes. En effet, cette boisson peut avoir des effets néfastes sur le développement fœtal ainsi que des troubles de sommeil engendrés chez les enfants et les adolescents (**Bonnin, 2016**).

La consommation du café présente certains bénéfices, mais il s'agit d'une boisson à consommer avec modération (**Hindmarch et al., 1998**). Ainsi, diverses alternatives ont vu le jour, à l'image de la chicorée, café de noyaux de datte, café de lupin,...etc.

Dans le cadre d'une valorisation d'autres ressources naturelles et locales comme substituant au café, L'aubépine est choisie pour cette étude.

L'aubépine (*Crataegus monogyna*) est une plante médicinale dont le fruit est considéré comme un fruit nutritif en raison de sa richesse en nutriments tels que des acides aminés, des minéraux, de la pectine, de la vitamine C et en substances bioactives telles que l'acide chlorogénique et des flavonoïdes (**Zhang et al., 2022**).

L'objectif de cette étude est l'utilisation de cette plante locale comme un substituant au café afin d'avoir une nouvelle boisson avec des nouvelles les propriétés fonctionnelles et organoleptiques.

Le présent travail est structuré en deux parties principales ; dans la première partie qui est une synthèse bibliographique sur les deux plantes étudiées à savoir le café et l'aubépine. La deuxième partie portera sur l'étude expérimentale qui tiendra sur des essais de la formulation d'une nouvelle boisson aubépine/café ainsi que sa caractérisation physicochimique, microbiologique et sensorielle, suivie par une conclusion et des perspectives d'avenir.

ETUDE

BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE I

GÉNÉRALITÉS SUR LE CAFÉ

I. Généralités sur le café

I.1. Historique

L'histoire de la découverte du café est tissée de main de maître. Il est assez difficile de savoir laquelle est la plus juste, plusieurs versions existent quant à la découverte de cette plante. Il est difficile de savoir laquelle est juste (**Bouvenot, 2016**).

Une histoire, souvent citée, raconte comment un jeune chevrier chercha les chèvres partout et finit par les découvrir. Sous les arbres de la forêt, elles bêlaient avec ardeur, Il remarqua bientôt qu'elles mangeaient les belles feuilles luisantes et les petites baies rouges d'un arbuste. Ce jeune décide de goûter ce fruit lui-même. Après avoir mangé quelques graines pleins d'énergie, léger et joyeux, il se mit à folittrer avec ses chèvres (**Jeanguyot et al., 2003**).

Selon une autre légende, un saint homme vivant à Moka. Il est exilé dans les montagnes du Yémen. Un jour, il survit presque mort de faim. Il cueillit un fruit. Il en manger. Il remplit un pot de terre. Puis il boit l'eau. Ils découvrirent alors « l'arbre du caféier » (**Jeanguyot et al., 2003**).

Une autre histoire, qui semble être la plus juste, raconte que le caféier est originaire des montagnes du sud de l'Éthiopie, Au milieu et à la fin du XVI^e siècle, des marchands arabes importaient du café du sud de l'Éthiopie en Arabie(**Jeanguyot et al., 2003**).

Au XVI^e siècle, le Yémen a connu une période de prospérité due aux plantations de caféiers Puis, à partir du milieu du XVI^e siècle, Tout d'abord touchés par la nouvelle boisson en Orient musulman, puis, les pays d'Europe. Ils étaient alors les seuls fournisseurs de cette boisson jusqu'à l'arrivée sur le marché du café exotique. Les colonies néerlandaises puis françaises firent tomber ce monopole(**Jeanguyot et al., 2003**).

En 1706, un nouveau transfert de café à Amsterdam, à la suite des ordres des autorités coloniales néerlandaises. De 1706 à 1714, les cultivateurs maîtrisent la culture des caféiers dans les serres d'Amsterdam et les premières plantations indonésiennes et des exportations de café débutent en 1711, puis le transfert vers Paris, Londres, l'Allemagne, l'Italie mais également vers les colonies néerlandaises d'Amérique (**Blanchard, 2022**).

I.2. Classification de caféier

Aujourd'hui environ 80 espèces différentes dans le genre *Coffea*, dont seulement deux sont cultivées : *Coffea arabica* et *Coffeacanephora*. et le troisième espèce, *C. liberica*, qui a été cultivée au début du siècle, mais elle a été détruite par la trachéomycose Elle représente aujourd'hui moins de 1 % de la production mondiale (Davis et al., 2012).

Tableau 1 : Classification botanique de *Coffea L* (Haler, 2013)


Régne : Plantae	
Division : Angiospernae	
Classe : Dicotylédone	
Sous-classe : Euasterids I	
Odeur : Gentianales	
Famille : Rubiaceae	
Sous-famille : Ixoroideae	
Genre : <i>Coffea L</i>	

Figure 1 : Caféier (Bonnin, 2016).

Le caféier appartient à la famille des Rubiacées, qui comporte 500 genres, dont le genre *Coffea*. Ce dernier comprend environ 120 espèces, *Coffea* sauvages inclus. Il divise le genre *Coffea* en quatre groupes, dont le plus important est *Eucoffea*. Ce groupe est lui-même subdivisé en cinq sous-groupes, dont *Erythrocoffea*, qui comprend les espèces *arabica* et *canephora* (Franca et al., 2005).

I.3. Description botanique

Le caféier est un arbuste ou le petit arbre glabre mesure jusqu'à 5 m de haut en l'absence de taille. Il possède un système de feuilles opposées, vert foncé et brillantes, elliptiques oblongues à elliptiques larges, de 7 à 20 cm de long sur 2,5 à 6,5 cm de large, avec des feuilles en forme d'étoile. (Lim, 2013), comme illustré sur la figure 1.

Les feuilles, réparties sur 2,5-6,5 cm de large, possèdent 7-10 paires de nervures latérales acuminées ou aiguës, un apex acuminé ou aigu, une base aiguë et une marge simple, entière et légèrement ondulée. Les pétioles sont courts et les stipules sont deltoïdes et acuminées (**Lim, 2013**), illustré à la figure A.



Figure 2 : Feuilles et la fleur de café.

A) Les feuilles de caféier (**Lim, 2013**), **B)** La fleur de caféier (**Bonnin, 2016**)

Les fleurs blanches parfumées ont une forme étoilée et poussent en grappes de 2 à 9 fleurs aux abords des aisselles. Chaque fleur mesure environ 1,0 à 1,5 cm de diamètre. Elle possède un calice de petite taille, cupulé, ainsi qu'une corolle tubulaire de 10 mm de long avec 5 segments de 5 à 7 mm de long. Elle est également pourvue de cinq étamines dont la longueur oscille entre 7 et 8 millimètres (**Lim, 2013**) comme représenté à la figure B.

La fécondation de la fleur donne un fruit appelé « cerise » en raison de sa forme ronde et de sa couleur rouge à pleine maturité. De l'extérieur vers l'intérieur, le fruit présente l'épiderme correspond à l'épicarpe, qui devient rouge à maturité, puis la pulpe qui est mucilagineuse et sucrée, la durée nécessaire pour le développement du fruit, de la floraison à la maturation, est d'environ dix à onze mois, et les grains mesurent entre 8 et 16 mm de longueur et pèsent entre 0,10 et 0,15 gramme (**Champéroux, 1991**) selon la figure 4.

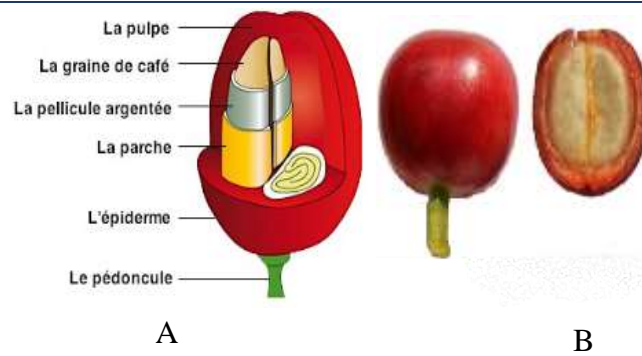


Figure 3 : Coupe transversale de la cerise de café

A) le fruit de caféier (Arya et al., 2022), B) Coupe de la cerise du café (Haler, 2013).

I.4. Variétés de caféier

On compte plusieurs espèces de caféiers telle que *Coffea arabica*, *Coffea Canephora*, *Coffea Liberica*, mais seulement deux sont cultivées mondialement *Coffea arabica* et *Coffea canephora* (Robusta) (DAVIS et al., 2006)



Figure 4 : Caractéristiques des grains de café Arabica, Robusta et Libera

(Preedy & Patel, 2024).

Sur les espèces de caféier connues, seules deux sont cultivées :

I.4.1. Coffea Arabica

L'arabica est cultivé de manière plus complexe que le robusta. En effet, il est cultivé dans des plantations situées entre 1 000 et 2 000 mètres d'altitude, par exemple en Indonésie et en Amérique latine, dans un climat tropical tempéré. Avec environ 60 % de la production mondiale, il est en tête dans ce domaine, grâce à ses qualités aromatiques qui surpassent celles du robusta. Son coût est d'ailleurs en moyenne 20 à 25 % plus onéreux que celui du robusta, mais sa teneur en caféine est considérablement inférieure (1 % contre 3 %) (Justin.Kouffi, 2007).

I.4.2. *Coffea Canephora*

C'est la plante *Coffea Canephora* qui produit le robusta. Provenant de L'Afrique centrale et de l'ouest. Il est surtout cultivé en plaine, représentant 40% de la production, se plaçant ainsi au deuxième rang. Afrique (comme l'Afrique de l'Ouest, Ouganda, Angola, l'Afrique du Sud, etc.) et en Extrême-Orient (notamment le Viêtnam ; Inde ; Indonésie ; les Philippines) (**Justin.Kouffi, 2007**).

I.5. Principaux producteurs de café

Le café est l'un des produits agricoles les plus échangés au monde, avec un volume d'échanges qui atteint des millions de tonnes par an (**Ormaza-Delgado & Shkiliova, 2025**).

Le Brésil (à hauteur de 40 % de la production mondiale) et l'Amérique latine, qui ont une tradition ancienne de production de café arabica, conservent leur position de leaders sur le marché. En revanche, le Vietnam s'est imposé comme le premier producteur de café robusta et le deuxième producteur mondial au cours de la dernière décennie, grâce à des pratiques agronomiques intensives. Parallèlement, la production d'autres pays africains a connu un déclin, attribuable à la baisse des coûts et à l'instabilité politique (Angola, Côte d'Ivoire, Madagascar, etc.). L'espèce végétale *Coffea arabica*, appartenant à la famille des Rubiacées et au genre *Coffea*, est endémique des régions tropicales, notamment des Amériques. Le développement de la culture du café dans les empires coloniaux d'Afrique et d'Asie a été largement fondé sur l'espèce *Coffea Canephora*, productrice de robusta, mieux adaptée aux régions tropicales chaudes et humides (**Charrier et al., 2012**).

Comme indiqué dans la figure 5.



Figure 5 : Répartition mondiale de la production du café (**Ramakrishna et al., 2022**)

I.6. Principaux Consommateur de café

La consommation de café a connu une progression d'environ 2 % par an en moyenne selon les projections fondées sur la croissance démographique, la demande pourrait être multipliée par deux ou trois d'ici 2050. Actuellement, 56 % de la consommation mondiale de café est concentrée en Amérique du Nord, en Europe et au Japon (**Valade, 2022**).

En 2020, la consommation et la production est en forte baisse à travers le monde à cause des confinements. Avec une vague de sécheresse qui frappe le Brésil, Cependant, en 2022, la consommation de café subit une nouvelle baisse, principalement attribuable à la diminution de la demande russe et ukrainienne. Le prix du café reste élevé, avec des cours supérieurs à 200 dollars (**Valade, 2022**).

I.7. Composition chimique du café

La composition chimique fondamentale du café vert est principalement déterminée par deux facteurs génétiques, notamment l'espèce, et par des facteurs physiologiques, tels que le degré de maturation. En outre, il a été observé que la composition chimique des graines de café hybride présente des similitudes avec celle de l'espèce mère. À titre d'illustration, les hybrides de *C. arabica* et de *C. canephora* partagent des caractéristiques chimiques similaires à celles de leurs parents biologiques respectifs (**Chu, 2012**).

Au cours de la torréfaction, le café subit des modifications chimiques et biologiques, telle que la perte de certains composés phénoliques naturels, tandis qu'il conduit à la formation d'autres composés antioxydants, tels que les produits de réaction de Maillard (Vignoli et al., 2014).

Le tableau 2 présente la composition chimique du café robusta et arabica, les deux espèces de café les plus importantes sur le plan commercial, avant et après la torréfaction.

Tableau 2 : La composition chimique moyenne des grains de café verts et torréfiés (Wei & Tanokura, 2015b).

Composants	Arabica		Robusta	
	Vert	Torréfié	Vert	Torréfié
Polysaccharides	50.0 - 55.0	24.0 - 39.0	37.0 - 47	/
Oligosaccharides	6-8	0-3,5	5-7	0-3,5
Lipides	12-18	14,5-20	9-13	11-13
Acides aminés	2	0	2	0
Protéines	11 - 13	13 - 15	11- 13	13-15
Acides chlorogéniques	5,5 - 8	1,2 - 2,3	7 - 10	3,9 - 4,6
Caféine	0,9 - 1,2	0,5 - 1	0,6 - 0,8	0,3 - 0,6
Trigonellines	1 - 1,2	0,5 - 1	0,6 - 0,8	0,3 - 0,6
Acide gras	1,5 - 2	1 - 1,5	1,5 - 2	1 - 1,5
Minéraux	3,0 - 4,2	3,5 - 4,5	4,0 - 4,5	4,5 - 5,6
Mélanoïdine	/	16,0 - 17,0	/	16,0 - 17,0

I.7.1. Eau

Selon une étude de référence de Farah (2012), la teneur en eau des graines vertes de deux variétés de café se situe généralement entre 8,5% et 12%. Au cours du processus de torréfaction, le café est soumis à une perte de poids qui s'établit en moyenne entre 16 et 20 % pour la durée maximale de la procédure (Alessandrini et al., 2008).

I.7.2. Caféine

La caféine est une substance chimique qui se trouve naturellement dans le café et le thé. Elle appartient à la famille des méthylxanthines et a une saveur amère. Cependant, elle ne représente que 10 % environ de la perception de l'amertume du café. Cette substance alcaloïde résiste à la chaleur et sa concentration dans le *C. canephora* est d'environ deux fois celle du *C. arabica* (Gianturco et al., 1964).

Pendant le processus de torréfaction, la caféine est modérément chauffée, ce qui signifie qu'elle peut résister à la chaleur, est modérément thermostable. Mais peut subir une perte à des températures de torréfaction plus élevées. La concentration de caféine est plus faible dans les torréfactions sévère par rapport aux torréfactions plus légères(Hečimović et al., 2011).

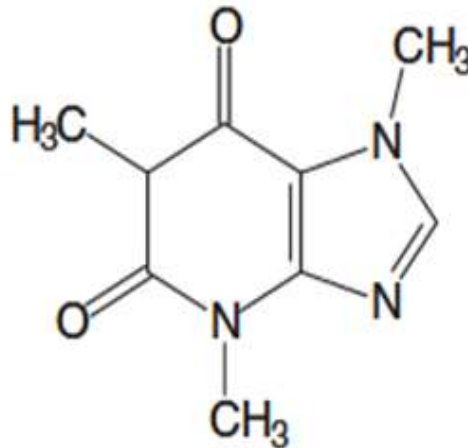


Figure 6 : Structure chimique de la caféine (Farah, 2012).

I.7.3. Trigonelline

La trigonelline, qui est un alcaloïde dérivé biologiquement de la méthylation enzymatique de l'acide nicotinique, est une substance naturellement présente dans de nombreux végétaux. L'amertume du breuvage est due à sa contribution. Pendant la torréfaction, est un facteur de formation des composés volatils, comme les pyrroles et les pyridines. Certains de ces composés peuvent donner une « saveur amère ». Le *C. canephora* contient environ deux tiers de la quantité de trigonelline présente dans le *C. arabica*(Farah, 2012).

I.7.4. Acides chlorogéniques

Dans des graines de café, les concentrations de composés phénoliques totaux varient entre 4 % et 8,4 % pour le *C. arabica*, et entre 7 % et 14,4 % pour le *C. canephora* (Hall et al., 2022). La majorité de ces concentrations sont des dérivés de l'acide chlorogénique (CGA), une grande famille de composés phénoliques issus de l'estérification des acides trans-cinnamiques par exemple les acides caféique, férulique et p-coumarique avec de l'acide-quinique (Clifford et al., 2017).

I.7.5. Lipides

Les lipides sont des composants majeurs du café, présentent une teneur de 15 et 17% dans le café arabica, tandis que dans le robusta, elle est variée entre 7 % et 10 % (**Silva et al., 2022**). Le café contient principalement des acides gras combinés. La plupart de ces acides gras sont estérifiés avec le glycérol dans la fraction triacylglycérol. 20 % d'entre eux sont estérifiés avec des diterpènes, et une petite proportion est présente sous forme d'esters de stérols. La majorité des acides gras insaturés comme l'acide linoléique, l'acide oléique et l'acide linoléique représentent environ 43 à 54 %, de la fraction de triacylglycérol, et environ 46 %, de la fraction d'acides gras libres. Toutefois, il convient de noter que leur intégrité est également essentielle pour conserver la fraîcheur du café et éviter l'altération causée par l'hydrolyse et l'oxydation des triacylglycérols (**Farah, 2012**).

I.7.6. Minéraux

Le potassium représente environ 40 % de la teneur en minéraux du café moulu (environ 1 à 2 grammes/100 grammes de café vert). Le phosphore, autre minéral essentiel du café, représente 4 % de sa composition. La composition chimique de la substance se poursuit avec une multitude d'éléments, parmi lesquels on peut citer le sodium, le magnésium, le calcium et le soufre. (**Antonio, 2011**) Une variation considérable de la teneur en magnésium entre les différentes espèces de café a été observée (1 à 3 milligrammes/100 grammes pour *Coffeacanephora* et 2,5 à 6 milligrammes/100 grammes pour *Coffea Arabica*) (**Farah, 2012**).

I.7.7. Mélanoidines

Les mélanoidines sont des composés polymères hétérogènes bruns issus des réactions de Maillard qui représentent environ 23 % de la matière sèche du café torréfié (**Wei & Tanokura, 2015a**). La présence de mélanoides comble la perte de CGA et s'est avérée être le principal facteur de l'activité antioxydante, car le café torréfié foncé possède une forte activité antioxydante (**Liu & Kitts, 2011**).

I.8. Effets bénéfiques du café sur la santé

De nombreuses recherches ont mis en évidence les effets bénéfiques de la consommation de café. Principalement leurs propriétés anti-inflammatoires, antioxydantes, qui peuvent contribuer à réduire le risque de maladie inflammatoires (**Preedy & Patel, 2024**).

Certains antioxydants présentent des bénéfices pour la prévention de certains cancers ou maladies :

I.8.1. Maladie de Parkinson

De nombreuses études indiquent que la consommation de café et de caféine réduit le risque de maladie de Parkinson ; une maladie neurodégénérative qui touche 3 % des individus de plus de 65 ans (Nehlig, 2012).

I.8.2. Maladies cardio-vasculaires

D'après les résultats de certaines études, une consommation quotidienne de deux tasses de café moulu a été identifiée comme un facteur de réduction du risque de maladie coronarienne (Chieng et al., 2022).

I.8.3. Maladie d'Alzheimer

De nombreuses études ont mis en évidence que la consommation de café est associée à une réduction de 31 % du risque de maladie d'Alzheimer (Eskelinen & Kivipelto, 2010).

I.8.4. Diabète de type 2

La plupart des études suggèrent qu'une consommation quotidienne de quatre tasses de café ou plus serait associée à une baisse substantielle du risque de développer un diabète de type 2, soit une réduction de l'ordre de 30 à 40 % par rapport aux non-consommateurs (Nehlig, 2012).

I.8.5. Cancer

De nombreuses études ont confirmé que la consommation de café était associée à une diminution du risque de certains types de cancers : Cancer du foie, de côlon, de la prostate et de la vessie, du sein (Safe et al., 2023).

I.9. Effets préjudiciables du café sur la santé

Bien que le café soit une boisson largement consommée qui présente potentiellement des avantages pour la santé, mais plusieurs études in vivo ont exploré les conséquences négatives de sa consommation (Preedy & Patel, 2024).

I.9.1. Activité hypercholestérolémique

Plusieurs études ont mis en évidence une augmentation du cholestérol sanguin due à la consommation de café bouilli non filtré, comme le café scandinave, turc, grec ou le café pressé français, sous l'action des diterpènes du café, en particulier le cafestol et le kahweol (Rebello & Van Dam, 2013).

I.9.2. Activité de l'hypertension

Des études ont montré qu'une consommation élevée de caféine dans le café peut augmenter le risque des problèmes cardiovasculaires. Telle que la tension artérielle et le rythme cardiaque, chez les personnes âgées (**Tedrow et al., 2010**).

I.9.3. Autres effets préjudiciables possibles

Une consommation exagérée de café peut avoir des effets néfastes sur l'absorption du calcium et le métabolisme osseux, en particulier chez les personnes âgées qui présentent déjà un risque de fracture et d'ostéoporose (**Preedy & Patel, 2024**).

Des études ont établi un lien entre la consommation de café et des troubles gastro-intestinaux des symptômes tels que les brûlures d'estomac, le reflux acide, les maux de cœur et les troubles gastriques qui peuvent être causés par l'acidité élevée du café (**Preedy & Patel, 2024**).

Des recherches ont démontré que le café peut agir comme un diurétique, qui provoque une incontinence urinaire chez les personnes âgées. Le café peut également entraver l'absorption, la distribution, le métabolisme et l'excrétion des médicaments (**Chieng et al., 2022**).

I.10. Processus technologique de fabrication du café

I.10.1. Traitement des cerises de café

Après la récolte des cerises mûres de café, elles sont transformées selon deux procédés qualifiés de « voie humide » et de « voie sèche ».

Dans la voie sèche, plus communément utilisée pour les grains de robusta, on obtient du café « coque ». Les cerises sont mises à sécher au soleil en couches minces selon la figure 7, ce qui prend environ une vingtaine de jours, jusqu'à ce que le taux d'humidité descende à 12 %. L'ensemble des enveloppes se déshydrate pour former la coque, qui est ensuite décortiquée pour donner le café vert marchand nature (**Durand et al., 2013**).



Figure 7 : Séchage de cerises de café en Ethiopie (**Haler, 2013**).

Le café traité par voie humide est appelé café lavé ou café en parchemin. Selon la figure 8, La pulpe est retirée mécaniquement, en enlevant une partie du mucilage.

Ce dernier subit une fermentation par voie microbienne qui décompose la couche de mucilage sur le parchemin en substances simples et non collantes, à une température optimale de 30 à 35 °C. La dégradation du mucilage prend environ 24 à 36 heures pour l'arabica et 72 heures pour le robusta. Les graines subissent ensuite un lavage dans des bacs ou des canaux, puis sont transportées vers les barbecues de séchage où elles sont étalées uniformément par râteliers en bois sont utilisés pour remuer les graines et assurer un séchage uniforme, jusqu'à ce que le taux d'humidité descende à 12 % dans la figure 9. Après le traitement, le café séché pourra être stocké et subira un triage (classement), calibrage, polissage, nettoyage et mise en sac avant sa commercialisation (Durand et al., 2013) (Murthy & Madhava Naidu, 2012).



Figure 8 : Dépulpeur (Murthy & Madhava Naidu, 2012)



Figure 9 : Séchage de mouillé humide (Murthy & Madhava Naidu, 2012).

I.10.2. La torréfaction des grains de café vert

La torréfaction est considérée comme l'un des facteurs les plus importants de la chaîne de valeur du café. Elle consiste à amener le grain vert à un degré de grillage qui permet de révéler ses principales qualités : l'arôme, la couleur et corps (**Durand et al., 2013**).

Durant la torréfaction, le processus peut être divisé en trois étapes. La première étape, appelée séchage, est caractérisée par une libération lente d'eau et de substances volatiles qui subissent des réactions endothermiques. Le grain change de couleur, passant du vert au jaune (**Haler, 2013**).

Au cours de la deuxième étape, appelée torréfaction, la réaction de Maillard se produit à des températures autour de 205°C. Les grains deviennent brun clair, perdent 5 % de leur poids et doublent en taille. À environ 220°C, on assiste à une pyrolyse qui modifie la composition chimique et à un dégagement de CO₂, les grains perdent 13 % de leur poids et deviennent brun moyen, ce changement de couleur est favorisé par la formation de composés polymériques (tels que les mélanoidines) selon la figure 10 (**Haler, 2013**) (**Bonnin, 2016**).

Le processus de torréfaction est interrompu par un refroidissement rapide c'est la dernière étape pour éviter de brûler le grain de café (**Durand et al., 2013**)



Figure 10 : Evolution de la couleur du grain de café au cours de la torréfaction(**Bonnin, 2016**).

I.10.3. Mouture des grains de café

La mouture est le processus par lequel les grains de café torréfiés sont broyés à l'aide d'appareils électriques. Au cours de cette opération, le dioxyde de carbone présent dans les grains de café s'échappe. Dans ce cas, il doit être emballé très rapidement. Cela permet d'éviter l'oxydation et perte d'arômes (**Jeanguyot et al., 2003**).

La granulométrie de la mouture doit être adaptée à la méthode utilisée pour la préparation du café soit une mouture fine et très fine permet un contact optimal et rapide avec l'eau (percolation), comme le café italien tandis qu'une mouture grossière permet un contact prolongé (décoction), comme dans le café turc à piston (**Durand et al., 2013**).

CHAPITRE II

GÉNÉRALITÉS SUR L'AUBÉPINE

II. Généralités sur l'aubépine

II.1. Historique

L'homme a commencé à utiliser l'aubépine comme aliment à la fin de l'âge du fer. Plus tard, au XIX^e siècle, elle a été utilisée comme une plante médicinale dans la médecine traditionnelle, Au début du 20^e siècle, l'aubépine noté comme un médicament officiel dans les pharmacopées (Furey & Tassell, 2008).

II.2. Etymologie

Le nom scientifique de l'aubépine *Crataegus* vient du mot grec « kràtaigos ». Ce mot signifie « force et robustesse ». Cela dû à la durabilité et à la résistance de son bois (Nazhand et al., 2020). Le genre *Crataegus*, compte plus de 1200 espèces, appartient à la sous-famille des Maloideae, qui fait partie à la famille des Rosacées (Khadivi-Khub et al., 2015).

II.3. Aire de répartition

L'aubépine est largement répandu dans les régions tempérées et subtropicales de l'hémisphère nord, en particulier dans les zones montagneuses (Liu et al., 2025). Le genre *Crataegus* est présent dans de nombreuses régions du monde en Europe du Nord, en Asie occidentale, en Afrique et en Amérique du Nord (Martinelli et al., 2021a).

En Algérie, *Crataegus monogyna*, est connue sous le nom de « zaârour el barri », est une espèce euroméditerranéenne commune dans les forêts elle pousse dans les maquis de l'Atlas tellien (Boudraa et al., 2010a).

II.4. Noms vernaculaires

Tableau 3 : Noms vernaculaires de *Crataegus monogyna*.

Langue	Nom vernaculaire	Références
Français	Aubépine, bois de mai, épine de mai, poire d'oiseau, cenelle, Valériane du cœur	(Bachiri et al., 2015)
Arabe	بابا عجينة، بومخري، زعرور بري	(Djerroumi & Nacef, 2013)
Anglais	Hawthorn	(Bachiri et al., 2015)
Bérbere	Admam, Idhmim, Atelmen, Zaarour	(Djerroumi & Nacef, 2013)

II.5. Description botanique

L'aubépine est un arbuste ou un petit arbre mesurant de 5 à 15 m de haut, il a un taux de croissance moyen et une durée de vie pouvant atteindre jusqu'à 250 ans, illustré à la figure 12.

Il se distingue par ses branches épineuses à pointe pointue mesurant de 1 à 3 cm, ses feuilles ont une longueur comprise entre 20 et 60 mm. Elles présentent une forme rhomboïdale profondément gravée, ainsi que des lobes échancrés. Les fleurs sont blanches ou roses et forment des grappes de 5 à 35 fleurs chaque fleur possède entre 5 et 25 anthères, 5 calices et 5 pétales, et le calice supérieur ne présente pas de fleurs. Le fruit d'aubépine, connu sous le nom de « haw », est semblable à une baie, avec une pépîne. Les pépins sont de couleur rouge violacé foncé et les fruits peuvent être jaunâtres, rougeâtres ou violet noirâtre, et ils sont généralement charnus. Chaque fruit a entre une et cinq graines dures. La floraison a une période d'avril à mai, et la maturation des fruits se situe entre septembre et octobre (Martinelli et al., 2021b) (Nazhand et al., 2020) (Yalçın Dokumacı et al., 2021a).

Les divers composants de cette plante sont illustrés dans la figure au-dessous.

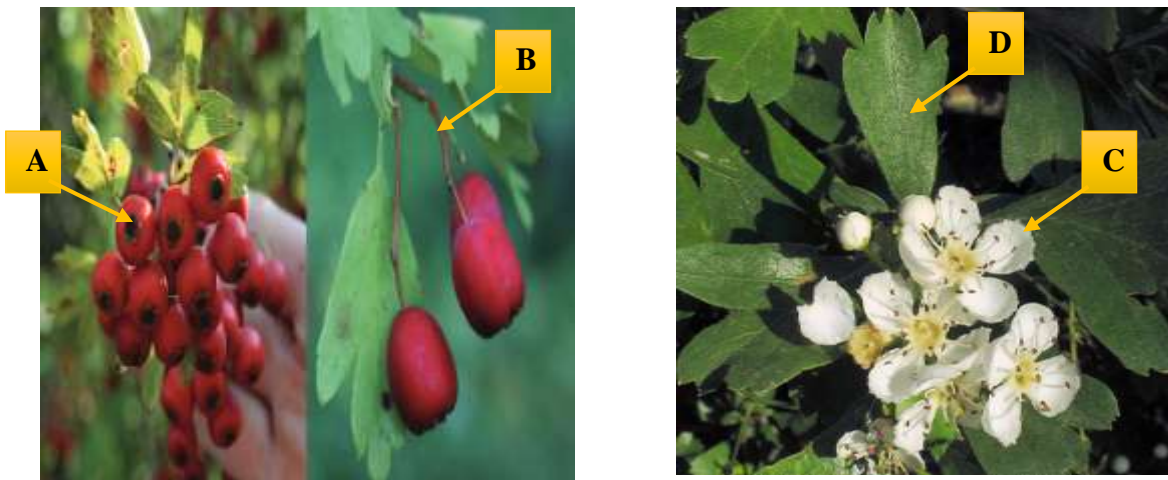


Figure 11 : Différentes parties de *Crateagusmonogyna J* (A) Fruit, (B) branches (Barros et al., 2011), (C) fleur , (D) Feuilles (Mifsud, 2002)



Figure 12 : Arbuste de *Crataegus monogyna* (Mifsud, 2002)

II.6. Classification botanique

Selon (Corina et al., 2021) classifications de l'espèce *Crataegus monogyna* et est donnée comme suite :

Dénomination scientifique : *Crataegus monogyna*

Règne : Plantae

Embranchement : Angiospermatophyta

Classe : Dicotylédones

Sous-classe : Dialypetalae

Ordre : Rosales

Famille : Rosaceae

Sous-famille : Pomoideae (Maloidea)

Genre : *Crataegus*. L

Espèce : *Crataegus monogyna*

II.7. Composition chimique de *crataegus monogyna*

En tant que plante médicinale, *crataegus monogyna* a fait l'objet d'études approfondies de la part de la communauté scientifique contemporaine, notamment sur sa composition chimique, qui est variée, comprenant des métabolites primaires essentiels au métabolisme de base de la plante (tels que les glucides, les acides organiques, les protéines les lipides et les vitamines), ainsi que des métabolites secondaires, principalement des polyphénols (Nabavi et al., 2015).

II.7.1. Composition en métabolites primaires

Tableau 4 : Composition chimique de fruit du *Crataegus monogyna*.

Source	Composé	Teneur
(Ungureanu-Iuga et al., 2016)	Protéine (%)	1,75
	Glucides (%)	24,81
	Matières grasses (%)	0,80
Eléments minéraux (mg kg ⁻¹) (Yalçın Dokumacı et al.,2021a)	Calcium (Ca)	1263.86 ± 88.11
	Magnésium (Mg)	934.87 ± 7.65
	Potassium (K)	16,273.88 ± 553.02
	Phosphore (P)	1316.92 ± 215.90
	Fer (Fe)	62.20 ± 1.70
	Zinc (Zn)	5.91 ± 0.76
	Cuivre (Cu)	8.70 ± 1.05
	Sodium (Na)	57.06 ± 75.49
Vitamines (mg/100g FM) (Touaibia et al., 2022)	Plomb (Pb)	0.99 ± 0.06
	Vit C (Acide ascorbique)	4.98±0.05
	Thiamine (B1)	0.28±0.12
	Biotine (B8)	0.44±0.03
	Pyridoxine (B6)	0.38±0.50

II.7.2. Composition en métabolites secondaires

Cette plante est une source importante de molécules bioactives, notamment divers composés antioxydants présents dans composés phénoliques, des flavonoïdes (flavonols, flavones C-glycosyl), des procyanidines, l'épicatéchine, l'hyperoside, l'isoquercitrine, acides phénoliques (l'acide chlorogénique) , ainsi que des acides triterpénoïdes (acide ursolique, acide corosolique, et acide oléanolique)sont les principaux constituants actifs de l'espèce *Crataegus* (Martinelli et al., 2021c). Les différentes parties de *C. monogyna* varient considérablement en fonction de l'origine ,des conditions environnementales, du stade de maturation et du traitement des fruits (Alirezalu et al., 2020a).

II.7.2.1. Flavonoïdes

Les flavonoïdes font partie d'une classe importante de métabolites secondaires de *C. Monogyna* est illustrée à la Figure on peut retrouver des flavones et flavonols, des procyanidines, des flavanols (également connue sous Flavane-3-ols) ainsi que des glycosides d'anthocyanine et des isoflavones, chalcones (Nabavi et al., 2015).

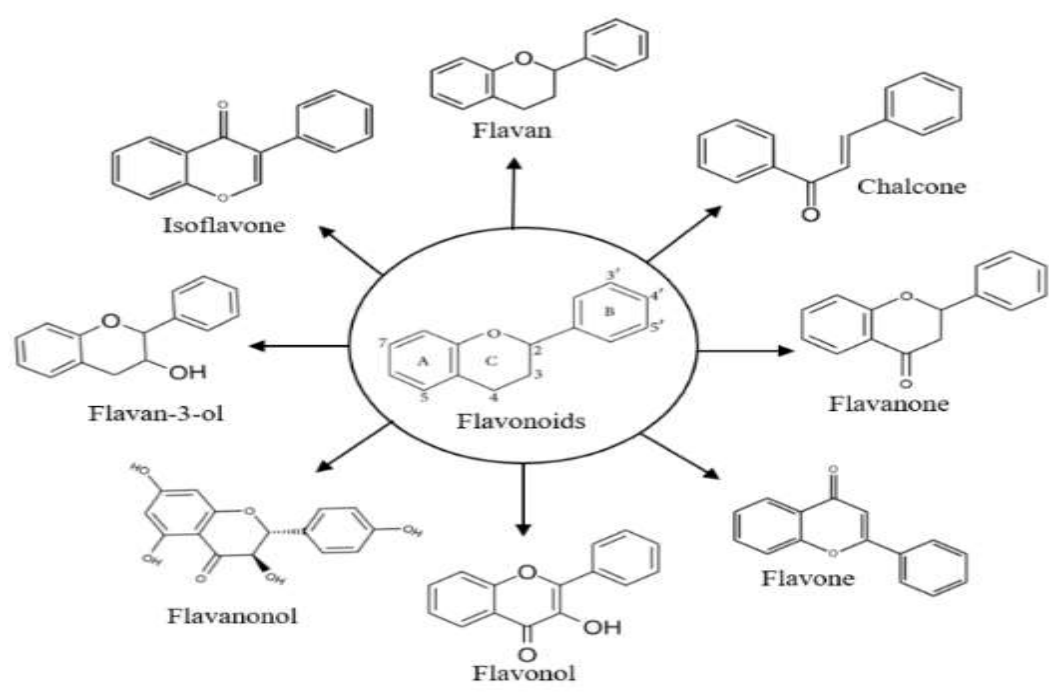


Figure 13 : Structures chimiques des sous-groupes de flavonoïdes (Zulkiflee et al., 2022).

Les composés flavan-3-ol, qui contiennent le groupe de fonction diorthohydroxyle (catéchol) au niveau de l'anneau B, ont été étudiés sur la base des centres chiraux C-2 et C-3, et quatre stéréoisomères, les (\pm)-catéchines et les (\pm)-épicatéchines, ont été trouvés chez *C. monogyna*. En tant que monomère, la (-)-épicatéchine semble être abondamment, tandis que la (+)-catéchine est un composant mineur présent à la fois dans les parties aériennes et dans les cultures cellulaires en suspension (Nabavi et al., 2015).

Chez *C. monogyna*, il y a trois flavonols aglycones principaux : la quercétine, le kaempférol et le sexangularetin (aussi appelé 8-méthoxykaempférol). Parmi les principaux glycosides de flavonol, on distingue l'hyperoside (quercétine-3-O-galactoside), l'isoquercitrine (quercétine-3-O-glucoside) et la rutine (quercétine-3-O-rutinoside) (Yang & Liu, 2012).

Les anthocyanes font partie des flavonoïdes présents dans de nombreux aliments. Sont des pigments responsables de la couleur rouge de plusieurs fruits, tels que les baies rouges d'aubépine. Les anthocyanes se différencient par leur degré d'hydroxylation et de méthylation (Valls et al., 2009).

II.7.2.2. Proanthocyanidines

Les proanthocyanidines, ou tannins condensés, représentent une catégorie de polyphénols dont le poids moléculaire est supérieur à celui des acides phénoliques et des flavonoïdes courants. Il s'agit de composés oligomériques dont la structure de base est constituée d'épicatéchine ou de catéchine dimériques isolées de diverses parties de *Crateagusmonogyna*, qui comprend B2 (composé numéro 10), B4 (composé numéro 11) et B5 (composé numéro 12), comme l'indique la figure. Les procyanidines font partie de la famille des proanthocyanidines, que l'on trouve dans l'ensemble du fruit d'aubépine (Ma et al., 2024a).

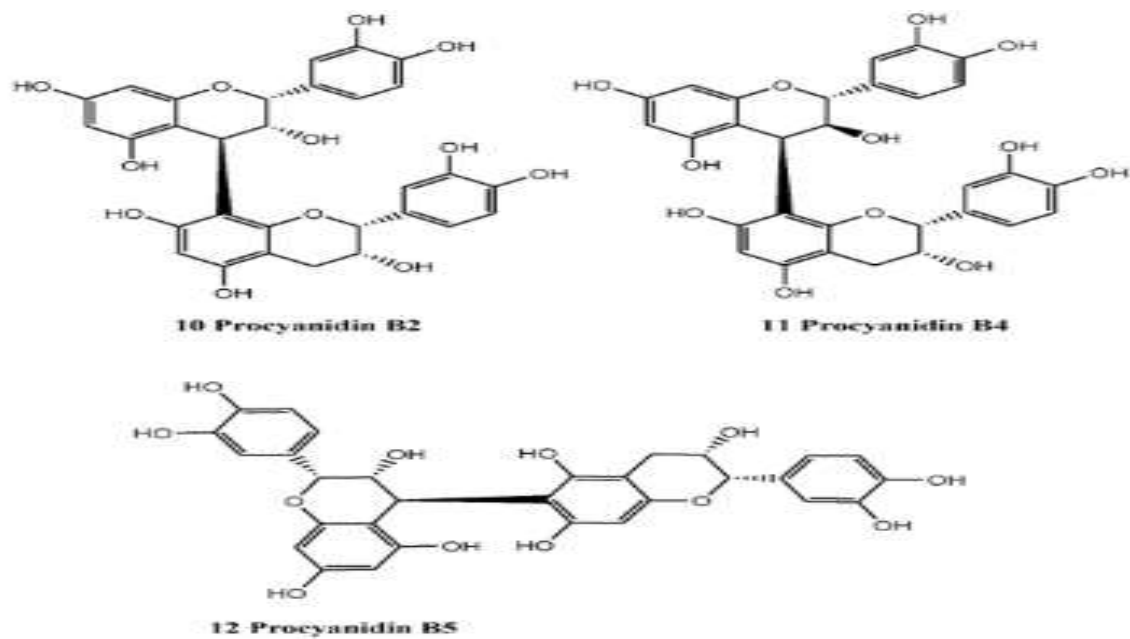


Figure 14 : Catéchines (procyanidines) de différentes parties de *C. monogyna* (Nabavi et al., 2015).

II.7.2.3. Triterpènes

Selon (Li et al., 2022) L'aubépine contient deux triterpénoïdes, l'acide oléanique et l'acide corosolique, ainsi que d'autres ingrédients bioactifs tels que les acides ursolique, bétulinique et butyrospermol, le 24-méthylène-24-dihydrolanostérol et le cycloarténol illustrée dans la figure . Elle possède de nombreuses propriétés bénéfiques pour la santé notamment des activités antiprolifératives et antioxydantes similaires, ainsi que des propriétés antidiabétiques spécifiques (Caligiani et al., 2013).

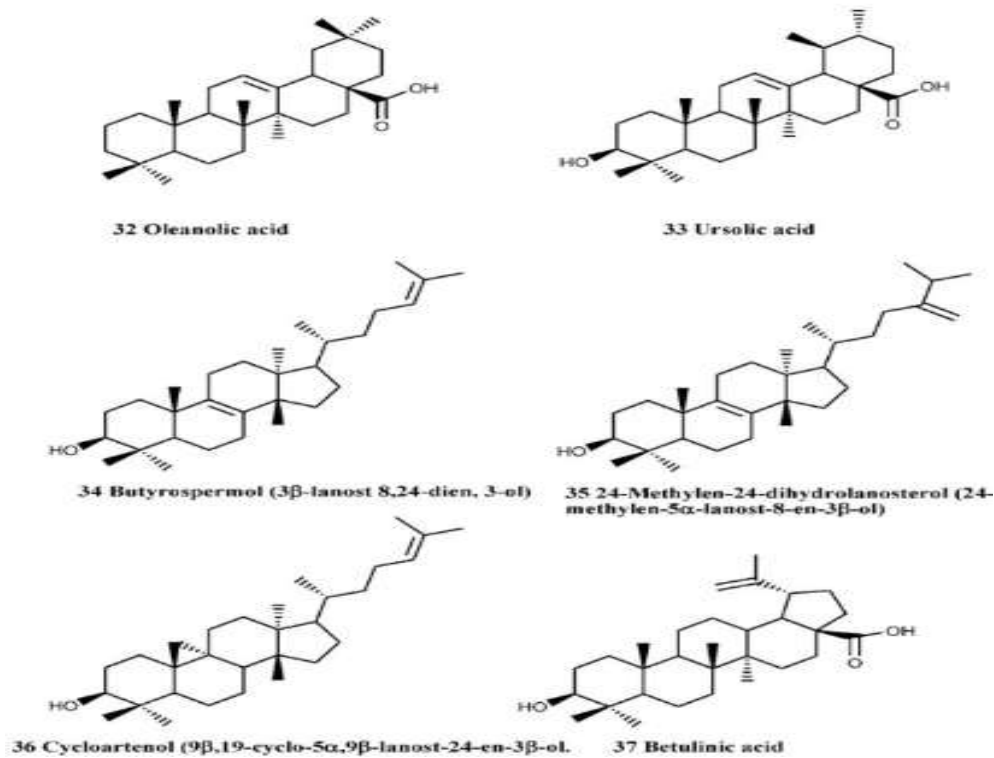


Figure 15 : Triterpènes des parties aériennes de *C. monogyna* (Nabavi et al., 2015).

II.7.2.4. Acides Phénoliques

Les acides phénoliques sont des dérivés des acides cinnamiques et benzoïques. On les trouve dans le fruit d'aubépine, par exemple sous forme d'acide chlorogénique, d'acide caféique ou d'acide p-coumarique. Ils sont connus pour leurs diverses bioactivités, notamment pour leurs propriétés antioxydantes, antidiabétiques et anticancéreuses. est surtout connus pour leur capacité à inhiber l'activité des enzymes α -glucosidase et α -amylase (Kashtoh & Baek, 2023)

II.8. Activités biologiques de *Crateagus monogyna*

L'aubépine est utilisée comme substance médicale depuis des siècles (Rigelsky & Sweet, 2002a). Les recherches ont montré que cette plante a des propriétés biologiques très intéressantes telles que des propriétés antioxydantes, anti inflammatoires (He et al., 2021), antibactériennes (Golabiazar et al., 2022) .

De nombreuses études ont également mis en évidence les bienfaits du fruit entier d'aubépine pour divers problèmes de santé.

II.8.1. Effet antidiabétique

Des études in vitro et in vivo montrent que les fruits de *Crataegus monogyna* grâce à leur richesse en polyphénols, ces composés ont la propriété de réduire le stress oxydatif induit par l'hyperglycémie. D'autre part, l'aubépine a un effet protecteur sur les lésions rétiniennes en inhibant la protéine kinase activée par l'adénosine monophosphate (Liu et al., 2021). D'autres études ont montré que le fruit entier de l'aubépine a des effets antidiabétiques, car il résiste à l' α -amylase et à l' α -glucosidase. Ces deux enzymes catalysent la conversion de l'amidon, des disaccharides ou des oligosaccharides en glucose. Pour contrôler le diabète, et réduire l'hyperglycémie (Mecheri et al., 2021).

II.8.2. Effet Cardiovasculaires

Plusieurs études montrent que les effets protecteurs de *C. monogyna* concernent l'activité cardiovasculaire. Selon (Jayalakshmi & Devaraj, 2004) les proanthocyanidines oligomères (OP) présentes dans l'extrait de cette plante réduiraient le stress oxydatif dans le myocarde après le stress de reperfusion et sembleraient inhiber l'apoptose. Une autre étude a révélé que les extraits d'aubépine ont des effets protecteurs contre l'athérosclérose et les maladies vasculaires, probablement agissant sur la Na^+/K^+ -ATPase et en augmentant la capacité des cardiomyocytes à transférer le calcium (Wang et al., 2013). De plus, les composés du fruit de l'aubépine ont eu un effet significatif sur la diminution du rapport entre le cholestérol des lipoprotéines de basse densité (LDL-C) et le cholestérol sérique (TC) par la teinture de *Crataegus* (TCR) qui permis d'éviter l'élévation des lipides dans le sérum et a entraîné une diminution substantielle de l'accumulation de lipides dans le foie (Martinelli et al., 2021d).

II.8.3. Effet hépatoprotecteur

De nombreuses recherches in vivo et in vitro ont démontré que le fruit entier de l'aubépine et ses composants ont des effets hépatoprotecteurs sur les lésions hépatiques aiguës ainsi que sur les lésions hépatiques chroniques. Les maladies du foie, la capacité de ses composants à protéger les lésions hépatiques causées par la drogue et l'alcool notamment par la réduction de la concentration totale de bilirubine, augmentation du rapport protéique total (Han et al., 2022).

II.8.4. Effets anticancéreux

Des études récentes ont montré que l'ensemble du fruit de l'aubépine, ainsi que ses composants, en particulier les proanthocyanidines, possèdent une activité anticancéreuse. Grâce à sa richesse en polyphénols, sont cytotoxiques contre les cellules cancéreuses du sein

humain. Ils inhibent efficacement la prolifération des cellules tumorales et arrêtent le cycle cellulaire à la transition (**Kombiyil & Sivasithamparam, 2023**). Des études in vitro et in vivo ont montré que l'aubépine pouvait aider à lutter contre le mélanome. Il peut également être considéré comme un inhibiteur de la mélanogénèse médiée par la tyrosinase et un nouveau candidat d'agents dépigmentants naturels de la peau dans les produits de soin de la peau (**Mustapha et al., 2016**).

Des recherches ont montré que les polysaccharides extraits de l'aubépine possédait également des effets anticancéreux sur les cellules cancéreuses du côlon grâce à la régulation négative de la voie AKT en diminuant le phosphore-AKT et à l'induction de la voie MAPK (**Ma et al., 2020**).

II.8.5. Autres effets

Le fruit entier de l'aubépine, ainsi que ses polyphénols et polysaccharides constitutifs, a été considéré comme bénéfique pour la santé intestinale. Il a été découvert par les chercheurs que la morphologie intestinale était améliorée par la supplémentation alimentaire avec la pulpe d'aubépine. Cela a été constaté par l'augmentation de la longueur et de la largeur des villosités, ainsi que de l'épaisseur des muscles. L'intégrité de la barrière intestinale a également été renforcée par l'augmentation de l'expression de l'ARNm de la zonula occludens-3 chez le pompan doré (**Tan et al., 2020**).

Des études montrent que les puissants flavonoïdes de l'aubépine, notamment les polysaccharides, possèdent une activité neuroprotectrice significative. Ils pourraient donc être des inhibiteurs potentiels de l'AChE et bénéfiques pour la mémoire humaine (**Liu et al., 2020**).

II.9. Effets nocifs de *C. monogyna*

À des doses thérapeutiques, des effets indésirables très limités sont provoqués par l'aubépine, tels que la transpiration, les maux de tête, une légère éruption cutanée, des palpitations, de la somnolence, de l'agitation et des effets indésirables gastro-intestinaux (**Rigelsky & Sweet, 2002b**). D'autres études cliniques selon (**Daniele et al., 2006**) ont montré qu'il n'y a pas d'effets indésirables significatifs associés à la consommation d'aubépine.

II.10. Différentes utilisations de fruit *Crataegus monogyna*

II.10.1. Utilisation Alimentaires

L'aubépine reconnue comme une excellente matière première pour les aliments fonctionnels, est également présente dans de nombreux produits, tels que les thés, les confitures, les jus de fruits et les compléments alimentaires (**Venskutonis, 2018**), et aussi incorporé dans le pain, le vinaigre, et dans des saucisses traditionnels (**Pugna et al., 2023**).

Une autre application alimentaire intéressante est l'utilisation du marc de vin d'aubépine. Ils ont démontré que le marc de vin d'aubépine pouvait être utilisé de manière durable pour la synthèse de HP. Ce dernier agit comme un stabilisateur efficace et un antioxydant. Il aide à préserver l'émulsion de Pickering de l'oxydation des lipides, ce qui permet de stabiliser les émulsions de Pickering en tant que matériaux de coque de particules, tout en protégeant les composants lipidiques de l'oxydation (**Jiang et al., 2020**) , (**Liu et al., 2020**).

II.10.2. Utilisation médicinale et pharmacologique

En médecine traditionnelle, l'aubépine est utilisée pour traiter diverses affections humaines, notamment les maladies cardiovasculaires, l'hypertension, l'hyperlipidémie et l'athérosclérose, comme un agent anti-athérosclérotique (**Nabavi et al., 2015**).

L'aubépine peut interagir avec les médicaments vasodilatateurs tels que WS 1442 (*Crataegutt*) extrait standardisé de feuilles et de fleurs pour le traitement de l'insuffisance cardiaque légère, le LI 132 (*Faros*) est préparé à partir des feuilles, des fleurs et des baies. En **2003**, **Degenring et al.** démontré l'efficacité et la sécurité du *Crataegisan*, un extrait de baies, pour traiter les patients atteints d'insuffisance cardiaque de classe II de la NYHA (**Rigelsky & Sweet, 2002c**) (**Nabavi et al., 2015**).

PARTIE 2

ÉTUDE EXPÉRIMENTALE

CHAPITRE III

MATÉRIEL ET MÉTHODES

III. Matériels et Méthodes

III.1. Cadre de l'étude

L'étude expérimentale a été réalisée au sein des laboratoires d'analyses microbiologiques et physico-chimiques, du département des Sciences Alimentaires de la Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques de l'Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou.

III.2. Matériel végétal

Crataegus monogyna a été récolté, durant l'année 2025 entre Novembre et Décembre, dans la région Timizart (de la wilaya de Tizi-Ouzou, Algérie).



Figure 16 : Situation géographique de récolte



Figure 17 : fruits de *Crataegus monogyna*

III.3. Prétraitement des échantillons

Les fruits de *Crataegus monogyna* sont débarrassés des déchets, de la poussière, des petites pierres, des autres parties de la plante telles que les feuilles.

Les échantillons de fruits triés sont séchés à l'étuve à 40°C pendant 48H, torréfiés à des températures variant de 100 à 180 C°, et avec un intervalle de temps allant de 5 à 11 min dans un four. Ils sont ensuite écrasés à l'aide d'un mortier et pilon puis broyés dans un broyeur électrique.

Les particules obtenues après le broyage, sont tamisées à travers un tamis de 250 µm de diamètre afin d'obtenir des poudres fines et homogènes. Elles sont ensuite conservées dans des bocaux en verre, à l'abri de la lumière et de l'humidité.

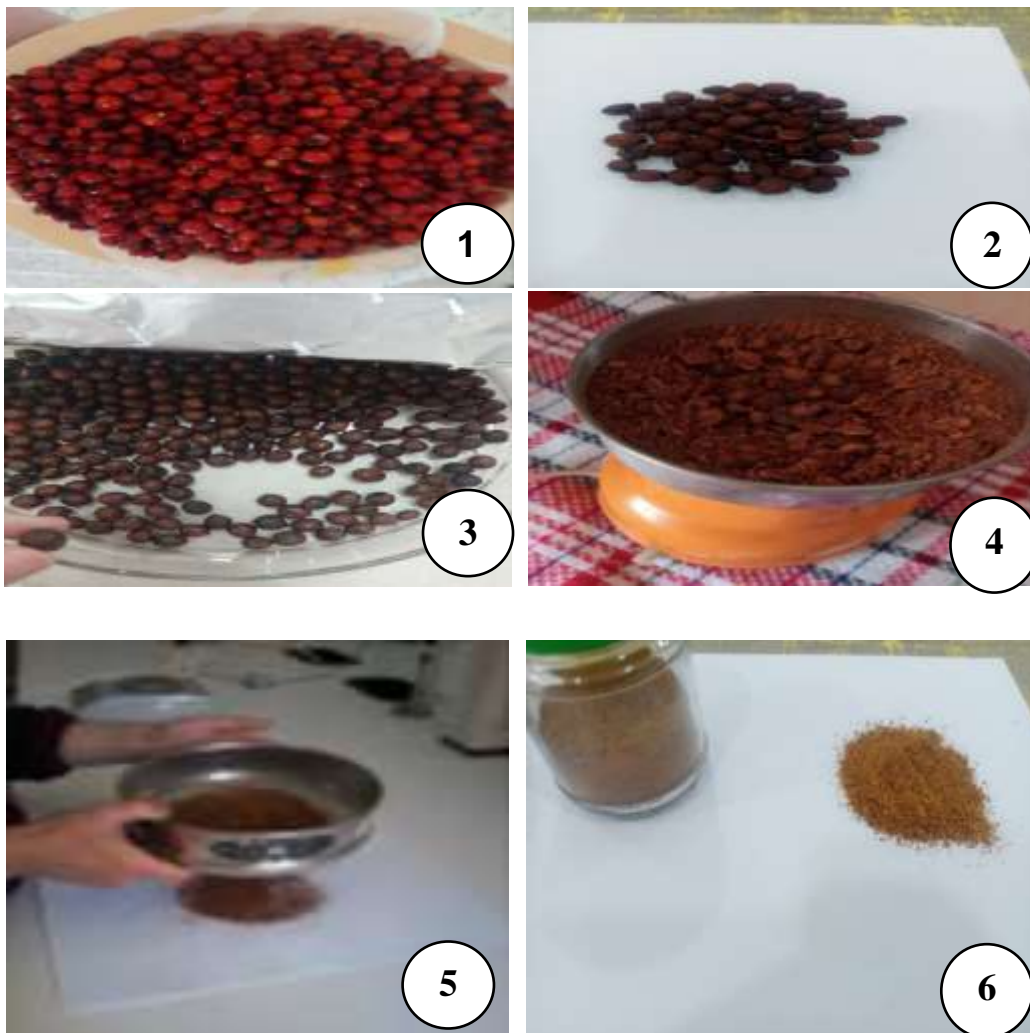


Figure 18 : Etapes de la préparation de la poudre de *Crataegus monogyna*.

1) Lavage, 2) Séchage, 3) Torréfaction, 4) Broyage, 5) Tamisage, 6) Conservation.

III.4. Analyse physico-chimique

III.4.1. Détermination de la teneur en eau

Le taux d'humidité a été évalué en pesant 5 g du fruit entier sur des creusets préalablement séchés dans un dessiccateur et pesés pour établir leurs poids à vide. L'échantillon est ensuite introduit dans une étuve ventilée à une température de 103 ± 2 °C, jusqu'à l'obtention d'un poids constant (Audigié et al., 1978).

La teneur en eau est calculée par la formule suivante :

$$H\% = (M1 - M2) / PE \times 100$$

H% : l'humidité en (%)

M1 : masse en g avant dessiccation (échantillon + capsules)

M2 : masse en g de l'ensemble après dessiccation

PE : masse en g de la prise d'essai.

La teneur en matière sèche est calculée comme suit :

$$MS \% = 100 - H\%$$

MS % : La teneur en matière sèche en (%)

H% : l'humidité

III.4.2. Détermination de la teneur en cendres totales

Pour déterminer la teneur en matière organique, 5g de la poudre de *Crataegus monogyna* ont été introduits dans des capsules en porcelaine, puis placés dans un four à moufle à une température de 550 °C pendant 5 heures jusqu'à ce que toutes les particules de charbon soient complètement calcinées. Ensuite, les capsules sont retirées et placées dans un dessiccateur. Après refroidissement, elles sont pesées à l'aide d'une balance de précision (Zahrae Radi et al., 2023).

La teneur en matière organique est calculée par la formule suivante :

$$MO\% = (M1 - M2) / PE \times 100$$

MO% : matière organique en (%).

M1 : poids de la capsule et de l'échantillon avant calcination.

M2 : poids de la capsule et de l'échantillon après

PE : prise d'essai.

La teneur en cendres est calculée comme suit :

$$Cendres \% = 100 - MO$$

III.5. Préparation de l'extrait aqueux

Selon Ennadir et al., 2014, une infusion a été préparée à partir de 5g de poudre de l'échantillon dans 100ml de l'eau distillé bouillante et laisser reposer pendant 15 min, puis filtrée la sur papier filtre, L'extrait obtenu a été stocké à l'abri de la lumière au jusqu'au moment de son utilisation (Annexe n° 1).

III.6. Détermination du pH

Le pH-mètre a été calibré avec une solution tampon puis l'électrode du pH-mètre a été immergée dans l'extrait. Ensuite la valeur est affichée.

III.7. Criblage phytochimiques

Les différentes classes de métabolites secondaires présentes dans la poudre de *Crataegus monogyna* ont été identifiées à l'aide des méthodes standards de screening phytochimique (N'Guessan et al., 2009).

III.7.1. Anthocyanes

Quelques gouttes d'acide chlorhydrique (HCl) ont été additionnées à un volume de 5ml de l'infusion de *Crataegus monogyna*. La détection des anthocyanes se fait par l'observation d'une coloration rouge qui apparaît.

III.7.2. Glucosides

Quelques gouttes de l'acide sulfurique (H₂SO₄) 2g ont été mis sur la poudre végétale de *Crataegus monogyna*. La réaction est dite positive (présence de glucosides) lorsqu'il y a apparition d'une couleur rouge brique après quelques instants.

III.7.3. Flavonoïdes

Les flavonoïdes ont été recherchés par la réaction à la cyanidine. 2 ml de l'extrait ont été évaporés et le résidu a été repris dans 5 ml d'alcool chlorhydrique dilué. En ajoutant 2 à 3 copeaux de magnésium, il y a un dégagement de chaleur puis une coloration rose orangé ou violacée. L'addition de 3 gouttes d'alcool isoamylique a intensifié cette coloration qui a confirmé la présence de flavonoïdes.

III.7.4. Coumarines

Un volume de 3 ml de NaOH (10%) a été ajouté à un volume de l'extrait, la coloration du mélange en jaune indique la présence des coumarines.

III.7.5. Composés alcaloïdes

Six ml de l'extrait ont été évaporés. Le résidu est repris par 6 ml d'éthanol. L'ajout de 2 gouttes du réactif de Burchard sur la solution alcoolique provoquait un précipité de coloration brun-rougeâtre et indiquait une réaction positive.

III.7.6. Saponosides

Dix ml de l'extrait ont été mis dans un tube à essais puis, agités pendant 15 secondes. La hauteur de la mousse persistante après 15 min a été mesurée. Une hauteur supérieure à 1 cm indique la présence de saponosides.

III.7.7. Terpénoïdes

A un volume de 5 ml de l'extrait 2 ml de chlorure d'aluminium et 3 ml d'acide sulfurique concentré ont été ajoutés. Si un anneau de couleur marron-rouge apparaît à l'interphase, le test est positif.

III.7.8. Stérols et triterpènes

Cinq ml de résidu de l'extrait est dissout à chaud dans un ml d'acide acétique, puis 0,5 ml d'acide sulfurique concentré ont été ajoutés. L'apparition à l'interphase d'un anneau pourpre ou violet, virant au bleu puis au vert, indique une réaction positive.

III.7.9. Tanins

Deux ml d'extrait brut ont été additionnés de quelques gouttes d'une solution aqueuse de FeCl₃ à 2%. L'apparition d'une coloration bleu-noir ou vert-noir indique respectivement la présence des tanins.

III.8. Détermination de la teneur en caroténoïde totaux

La teneur en caroténoïdes totaux est déterminée par méthode de **Lee (2001)** avec quelques modifications. Dans un tube à essai 1g de la poudre de *Crataegus monogyna* a été mélangé avec 10 ml d'une mixture hexane-acétone-éthanol (v/v/v; 25 : 12,5 : 12,5) préparée préalablement, le tube est agité au vortex à 10 t/mn pendant 5 mn à la température ambiante, puis centrifugé à 5000 t/mn pendant 5 minutes, le surnageant a été récupéré. L'absorbance a été mesurée à 450 nm (**Annexe n° 3**).

La teneur en caroténoïdes est exprimée selon la formule suivante :

$$C \text{ (mg/g)} = \frac{\text{Abs 450. Fd. 10. V}}{3450. 100. P}$$

Fd : est le facteur de dilution.

V : est le volume de solvant d'extraction.

3450 : est le coefficient d'extinction molaire.

P : est le poids de la prise d'essai.

III.9. Dosage des sucres totaux

Les sucres totaux ont été dosés selon la méthode de **Dubois et al. (1956)**. 1ml de l'extrait a été mis dans un tube à essai avec 1ml de phénol à (5%) puis 5 ml H₂SO₄ ont été ajoutés. Une coloration jaune se développe. Les tubes ont été ensuite placés au bain-marie à 25-30C° pendant 20 minutes puis refroidi sous l'eau à 20C°. L'absorbance est mesurée à 485 nm contre un blanc.

La teneur en sucres est exprimée en mg équivalent de glucose par g de MS, par référence à une courbe d'étalonnage (**Annexe n°4**).

III.10. Dosage des composés phénoliques

Les composés phénoliques totaux ont été dosés selon la méthode de (**Singleton et al., 1999**), dans deux tubes à essais 0.5 ml d'extrait ont été ajoutés avec 1,5 ml de la solution de réactif de Folin-Ciocalteu (à 10%). Ensuite, 1 ml de la solution de Na₂CO₃ (7.5%) a été ajouté. Le mélange obtenu est incubé à une température ambiante pendant environ 90 minutes à l'abri de la lumière. L'absorbance a été déterminée à 760 nm contre un blanc.

Les teneurs en composés phénoliques totaux ont été déterminées à partir de la courbe d'étalonnage obtenue en utilisant l'acide gallique comme standard (**Annexe n° 5**).

III.11. Dosage des flavonoïdes totaux

La teneur en flavonoïdes a été déterminée selon la méthode décrite par **Bahorun et al. (1996)**. 1 ml d'extrait a été mélangé avec 1ml de chlorure d'aluminium AlCl₃ (2%) et l'absorbance a été mesurée à 430 nm.

Les teneurs en flavonoïdes ont été exprimées en mg équivalent quercétine par g MS, par référence à une courbe d'étalonnage établie avec la quercétine comme standard (**Annexe n° 6**).

III.12. Détermination de la l'activité anti-oxydant DPPH

Le DPPH (2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl) est un radical libre, accepteur d'hydrogène, de couleur violette intense. L'évaluation de l'activité antioxydante des extraits a été réalisée selon la méthode décrite par (**Jakobek et al., 2007**) avec quelques modifications ; la solution de DPPH a été préparé dans l'éthanol (60µM). 1ml de l'extrait a été ajouté à 2ml de solution de DPPH, après 30 minutes d'incubation, l'absorbance a été mesurée à 517 nm (**Annexe n° 7**).

L'activité antiradicalaire est estimée selon l'équation ci-dessous :

$$\text{Inhibition du radical DPPH (\%)} = \frac{\text{Abs controle} - \text{Abs échantillon} * 100}{\text{Abs controle}}$$

III.13. Formulation et optimisation par plan d'expérience de la boisson aubépine/café

La nouvelle boisson à base d'aubépine et de café a été formulée tout en évaluant sa qualité sensorielle. Dans un objectif d'optimisation de sa composition, un plan factoriel complet à deux facteurs et deux niveaux (2²) a été mis en œuvre. Les deux facteurs étudiés sont les suivants :

- Facteur 1 – Pourcentage d'aubépine/café : 50 %, 70 % ;
- Facteur 2 – Ratio Café Robusta/Arabica : 30/70, 50/50.

Au total, 12 essais ont été réalisés, incluant des répétitions pour évaluer la reproductibilité. Les différentes formulations ont été préparées dans des conditions contrôlées et évaluées par un groupe de dégustateurs préalablement informés sur les descriptions sensorielles à suivre selon une grille de dégustation établie. Cette fiche est présentée en annexe de ce document.

Les critères sensoriels suivants ont été évalués sur une échelle de 1 à 5 : l'odeur, la couleur, le goût, l'amertume et l'appréciation globale.

Afin de valider la pertinence de la formulation optimisée, une comparaison sensorielle a été réalisée avec deux groupes témoins :

- Témoin 1 (T1) : Une boisson à 100 % d'aubépine ;
- Témoin 2 (T2) : Un café pur d'une marque commerciale connue.

Les données recueillies ont été analysées statistiquement ; une ANOVA (analyse de la variance) a été appliquée pour déterminer l'effet significatif des facteurs sur l'appréciation globale. Une MANOVA (analyse multivariée) a été utilisée pour évaluer l'effet global sur l'ensemble des réponses sensorielles.

Des représentations graphiques des scores par des diagrammes en barres, ont permis d'observer l'effet principal sur chaque critère sensoriel (odeur, goût, couleur, amertume, appréciation globale). Des diagrammes radar, ont permis de visualiser les profils sensoriels moyens par formulation.

III.13. Analyses microbiologiques

Le contrôle microbiologique permet de garantir une bonne qualité hygiénique du produit fabriqué et de minimiser les pertes dues à des mauvaises conditions de fabrication.

III.13.1. Préparation des dilutions décimales

La réalisation des analyses microbiologique nécessite d'effectuer une série de dilution décimales en vue d'obtenir une répartition aussi uniforme que possible des microorganismes contenus dans la prise d'essai et de réduire de nombre de microorganisme par unité de volume afin de faciliter l'examen microbiologique.

III.13.2. Recherche et dénombrement de la flore aérobie mésophile totale

La flore aérobie mésophile totale (FAMT) représente l'ensemble des microorganismes (bactéries, levures et moisissure) adapté à se développer dans des conditions moyennes à des températures situées entre 10 à 40°C. C'est un bon indicateur de la qualité générale et la stabilité des produits.

Le dénombrement a été effectué selon la norme ISO 4833 et qui consiste en un ensemencement en profondeur dans un milieu sélectif PCA qui contient des substances nutritives telle que : glucide, peptone, extrait de levure, permettant la culture de la majorité des microorganismes.

A partir des dilutions décimales allant de 10^{-1} à 10^{-3} , 1 ml a été porté aseptiquement dans une boîte de Pétri vide, préalablement préparée et numérotée, Ensuite, complété chaque boîte avec environ 15 ml de gélose PCA fondue et refroidie puis réalisé des mouvements circulaires et de va-et-vient afin d'assurer un bon mélange de l'inoculum avec la gélose. Une fois le mélange effectué, les boîtes ont été laissé solidifier sur la paillasse, puis une deuxième couche d'environ 5 ml ajoutée. Cette double couche a servi à limiter les risques de contaminations diverses. Puis les boîtes ont été incubé, couvercle en bas, à 30°C pendant 72 heures (AFNOR. 1998).

III.13.3. Dénombrement des Coliformes totaux et des Coliformes fécaux

Les coliformes sont des bactéries à Gram négatif, non sporulés, mobiles, non aérobies où anaérobies facultatifs, appartenant à la famille des *Enterobacteriaceae*. Ils réduisent les nitrates en nitrites en anaérobiose étant capable de fermenter le lactose avec production d'acide et de CO₂ (Leclerc et al., 2001).

Le dénombrement des coliformes totaux a été réalisé selon la norme NF V 08-050 et dénombrement des coliformes fécaux a été réalisé selon la norme NF V 08-060. Ce dénombrement consiste à ensemercer en profondeur, 1 ml des dilutions décimales 10^{-1} , 10^{-2} et 10^{-3} dans un milieu gélosé VRBL coulé dans des boîtes de Pétri stériles et qui ont été incubées pendant 24 à 48 heures à 30 °C pour les coliformes totaux, et à 44 °C pour les coliformes thermo-tolérants (AFNOR, 1998).

Le dénombrement repose sur le comptage des colonies qui sont de couleur rouge violacée d'un diamètre de 0.5 mm ou plus (Annexe n° 8 figures 1). Les résultats sont exprimés en nombre de coliformes / ml du produit.

III.13.4. Recherche de *Staphylococcus aureus*

Les espèces *Staphylococcus aureus* appartiennent à la famille des *Micrococcaceae*. Ce sont des Cocci à Gram positif, non sporulés, Aero-anaérobie facultatifs, immobiles, halophile, Ce sont des germes pathogènes capables de produire une entérotoxine pouvant causer une intoxication alimentaire leur recherche permet de savoir si le produit présente des risques d'atteinte à la santé du consommateur (Bourgois et al., 1996).

Le dénombrement de *Staphylococcus aureus* s'effectue selon la norme NF V 08-057-1; une méthode ancienne consistant à ensemercer l'inoculum d'échantillon en surface dans le milieu sélectif le Braid Parker.

À l'aide d'une pipette stérile, 0,1 ml de l'échantillon a été déposé sur la surface du milieu Baird-Parker, avec trois répétitions pour chaque dilution (10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3}).

Les boîtes ont été laissées sur la paillasse pendant 15 minutes, puis incubées à 37 °C pendant 24 heures (AFNOR, 2016).

III.13.5. Recherche et dénombrement des levures et des moisissures

Les levures et les moisissures sont des germes facultativement aérobies, leur dénombrement se fait sur milieu Sabouraud au Chloramphénicol ou sur gélose OGA.

Un volume de 0,1 ml des dilutions 10^{-1} , 10^{-2} et 10^{-3} a été prélevé à l'aide d'une micropipette, et déposé à la surface de la gélose OGA, puis étalé sur toute la surface jusqu'à absorption complète du liquide par le milieu.

Un témoin négatif a été également établi, consistant en une boîte contenant le milieu de culture sans ensemencement, pour vérifier l'absence de contamination.

Les boîtes ont ensuite été incubées à 25 °C pendant 5 jours (AFNOR, 1998).

CHAPITRE IV

RÉSULTATS ET DISCUSSION

IV. Résultats et discussion

IV.1. Résultats de la caractérisation physico-chimique

IV.1.1. Teneurs en eau, matière sèche, cendres et matière organique

La pulpe de fruit de *Crataegus monogyna* présente une teneur en eau de 64,96% et une teneur en matières sèches de 35,03%, dont la matière organique représente 96,23%, quant aux cendres représentent (3.77%).

Une étude menée par **Mouni et al. (2012)**, révèle des résultats similaires ; la pulpe de *Crataegus monogyna* renferme un taux d'humidité de 63.12%.

Dans d'autres travaux réalisés sur la même espèce, il a été relevé dans le péricarpe du fruit de *Crataegus monogyna* des teneurs en eau supérieures à celles que nous avons obtenues, de l'ordre de 68.98 % (**YalçınDokumacı et al., 2021**).

Cependant, une valeur inférieure à 64,96% a été rapportée par (**Zahrae Radi et al., 2023**) qui est de l'ordre 7,16%.

La variation de la teneur en eau peut être attribuée au facteur variétal, à l'époque de maturation et de récolte et aux caractéristiques pédoclimatiques.

La teneur en cendres totales a été estimée à 3,77%, elle représente la fraction minérale du fruit, cependant elle est légèrement supérieure à celle trouvée par (**Yalçın Dokumacı et al., 2021**) qui est de 2,77%.

Cette variation est probablement due à plusieurs facteurs à savoir la composition du sol, facteurs climatiques et même l'origine géographique et l'altitude.

IV.1.2. Résultats de pH

Tableau 5 : Valeurs de pH de fruit de *Crataegus monogyna*.

Echantillon	<i>C. Monogyna</i>
PH	4.75
T(C°)	26





D'après les résultats présentés dans le tableau 5, la valeur du pH est à 4,75 qui inférieure à celle obtenus par d'autre études (5,12) rapportée par **Zahrae Radi et al. (2023)** et (4,08) trouvée par **Yalçın Dokumacı et al., 2021b**).

Le pH est un paramètre déterminant l'aptitude des aliments à la conservation, que la flore microbienne doit franchir pour assurer sa prolifération. Ainsi, un pH de l'ordre de 3 à 6 est très favorable au développement des levures et moisissures.

IV.1.3. Résultats de l'analyse phytochimique

Les résultats des tests phytochimiques réalisés sur la poudre de *Crataegus monogyna* sont représentés dans le tableau suivant.

Tableau 6 : Résultats du screening phytochimique de fruit de *Crataegus monogyna*.

Test	Observation	Résultats
Anthocyanes		Présence
Tanins gallique		Présence
Flavonoïdes		Présence
Coumarines		Présence

Glucosides		Présence
Saponosides		Absence
Alcaloïdes		Absence
Stérol et triterpènes		Présences
Terpénoides		Présence

Les résultats de l'analyse phytochimique ont permis de détecter les différentes familles de métabolites secondaires dans la poudre de *crataegus monogyna*. Sur la base des résultats de (Zahra Radi et al., 2023) décrits dans le tableau 6, nous constatons que *crataegus monogyna* renferme des flavonoïdes, des tanins, des coumarines, des anthocyanes, des composés terpéniques et des stérols.

IV.1.4. Teneur en caroténoïdes totaux

Tableau 7 : Teneur en caroténoïdes totaux du fruit de *Crataegus monogyna*.

Poudre de fruit de <i>Crataegus monogyna</i>	C (mg/g MS)
--	-------------

Caroténoïdes	21,73
--------------	-------

Selon le résultat mentionné dans le tableau 8, la teneur en caroténoïdes dans le fruit de *Crataegus monogyna* est de 21,73 mg/g MS cette valeur est supérieure à celle trouvée par (Boudraa et al., 2010b) (1,37 mg/g MS).

D'autres travaux réalisés par (Cristea et al., 2024; Fatma et al., 2023) ont obtenu une valeur plus importante et qui est de l'ordre de 42 mg /g MS.

La teneur totale en caroténoïdes dans *Crataegus monogyna* peut varier principalement en fonction de l'espèce, la zone de culture, l'année de fructification, le degré de la maturation des fruits et aussi les opérations de traitement, en particulier le séchage et le broyage, qui réduisent la taille des particules en favorisant la libération de caroténoïdes (Cristea et al., 2024).

IV.1.5. Résultats du dosage des sucres totaux

Tableau 8 : Les sucres totaux des fruits de *Crataegus monogyna*

Fruit	Sucre totaux (%)
<i>Crataegus monogyna</i>	22

A partir de résultats du tableau N° 9 le fruit présente 22% en sucres totaux. Ces résultats sont similaires à ceux rapportés par Balta et al. (2007), qui ont enregistré des teneurs de 19,7%. Cependant, Mouni et al. (2012) ont trouvé teneurs en sucres totaux de l'ordre 11%.

Cette variation dans la teneur en sucre totaux du fruit peut s'expliquer par le degré de la maturation et la teneur en l'eau.

IV.1.6. Teneur en composés phénoliques totaux

La teneur en composés phénoliques totaux des fruits de *Crataegus monogyna* est de 19,87 mg équivalent d'acide gallique par gramme de matière sèche (mg EAG/g MS). Cette teneur est nettement inférieure à celle rapportée par Caliskan (2015), qui a trouvé une valeur de 55,20 mg EAG/g MS, et par Alirezalu et al. (2020), avec 35,85 mg EAG/g MS.

Elle est également bien plus faible que celle observée par Dekić et al. (2020) dans les extraits éthanoliques des fruits de *Crataegus monogyna*, soit 101,01 mg EAG/g MS.

La teneur en composés phénoliques totaux peut être influencé par des facteurs extrinsèques (tels que des facteurs géographiques et climatiques) et des facteurs intrinsèques notamment le degré de maturation et la durée de stockage (Aganga, 2001), mais également la méthode et le solvant de l'extraction (Mohsen & Ammar, 2008).

IV.1.7. Teneur en flavonoïdes

La teneur en composés phénoliques totaux des fruits de *Crataegus monogyna* est de 13,91 mg EQ/g MS, une valeur supérieure à celle obtenue par Alirezalu et al. (2020b), enregistrant une valeur de 5,77 mg EQ/g MS, mais qui reste inférieur à celle rapportée par Taleghani et al. (2024) qui a obtenue des teneurs de 79,93 mg/EQ/g MS dans les extraits méthanoliques et 58,9 mg/EQ/g MS dans les extraits éthanoliques.

IV.2. Activité antioxydante

L'activité antioxydante de *Crataegus monogyna* vis-à-vis du radical libre DPPH a été évaluée en suivant la réduction de ce radical qui s'accompagne par son passage de la couleur violette à la couleur jaune.

L'extrait aqueux de *Crataegus monogyna* présente une activité antioxydante de 46,04%. Un pourcentage d'inhibition de DPPH de 47% a été enregistrée par Zahrae Radi et al. (2023). L'extrait éthanolique de *Crataegus monogyna* étudié par Dekić et al. (2020) montre un pourcentage de 78,66%.

IV.3. Résultats de l'optimisation et les analyses sensorielles

Tableau 9 : Valeurs réelles et codées de plan factoriel incluant les valeurs expérimentales.

Essai	% Aubépine/Café (X1)	Ratio Robusta/ Arabica (X2)	X1	X2	Odeur	Couleur	Goût	Amertume	Appréciation globale
1	50	30/70	-1	-1	3,8 ± 0,2a	4,0 ± 0,1a	3,9 ± 0,1a	2,5 ± 0,2a	3,7 ± 0,1a
2	50	50/50	-1	+1	4,0 ± 0,1a	4,1 ± 0,2a	4,0 ± 0,2a	2,8 ± 0,1a	3,8 ± 0,1a
3	70	30/70	+1	-1	4,2 ± 0,2b	4,3 ± 0,1b	4,1 ± 0,1a	2,1 ± 0,1b	4,1 ± 0,2b
4	70	50/50	+1	+1	4,3 ± 0,1b	4,4 ± 0,1b	4,2 ± 0,1b	2,3 ± 0,1b	4,2 ± 0,1b

Les résultats dans le tableau sont rapportés en moyenne \pm Ecart-type. Les mêmes lettres dans la même colonne signifient qu'il n'y a pas de différence significative à ($P > 0,05$).

IV.3.1. Plan d'expérience et validation

Les résultats de l'analyse de la variance en appliquant le plan factoriel indiquent que le modèle représente de manière adéquate la relation entre les paramètres choisis et les réponses. Cette analyse montre que le modèle est très significatif ($P < 0,0001$) avec un coefficient de régression R^2 de 0.97. De plus, la valeur du coefficient de détermination ajusté $R^2_{\text{ajusté}}$ est de l'ordre de 0.95 et que le manque d'ajustement n'est pas significatif ($P > 0,05$).

IV.3.2. Résultats de l'étude comparative de la formule optimisée avec les deux groupes témoins

L'objectif est de situer la formulation optimale par rapport à ces extrêmes en termes de perception sensorielle et d'acceptabilité globale. Les résultats sont également représentés sous forme de diagrammes radar.

Tableau 10 : Comparaison des résultats des analyses sensorielles avec les groupes témoins.

Critère	Formule Optimisée	Témoin 1 (100% Aubépine)	Témoin 2 (100% Café)
Odeur	4,4 \pm 0,1a	3,5 \pm 0,2b	4,2 \pm 0,2a
Couleur	4,3 \pm 0,1a	3,7 \pm 0,1b	4,1 \pm 0,1a
Goût	4,3 \pm 0,1a	3,6 \pm 0,2b	4,1 \pm 0,1a
Amertume	2,4 \pm 0,1b	1,9 \pm 0,1c	3,3 \pm 0,2a
Appréciation globale	4,3 \pm 0,1a	3,7 \pm 0,1b	4,2 \pm 0,1a

Les résultats de ce tableau montrent que la formulation optimisée est significativement mieux acceptée que T1 ($p < 0,05$) sur tous les critères sauf l'amertume. Tandis que, Comparée à T2, elle est mieux notée pour l'amertume (moins perçue), et similaire en appréciation globale ($p > 0,05$), ce qui montre un bon compromis entre fonctionnalité (apport de l'aubépine) et qualité sensorielle.

Les résultats des analyses sensorielles sont représentés dans le graphique ci-dessous.

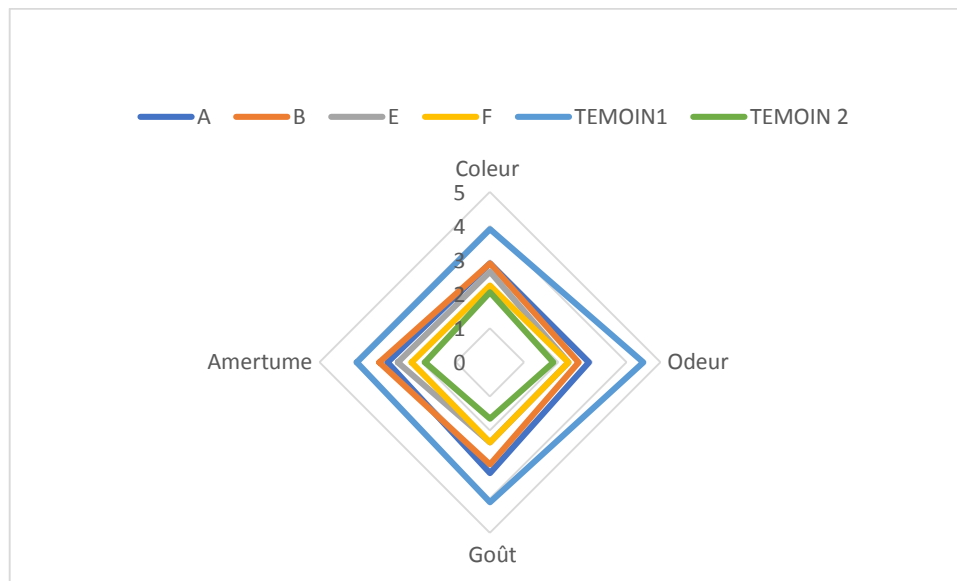


Figure 19 : Diagrammes radar des résultats des analyses sensorielles.

Les profils sensoriels représentés en diagrammes radar montrent que le témoin T1 a un profil faible sur tous les attributs sensoriels. Le T2 est caractérisé par une amertume dominante, bien que globalement bien apprécié. La formule optimisée présente un équilibre sensoriel, avec des scores élevés pour l'odeur, le goût et la couleur, et une amertume modérée.

Ces résultats suggèrent que l'introduction de 50 % d'aubépine permet de réduire l'amertume du café tout en conservant une qualité sensorielle élevée. Ce mélange pourrait répondre à une demande croissante en boissons fonctionnelles à base de plantes, avec un bon équilibre organoleptique et un potentiel bénéfique sur la santé (richesse en antioxydants tels que les composés phénoliques totaux et flavonoïdes).

IV.4. Analyses microbiologiques

Tableau 11 : Résultats des analyses microbiologiques exprimées en UFC/g.

Germes Recherché	Boisson Café/aubépine	Normes (J.O.R.A) 1998)
FAMT	Absence	5.10^4
Levures et moisissures	Absence	3.10^2
Coliformes (Totaux/Fécaux)	Absence	1/0,01g
<i>Staphylococcus aureus</i>	Absence	1

Les résultats microbiologiques présentés dans le tableau indiquent que la boisson à base d'aubépine et du café est conforme aux normes, une absence totale de coliformes totaux, fécaux, de FAMT, de Levures et moisissures et de *staphylococcus aureus*. Cette conformité témoigne du respect des règles d'hygiène durant toutes les étapes de la préparation de cette boisson.

Des études montrent que la torréfaction du café a un effet antimicrobien (Somporn et al., 2011). Par ailleurs d'autres recherches mettent en évidence que les extraits aqueux, éthanoliques et méthanoliques des fruits *Crataegus monogyna* exercent également une capacité inhibitrice important sur la croissance des souches *Candida albicans*, *Escherichia coli*, *Proteus mirabilis* et *Bacillus cereus* (Pugna et al., 2022).

IV.5. Résultats de la caractérisation physico-chimique de la formule optimisée

IV.5.1. pH

Les résultats du pH des boissons suivantes (la formule optimisée de la boisson aubépine/café, le témoin 1 avec 100% d'aubépine et le témoin 2 qui représente une marque commerciale du café) sont illustrés dans le tableau suivant.

Tableau 12 : Résultats du pH des boissons.

Les formules Paramètre	Formule optimisée (Aubépine/café)	Témoin 1 (100% Aubépine)	Témoin 2 (100% Café – marque commerciale)
pH	5,23± 0,4a	4,75± 0,2c	5,01± 0,2b

D'après les résultats obtenus, le pH est de la boisson aubépine à 100% représente la valeur la plus faible. Ce qui suggère un effet modérateur de l'aubépine sur l'acidité de la boisson optimisée.

IV.5.2. Teneurs en composés phénoliques totaux

La figure 20 représente les résultats de la comparaison des teneurs en polyphénols de la boisson aubépine/café optimisée et la boisson à 100% d'aubépine.

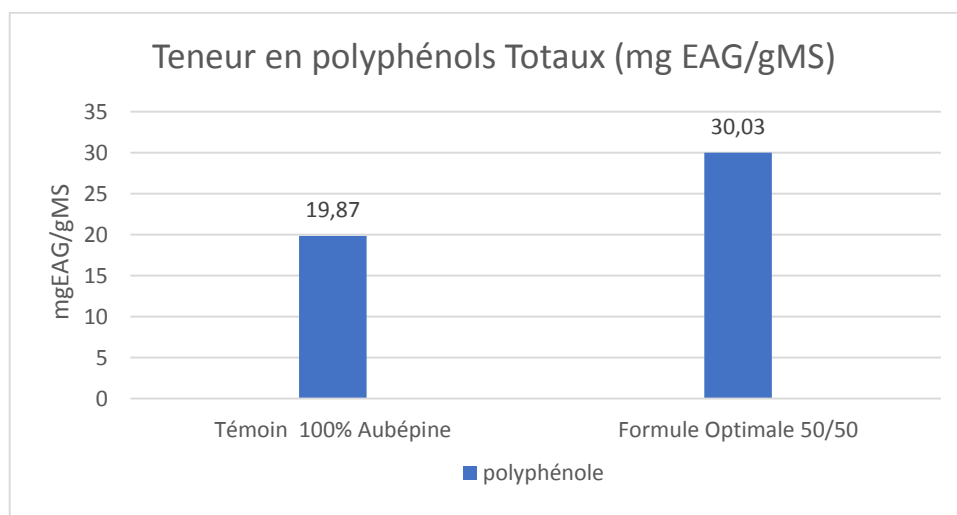


Figure 20 : Teneur en polyphénols totaux des boissons (Formule optimisée et boisson à 100% aubépine).

Selon la figure 20, la teneur en polyphénols dans la formule optimisée ($30,03 \pm 0,2$ mg EAG/g MS) est amplement supérieure à celle de la boisson à 10% d'aubépine ($19,87 \pm 0,1$ mg EAG/g MS).

Cette amélioration peut être attribuée à l'effet synergique entre les composés phénoliques de l'aubépine et ceux du café Arabica, notamment l'acide chlorogénique.

Selon la littérature, les extraits de *Crataegus monogyna* présentent généralement des valeurs entre 15 et 30 mg/g, tandis que le café Arabica peut atteindre des teneurs similaires, voire supérieures, selon la méthode de préparation (Farah et al., 2005 ; Abuashwashi et al., 2016).

IV.5.3. Activité Antioxydante

Le tableau 13 représente les résultats de la comparaison des pourcentages d'inhibition du radical DPPH de la boisson optimisée et la boisson à 100% d'aubépine.

Tableau 13 : Résultats de l'activité Antioxydante (Formule optimisée et boisson à 100% aubépine).

	Activité Antioxydante (% d'inhibition de DPPH)
Témoin 100% Aubépine	$46,04 \pm 0,02$
Formule optimisée	$48,66 \pm 0,02$

Les résultats représentés dans le tableau 13 montrent que la formule optimale montre une activité antioxydante de (48,66 % d'inhibition de DPPH), supérieur à celle de l'extrait pur aubépine (46,04 % d'inhibition de DPPH).

Cette amélioration est attribuée à l'effet synergique et la combinaison des composés antioxydants des deux sources, notamment les acides chlorogénique du café et les flavonoïdes ainsi que les tanins de l'aubépine.

CONCLUSION

Conclusion

L'objectif de cette présente étude est d'élaboration d'un nouveau produit substituant au café, en valorisant une plante locale « le fruit de *Crataegus monogyna* ».

Les résultats de l'évaluation des paramètres physico-chimiques de la poudre de *Crataegus monogyna* ont révélé une composition intéressante en composés bioactifs, notamment en composés phénoliques totaux (19,87 mg EAG/g MS) et flavonoïdes (13,81 mg EQ/g MS). En effet, cette composition permet d'attribuer une activité antioxydante considérable (46,04% d'inhibition du radical DPPH).

L'application de plan d'expérience a permis d'optimiser la composition de la nouvelle formulation de boisson aubépine/café.

Cette formulation optimisée est significativement mieux acceptée ($p < 0,05$) que le témoin pur aubépine. Elle est également mieux notée par sa douceur avec des similitudes en appréciation globale.

Les essais sensoriels ont montré que l'incorporation de 50 % de *Crataegus monogyna* permet d'obtenir une boisson appréciée, avec une amertume modérée et une bonne acceptabilité globale, tout en conservant les qualités organoleptiques attendues.

Les analyses microbiologiques ont confirmé la sécurité sanitaire de la boisson élaborée par l'absence totale des germes recherchés, traduisant sa conformité aux normes en vigueur.

Cette étude a permis de démontrer la faisabilité de l'utilisation de *Crataegus monogyna* comme substituant au café dans la formulation d'une nouvelle boisson.

A l'issue de ces résultats, cette étude ouvre ainsi des perspectives prometteuses pour la valorisation de l'aubépine locale dans l'industrie agroalimentaire, en réponse à la demande croissante de boissons alternatives, naturelles et bénéfiques pour la santé.

Des études complémentaires pourraient porter sur l'optimisation des procédés de transformation, l'évaluation de la stabilité du produit fini, et l'exploration d'autres associations végétales pour diversifier l'offre de boissons innovantes et fonctionnelles.

RÉFÉRENCES

BIBLIOGRAPHIQUES

Références bibliographiques

A

- Abuashwashi, M. A., Palomino, O. M., & and Gómez-Serranillos, M. P. (2016).** Geographic origin influences the phenolic composition and antioxidant potential of wild *Crataegus monogyna* from Spain. *Pharmaceutical Biology*, 54(11), 2708-2713. <https://doi.org/10.1080/13880209.2016.1179769>
- AFNOR. (1998).** NF T 90-401: Microbiologie de l'eau-Dénombrement des bactéries aérobies revivifiables à 37 °C. AFNOR, La Plaine Saint-Denis. »
- AFNOR. (2016).** NF T 90-412-Qualité de l'eau : dénombrement des staphylocoques pathogènes (coagulase positifs)-Méthode par filtration sur membrane. AFNOR, La Plaine Saint-Denis (21 p.).
- AFNOR. (1998).** NF T 90-414 : Microbiologie de l'eau-Dénombrement des coliformes thermotolérants par méthode de la gélose lactosée. AFNOR, La Plaine Saint-Denis.
- AFNOR. (1998).** NF EN ISO 7954 : Microbiologie des aliments-Dénombrement des levures et moisissures-Méthode par ensemencement sur milieu gélosé. AFNOR, La Plaine Saint-Denis.
- Aganga, A. A. & Mosase, K. W. (2001).** Tannin content, nutritive value and dry matter digestibility of *Lonchocarpus capassa*, *Zizyphus mucronata*, *Sclerocaryabirrea*, *Kirkia acuminata* and *Rhus lancea* seeds. *Animal Feed Science and Technology*, 91(1-2), 107-113. [https://doi.org/10.1016/S0377-8401\(01\)00235-8](https://doi.org/10.1016/S0377-8401(01)00235-8)
- Alirezalu, A., Ahmadi, N., Salehi, P., Sonboli, A., Alirezalu, K., Mousavi Khaneghah, A., Barba, F. J., Munekata, P. E. S., & Lorenzo, J. M. (2020a).** Physicochemical Characterization, Antioxidant Activity, and Phenolic Compounds of Hawthorn (*Crataegus* spp.) Fruits Species for Potential Use in Food Applications. *Foods*, 9(4), Article 4. <https://doi.org/10.3390/foods9040436>
- Alessandrini, L., Romani, S., Pinnavia, G., & Rosa, M. D. (2008).** Near infrared spectroscopy: An analytical tool to predict coffee roasting degree—*ScienceDirect*. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0003267008013214>
- Antonio, A. G., Iorio, N. L. P., Pierro, V. S. S., Candreva, M. S., Farah, A., Dos Santos, K. R. N., & Maia, L. C. (2011).** Inhibitory properties of *Coffea canephora* extract against oral bacteria and its effect on demineralisation of deciduous teeth. *Archives of Oral Biology*, 56(6), 556-564. <https://doi.org/10.1016/j.archoralbio.2010.12.001>
- Arya, S. S., Venkatram, R., More, P. R., & Vijayan, P. (2022).** The wastes of coffee bean processing for utilization in food : A review. *Journal of Food Science and Technology*, 59(2), 429-444. <https://doi.org/10.1007/s13197-021-05032-5>
- Audigié C., Figarella J., Zonszain F., 1978.** Manipulation d'analyse biochimique. Doin (Ed). Paris, 247.

B

- Bachiri, L., Daoudi, A., Labazi, N., Ibijbijen, J., & Nassiri, L. (2015).** Étude floristique du val d'Ifrane « Bassin versant du Oued Tizguit ». . . *Vol., 1*.
- Bahorun, T., Gressier, B., Troitin, F., Brunet, C., Dine, T., Luyckx, M., Vasseur, J., Cazin, M., Cazin, J. C., & Pinkas, M. (1996).** Oxygen species scavenging activity of phenolic extracts from hawthorn fresh plant organs and pharmaceutical preparations. *Arzneimittel-Forschung*, 46(11), 1086-1089.
- Balta, M. F., Yörük, I. H., Askin, M. A., Yarılgaç, T., & Kazankaya, A. (2007).** Characterization of Free Sugars in Hawthorn (*Crataegus* spp.) Species. *Asian Journal of Chemistry*, 19(7), 5675.
- Barros, L., Carvalho, A. M., & Ferreira, I. C. F. R. (2011).** Comparing the composition and bioactivity of *Crataegus Monogyna* flowers and fruits used in folk medicine. *Phytochemical Analysis*, 22(2), 181-188. <https://doi.org/10.1002/pca.1267>
- Blanchard, F. (2022).** Richard Bradley, le café, la peste, les serres d'Amsterdam et l'introduction d'une nouvelle culture dans les colonies néerlandaises des Guyanes au début du XVIIIe siècle. *Bulletin de la Société d'Histoire de la Guadeloupe, 191-192*, 1-151. <https://doi.org/10.7202/1091234ar>
- Bonnin, A.-L. (2016).** *DIPLÔME D'ÉTAT DE DOCTEUR EN PHARMACIE*. 35.
- Boudraa, S., Hambaba, L., Zidani, S., & Boudraa, H. (2010a).** Composition minérale et vitaminique des fruits de cinq espèces sous exploitées en Algérie: *Celtis australis* L. , *Crataegus azarolus* L. , *Crataegus monogyna* Jacq. , *Elaeagnus angustifolia* L. et *Zizyphus lotus* L. *Fruits*, 65(2), 75-84. <https://doi.org/10.1051/fruits/20010003>
- Bouvenot, G. (2016).** L'entrée du café en France, par Marseille, en 1644 et le débat médical qui s'ensuivit. *Bulletin de l'Académie Nationale de Médecine*, 200(8), 1709-1719. [https://doi.org/10.1016/S0001-4079\(19\)30580-1](https://doi.org/10.1016/S0001-4079(19)30580-1)

C

- Caligiani, A., Malavasi, G., Palla, G., Marseglia, A., Tognolini, M., & Bruni, R. (2013).** A simple GC-MS method for the screening of betulinic, corosolic, maslinic, oleanolic and ursolic acid contents in commercial botanicals used as food supplement ingredients. *Food Chemistry*, 136(2), 735-741. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.08.011>
- Caliskan, O. (2015).** Espèces de l'aubépine méditerranéenne (*Crataegus*) et utilisation potentielle. In V. R. Preedy & R. R. Watson (Éds.), *The Mediterranean Diet* (p. 621-628). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-407849-9.00055-5>
- Champéroux, G. (1991).** *Manuel du planteur de café laotien*. <https://agris.fao.org/search/en/providers/122653/records/64745ba9542a3f9f03b4d8ac>

Charrier, A., Bertrand, B., & Lashermes, P. (2012). Des évolutions marquantes pour le café en ce début de xxie siècle. *Cahiers Agricultures*, 21(2-3), 73-76. <https://doi.org/10.1684/agr.2012.0558>

Chieng, D., Canovas, R., Segan, L., Sugumar, H., Voskoboinik, A., Prabhu, S., Ling, L.-H., Lee, G., Morton, J. B., Kaye, D. M., Kalman, J. M., & Kistler, P. M. (2022). The impact of coffee subtypes on incident cardiovascular disease, arrhythmias, and mortality : ng-term outcomes from the UK Biobank. *European Journal of Preventive Cardiology*, 29(17), 2240-2249. <https://doi.org/10.1093/eurjpc/zwac189>

Chu, Y.-F. (2012). *Coffee : Emerging Health Effects and Disease Prevention*. John Wiley & Sons.

Clifford, M. N., Jaganath, I. B., Ludwing, I. A., & Crozier. (2017). Chlorogenic acids and the acyl-quinic acids : Discovery, biosynthesis, bioavailability and bioactivity. *Natural Product Reports*, 34(12), 1391-1421. <https://doi.org/10.1039/c7np00030h>

Corina, K. M., Eugenia, D., Moruzi, R. F., & Sergiu, O. A. (2021). *Incipient study of the phytotherapeutic effects of the hawthorn*. 15.

Cristea, E., Ghendov-Mosanu, A., Pinte, A., Sturza, R., & Patras, A. (2024). Color Stability and Antioxidant Capacity of Crataegus monogyna Jacq. Berry Extract Influenced by Different Conditions. *Horticulturae*, 10 (11), Article 11. <https://doi.org/10.3390/horticulturae10111184>

D

Daniele, C., Mazzanti, G., Pittler, M. H., & Ernst, E. (2006). Adverse-Event Profile of Crataegus Spp. *Drug Safety*, 29(6), 523-535. <https://doi.org/10.2165/00002018-200629060-00005>

DAVIS, A. P., GOVAERTS, R., BRIDSON, D. M., & STOFFELEN, P. (2006). An annotated taxonomic conspectus of the genus Coffea (Rubiaceae). *Botanical Journal of the Linnean Society*, 152(4), 465-512. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8339.2006.00584.x>

Davis, A.P., Gole, T.W., Baena, S., & Moat, J. (2012). The impact of climate change on indigenous Arabica coffee (*Coffea arabica*): Predicting future trends and identifying priorities. *PLoS ONE*, 7(11), e47981. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0047981>

Dekić, V., Ristić, N., Dekić, B., & Ristić, M. (2020). PHENOLIC AND FLAVONOID CONTENT AND ANTIOXIDANT EVALUATION OF HAWTHORN (*Crataegus monogyna* Jacq.) FRUITS AND LEAVES EXTRACTS. *Bulletin of Natural Sciences Research*, 10(1), Article 1. <https://doi.org/10.5937/univtho10-25574>

Djerroumi, A., & Nacef, M. (2013). *100 plantes médicinales d'Algérie*. Ed. Houma. **Durand, N., Duris, D., Fontana, A., Castellanos-Onorio, O., Suarez-Quiroz, M., & Schorr-Galindo, S. (2013).** Effects of post-harvest and roasting treatments on Ochratoxine A levels in coffee : A review paper. *Cahiers Agricultures*, 22(3), 195-201. <https://doi.org/10.1684/agr.2013.0621>

Dubois, M., Gilles, K. A., Hamilton, J. K., Rebers, P. A., & Smith, F. (1956). Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Analytical Chemistry*, 28(3), 350–356. <https://doi.org/10.1021/ac60111a017>

E

Eskelinen, M. H., & Kivipelto, M. (2010). Caffeine as a Protective Factor in Dementia and Alzheimer's Disease. *Journal of Alzheimer's Disease*, 20(s1), S167-S174. <https://doi.org/10.3233/JAD-2010-1404>

Ennadir, J., Hassikou, R., Al Askari, G., Arahou, M., Bouazza, F., Amallah, L., Amine, S. A. & Khedid, K. (2014). *Caractérisation phénotypique et génotypique des bactéries lactiques isolées des farines de blé d'origine marocaine.* *Journal of Materials and Environmental Sciences*, 5(4), 1125–1132, ISSN 2028-2508

F

Farah, A. (2012). Coffee Constituents. In Y. Chu (Éd.), *Coffee* (1^{re} éd., p. 21-58). Wiley. <https://doi.org/10.1002/9781119949893.ch2>

Farah, A., Donangelo, C. M., Di Ricco, R. A., & Trugo, L. C. (2005). *Effect of Roasting on the Formation of Chlorogenic Acid Lactones in Coffee.* *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(5), 1505–1513. <https://doi.org/10.1021/jf048701t>

Fatma, S. Ö., Ali, dnan H., & İncilay, G. (2023). Evaluation of physicochemical characteristics, antioxidant activity and phenolic profile of *Crataegus* species in Malatya, Turkey-ProQuest. *Emirates Journal of food and agricultur*, 35(1), 78-85.

Franca, A. S., Mendonça, J. C. F., & Oliveira, S. D. (2005). Composition of green and roasted coffees of different cup qualities. *LWT - Food Science and Technology*, 38(7), 709-715. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2004.08.014>

Furey, A., & Tassell, M. (2008). Towards a systematic scientific approach in the assessment of efficacy of an herbal preparation : Hawthorn (*Crataegus* spp.). *European Journal of Heart Failure*, 10(12), 1153-1157. <https://doi.org/10.1016/j.ejheart.2008.10.003>

G

Gianturco, M. A., Giammarino, A. S., Friedel, P., & Flanagan, V. (1964). The volatile constituents of coffee—IV. *Tetrahedron*, 20(12), 2951-2961. [https://doi.org/10.1016/S0040-4020\(01\)98518-7](https://doi.org/10.1016/S0040-4020(01)98518-7)

Golabiazar, R., Qadir, G. S., Faqe, Z. A., Khalid, K. M., Othman, K. I., Rasool, N. F., & Saeed, H. F. (2022). Green Biosynthesis of CdS NPs and CdS/Fe₃O₄ NCs by Hawthorn Plant Extract for Photodegradation of Methyl Orange Dye and Antibacterial Applications. *Journal of Cluster Science*, 33(3), 1223-1238. <https://doi.org/10.1007/s10876-021-02054-z>

H

Haler, P. N. G. (2013). *Le café : Les effets bénéfiques et néfastes sur la santé* (p. non renseigné) [Other, Université de Lorraine]. <https://hal.univ-lorraine.fr/hal-01732489>

Hall, R. D., Trevisan, F., & de Vos, R. C. H. (2022). Coffee berry and green bean chemistry- Opportunities for improving cup quality and crop circularity. *Food Research International*, 151, 110825. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2021.110825>

Han, X., Zahao, W., Qian, Z., Haing, C., Jing, guen, Zhang, X., & Zhisheng, Z. (2022). Procyanidins from hawthorn (*Crataegus pinnatifida*) alleviate lipid metabolism disorder via inhibiting insulin resistance and oxidative stress, normalizing the gut microbiota structure and intestinal barrier, and further suppressing hepatic inflammation and lipid accumulation—Food & Function (RSC Publishing). *Food & Function*, 13(14), 7901-7917. <https://doi.org/10.1039/d2fo00836j>.

Hečimović, I., Belščak-Cvitanović, A., Horžić, D., & Komes, D. (2011). Comparative study of polyphenols and caffeine in different coffee varieties affected by the degree of roasting. *Food Chemistry*, 129(3), 991-1000. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.05.059>

Herrera, T., Iriundo-DeHond, M., Ramos Sanz, A., Bautista, A. I., & Miguel, E. (2023). Effect of Wild Strawberry Tree and Hawthorn Extracts Fortification on Functional, Physicochemical, Microbiological, and Sensory Properties of Yogurt. *Foods*, 12(18), Article 18. <https://doi.org/10.3390/foods12183332>

Hindmarch, I., Quinlan, P. T., Moore, K. L., & Parkin, C. (1998). The effects of black tea and other beverages on aspects of cognition and psychomotor performance. *Psychopharmacology*, 139(3), 230-238. <https://doi.org/10.1007/s002130050709>

J

Jakobek, L., Šeruga, M., Medvidović-Kosanović, M., & Novak, I. (2007). Antioxidant Activity and Polyphenols of Aronia in Comparison to other Berry Species. *Agriculturae Conspectus Scientificus*, 72(4), 301-306.

Jayalakshmi, R., & Devaraj, S. N. (2004). Cardioprotective effect of tincture of *Crataegus* on isoproterenol-induced myocardial infarction in rats. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 56(7), 921-926. <https://doi.org/10.1211/0022357023745>

Jeanguyot, M., Séguier-Guis, M., & Duris, D. (2003). *Terres de café*. Editions Quae.

Jiang, Y., Zhu, Y., Li, F., Du, J., Huang, Q., Sun-Waterhouse, D., & Li, D. (2020). Antioxidative pectin from hawthorn wine pomace stabilizes and protects Pickering emulsions via forming zein-pectin gel-like shell structure. *International Journal of Biological Macromolecules*, 151, 193-203. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2020.02.164>

Justin Koffi., (2007). Les hydrocarburs aromatique polycyclique dans le café: mise au point de méthodes analytique et étude de l'étape de tprréfaction (Thèse de doctorant-Ecole Doctoral ABIES. chimie Analytique).

J.O.R.A.n° 35, (1998). Arrêté interministériel du 25 Ramadhan 1418 correspondant au 24 janvier 1998 modifiant et complétant l'arrêté du 23 juillet 1994. Relatif aux spécifications microbiologiques de certaines denrées alimentaires. p.17

K

Kashtoh, H., & Baek, K.-H. (2023). New Insights into the Latest Advancement in α -Amylase Inhibitors of Plant Origin with Anti-Diabetic Effects. *Plants*, 12(16), Article 16. <https://doi.org/10.3390/plants12162944>

Keser, S., Celik, S., Turkoglu, S., Yilmaz, O., & Turkoglu, I. (2014). The Investigation of Some Bioactive Compounds and Antioxidant Properties of Hawthorn (*Crataegus monogyna* subsp. *Monogyna* jacq.). *Journal of Intercultural Ethnopharmacology*, 3(2), 51. <https://doi.org/10.5455/jice.20140120103320>

Khadivi-Khub, A., Karimi, S., & Kameli, M. (2015). Morphological diversity of naturally grown *Crataegus monogyna* (Rosaceae, Maloideae) in Central Iran. *Brazilian Journal of Botany*, 38(4), 921-936. <https://doi.org/10.1007/s40415-015-0187-1>

Kombiyil, S., & Sivasithamparam, N. D. (2023). In Vitro Anti-cancer Effect of *Crataegus oxyacantha* Berry Extract on Hormone Receptor Positive and Triple Negative Breast Cancers via Regulation of Canonical Wnt Signaling Pathway. *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 195(4), 2687-2708. <https://doi.org/10.1007/s12010-021-03724-4>

L

Leclerc, H., Mossel, D. A. A., Edberg, S. C., & Struijk, C. B. (2001). Advances in the Bacteriology of the Coliform Group: Their Suitability as Markers of Microbial Water Safety. *Annual Review of Microbiology*, 55(1), 201-234. <https://doi.org/10.1146/annurev.micro.55.1.201>

Li, H., Gao, L., Shao, H., Li, B., Zhang, C., Sheng, H., & Zhu, L. (2022). Elucidation of active ingredients and mechanism of action of hawthorn in the prevention and treatment of atherosclerosis. *Journal of Food Biochemistry*, 46(12), e14457. <https://doi.org/10.1111/jfbc.14457>

LoLim, T. K. (2013). *Coffea arabica*. In T. K. Lim, *Edible Medicinal And Non-Medicinal Plants* (p. 614-679). Springer Netherlands. <https://doi.org/10.1007/978-94-007-5653-3-32>

Liu, F., Zhang, X., & Ji, Y. (2020). Total Flavonoid Extract from Hawthorn (*Crataegus pinnatifida*) Improves Inflammatory Cytokines-Evoked Epithelial Barrier Deficit. *Medical Science Monitor : International Medical Journal of Experimental and Clinical Research*, 26, e920170-1-e920170-8. <https://doi.org/10.12659/MSM.920170>

Liu, S., Fang, Y., Yu, J., & Chang, X. (2021). Hawthorn polyphenols reduce high glucose-induced inflammation and apoptosis in ARPE-19 cells by regulating miR-34a/SIRT1 to reduce acetylation. *Journal of Food Biochemistry*, 45(2). <https://doi.org/10.1111/jfbc.13623>

Liu, Y., Chen, L., Shen, G., Gu, Y., Guo, Y., & Han, J. (2025). Altitude-Driven Variations in Nutritional, Bioactive, and Mineral Profiles of Hawthorn (*Crataegus* spp.). *Foods*, 14(2), Article 2. <https://doi.org/10.3390/foods14020241>

Liu, Y., & Kitts, D. D. (2011). Confirmation that the Maillard reaction is the principle contributor to the antioxidant capacity of coffee brews. *Food Research International*, 44(8), 2418-2424. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2010.12.037>

Lee, H. S. (2001). Characterization of Carotenoids in Juice of Red Navel Orange (Cara Cara). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49(5), 2563-2568. <https://doi.org/10.1021/jf001313g>

M

Ma, J.-X., Yang, W., Ng, C. Y. J., Tang, X.-D., Wong, S., Gan, R.-Y., & Zhong, L. (2024). The hawthorn (*Crataegus pinnatifida* Bge.) fruit as a new dietary source of bioactive ingredients with multiple beneficial functions. *Food Frontiers*, 5(4), 1534-1558. <https://doi.org/10.1002/fft2.413>

Ma, L., Xu, G. B., Tang, X., Zhang, C., Zhao, W., Wang, J., & Chen, H. (2020). Anti-cancer potential of polysaccharide extracted from hawthorn (*Crataegus*.) on human colon cancer cell line HCT116 via cell cycle arrest and apoptosis. *Journal of Functional Foods*, 64, 103677. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2019.103677>.

Martinelli, F., Perrone, A., Yousefi, S., Papini, A., Castiglione, S., Guarino, F., Cicatelli, A., Aelaei, M., Arad, N., Gholami, M., & Salami, S. A. (2021a). Botanical, Phytochemical, Anti-Microbial and Pharmaceutical Characteristics of Hawthorn (*Crataegus monogyna* Jacq.), Rosaceae. *Molecules*, 26(23), Article 23. <https://doi.org/10.3390/molecules26237266>

Mecheri, A., Amrani, A., Benabderrahmane, W., Bensouici, C., Boubekri, N., Benaissa, O., Zama, D., Benayache, F., & Benayache, S. (2021). In Vitro Pharmacological Screening of Antioxidant, Photoprotective, Cholinesterase, and α -Glucosidase Inhibitory Activities of Algerian *Crataegus oxyacantha* Fruits and Leaves Extracts. *Pharmaceutical Chemistry Journal*, 54(11), 1150-1156. <https://doi.org/10.1007/s11094-021-02334>.

Mifsud, S. (2002, août 23). *Crataegus monogyna* (Common Hawthorn): Malta Wild Plants.com - the online Flora of the Maltese Islands. (Malta) [Web Page]. https://maltawildplants.com/ROSA/Crataegus_monogyna.php

Mouni, S., Leila, H., & Mohamed, A. (2012). Study of the Glucidic Fraction of *Celtis Australis* L, *Crataegus Azarolus* L, *Crataegus Monogyna* Jacq., *Elaeagnus Angustifolia* L. and *Zizyphus Lotus* L. *Fruits*. 6(11).

Mohsen, S. M. & Ammar, A. S. M. (2009). Total phenolic contents and antioxidant activity of corn tassel extracts. *Food Chemistry*, 112(3), 595-598. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.06.014>

Murthy, P. S., & Madhava Naidu, M. (2012). Sustainable management of coffee industry by-products and value addition—A review. *Resources, Conservation and Recycling*, 66, 45-58. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2012.06.005>

Mustapha, N., Mokdad-Bzéouich, I., Maatouk, M., Ghedira, K., Hennebelle, T., & Chekir-Ghedira, L. (2016). Antitumoral, antioxidant, and antimelanogenesis potencies of Hawthorn, a potential natural agent in the treatment of melanoma. *Melanoma Research*, 26(3), 211. <https://doi.org/10.1097/CMR.0000000000000240>

N

- N. C., Leitão, A. E., Ramalho, J. C., De Alvarenga, N. B., & Lidon, F. C. (2013).** Identification of Chemical Clusters Discriminators of Arabica and Robusta Green Coffee. *International Journal of Food Properties*, 16(4), 895-904. <https://doi.org/10.1080/10942912.2011.573114>
- N'Guessan, K., Kadja, B., Zirihi, G., Traoré, D., & Aké-Assi, L. (2009).** Screening phytochimique de quelques plantes médicinales ivoiriennes utilisées en pays Krobou (Agboville, Côte-d'Ivoire). *Sciences & Nature*, 6(1). <https://doi.org/10.4314/scinat.v6i1.48575>
- Nabavi, S. F., Habtemariam, S., Ahmed, T., Sureda, A., Daglia, M., Sobarzo-Sánchez, E., & Nabavi, S. M. (2015).** Polyphenolic Composition of *Crataegus monogyna* Jacq.: From Chemistry to Medical Applications. *Nutrients*, 7(9), Article 9. <https://doi.org/10.3390/nu7095361>
- Nazhand, A., Lucarini, M., Durazzo, A., Zaccardelli, M., Cristarella, S., Souto, S. B., Silva, A. M., Severino, P., Souto, E. B., & Santini, A. (2020).** Hawthorn (*Crataegus* spp.) : An Updated Overview on Its Beneficial Properties. *Forests*, 11(5), Article 5. <https://doi.org/10.3390/f11050564>
- Nehlig, A. (2012).** Effets physiologiques du café et santé humaine. Une revue. *Cahiers Agricultures*, 21(2-3), Article 2-3. <https://doi.org/10.1684/agr.2012.0549>
- Nemlin, G. J., Irie, Z. B., Ban-Koffi, L., Koffi, N., Legnate, Y., Yoro, G., N'Gbome, A., & Amani, G. (2009).** Caractéristiques physico-chimiques et organoleptiques du Café robusta (*Coffea canephora* L.) en fonction des terroirs et des techniques culturales en Côte d'Ivoire. *Agronomie Africaine*, 21(2), Article 2. <https://doi.org/10.4314/aga.v21i2.49809>

O

- Ormaza-Delgado, L., & Shkiliova, L. (2025).** Aplicación de la metodología RCA para mejorar la disponibilidad de línea de extracción de café. *MQRInvestigar*, 9, e362. <https://doi.org/10.56048/MQR20225.9.1.2025.e362>

P

- Perrone, D., Farah, A., & Donangelo, C. M. (2012, avril 19).** *Influence of Coffee Roasting on the Incorporation of Phenolic Compounds into Melanoidins and Their Relationship with Antioxidant Activity of the Brew* (world) [Research-article]. ACS Publications; American Chemical Society. <https://doi.org/10.1021/jf205388x>
- Preedy, V. R., & Patel, V. (2024).** *Coffee in Health and Disease Prevention*. Elsevier.
- Pugna, A.-A., Nagy, I.-N., Socaci, S.-A., Hodişan, B., Biriş-Dorhoi, S.-E., & Tofană, M. (2022).** Evaluation of Antioxidant and Antimicrobial Activities of *Crataegus monogyna*. *Hop and Medicinal Plants*, 30(1-2), 287-295. <https://doi.org/10.15835/hpm.v30i1-2.14460>
- Pugna, A.-A., Nagy, I.-N., Socaci, S.-A., Hodişan, B. F., Biriş-Dorhoi, S.-E., & Tofană, M. (2023).** Traditional Uses in Food Products and Health Benefits of Hawthorn. *Hop and Medicinal Plants*, 31(1-2), 44-53. <https://doi.org/10.15835/hpm.v31i1-2.14737>

R

Ramakrishna, A., Giridhar, P., & Jeszka-Skowron, M. (2022). *Coffee Science : Biotechnological Advances, Economics, and Health Benefits*. CRC Press.

Rebello, S. A., & Van Dam, R. M. (2013). Coffee Consumption and Cardiovascular Health : Getting to the Heart of the Matter. *Current Cardiology Reports*, 15(10), 403. <https://doi.org/10.1007/s11886-013-0403-1>

Rigelsky, J. M., & Sweet, B. V. (2002a). Hawthorn : Pharmacology and therapeutic uses. *American Journal of Health-System Pharmacy*, 59(5), 417-422. <https://doi.org/10.1093/ajhp/59.5.417>

Rigelsky, J. M., & Sweet, B. V. (2002). Hawthorn : Pharmacology and therapeutic uses. *American Journal of Health-System Pharmacy*, 59(5), 417-422. <https://doi.org/10.1093/ajhp/59.5.417>

S

Saeedi, G., Jeivad, F., Goharbari, M., Gheshlaghi, G., & Sabzevari, O. (2018). Ethanol Extract of *Crataegus Oxyacantha* L. Ameliorate Dietary Non-Alcoholic Fatty Liver Disease in Rat. *Drug Research*, 68(10), 553-559. <https://doi.org/10.1055/a-0579-7532>

Safe, S., Kothari, J., Hailemariam, A., Upadhyay, S., Davidson, L. A., & Chapkin, R. S. (2023). Health Benefits of Coffee Consumption for Cancer and Other Diseases and Mechanisms of Action. *International Journal of Molecular Sciences*, 24(3), Article 3. <https://doi.org/10.3390/ijms24032706>

Silva, A. C. R., Garrett, R., Rezende, C. M., & Meckelmann, S. W. (2022). Lipid characterization of arabica and robusta coffee beans by liquid chromatography-ion mobility-mass spectrometry. *Journal of Food Composition and Analysis*, 111, 104587. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2022.104587>

Singleton, V. L., Orthofer, R., & Lamuela-Raventós, R. M. (1999). [14] Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent. In *Methods in Enzymology* (Vol. 299, p. 152-178). Academic Press. [https://doi.org/10.1016/S0076-6879\(99\)99017-1](https://doi.org/10.1016/S0076-6879(99)99017-1)

Sokół-Łętowska, A., Oszmiański, J., & Wojdyło, A. (2007). Antioxidant activity of the phenolic compounds of hawthorn, pine and skullcap. *Food Chemistry*, 103(3), 853-859. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.09.036>

Somporn, C., Kamtuo, A., Theerakulpisut, P., & Siriamornpun, S. (2011). Effects of roasting degree on radical scavenging activity, phenolics and volatile compounds of Arabica coffee beans (*Coffea arabica* L. cv. Catimor) : Roasting degree on radical-scavenging activity. *International Journal of Food Science & Technology*, 46(11), 2287-2296. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2011.02748>

T

Tahirović, A., & Bašić, N. (2014). PHENOLIC CONTENT AND ANTIOXIDANT ACTIVITY OF CRATAEGUS MONOGYNA L. FRUIT EXTRACTS. *Radovi Šumarskog fakulteta Univerziteta u Sarajevu*, 44(2), 29-40. <https://doi.org/10.54652/rsf.2014.v44.i2.99>

Taleghani, A., Eghbali, S., Moghimi, R., & Mokaber-Esfahani, M. (2024). Crataegus pentagyna willd. Fruits, leaves and roots : Phytochemicals, antioxidant and antimicrobial potentials. *BMC Complementary Medicine and Therapies*, 24(1), 126. <https://doi.org/10.1186/s12906-024-04430-4>

Tan, X., Sun, Z., Zhou, M., Zou, C., Kou, H., Vijayaraman, S. B., Huang, Y., Lin, H., & Lin, L. (2020). Effets de la supplémentation en extraits d'aubépine sur le métabolisme des lipides, la coloration de la peau et la santé intestinale du pompano doré (*Trachinotus ovatus*). *Aquaculture*, 519, 734921. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.734921>

Tedrow, U. B., Conen, D., Ridker, P. M., Cook, N. R., Koplan, B. A., Manson, J. E., Buring, J. E., & Albert, C. M. (2010). The Long- and Short-Term Impact of Elevated Body Mass Index on the Risk of New Atrial Fibrillation. *JACC*, 55(21), 2319-2327. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2010.02.029>

Touaibia, M., Moulay, F., & Saidi, F. (2022). Valorisation of the vitamin potential of hawthorn fruits (*Crataegus monogyna* Jacq). *RHAZES: Green and Applied Chemistry*, 15, 46-50. <https://doi.org/10.48419/IMIST.PRSM/rhazes-v15.31682>

Triboi, A. (2024). *L'IMPACT DE LA TORRÉFACTION DU CAFÉ SUR SES PROPRIÉTÉS BIOACTIVES.*

U

Ungureanu-Iuga, M., Mironeasa, S., & Sanduleac, E. T. (2016). PHYSICO-CHEMICAL CHARACTERISTICS, ANTIOXIDANT ACTIVITY AND MINERAL CONTENT OF HAWTHORN FRUITS FROM SUCEAVA COUNTY. *Food & Environment Safety*, 15(2), 108.

V

Valls, J., Millán, S., Martí, M. P., Borràs, E., & Arola, L. (2009). Advanced separation methods of food anthocyanins, isoflavones and flavanols. *Journal of Chromatography A*, 1216(43), 7143-7172. <https://doi.org/10.1016/j.chroma.2009.07.030>

Valade, A. (2022). La filière café face au changement climatique.

Venskutonis, P. R. (2018). Phytochemical composition and bioactivities of hawthorn (*Crataegus* spp.): Review of recent research advances /. *Journal of Food Bioactives.*, 4, 69-87. <https://doi.org/10.31665/JFB.2018.4163>

Vignoli, J. A., Vegas, M. C., Bassoli, D. G., & Benassi, M. de T. (2014). Roasting process affects differently the bioactive compounds and the antioxidant activity of arabica and robusta coffees. *Food Research International*, *61*, 279-285. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2013.06.006>

W

Wang, J., Xiong, X., & Feng, B. (2013). Effect of *Crataegus* Usage in Cardiovascular Disease Prevention: An Evidence-Based Approach. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, *2013*, 1-16. <https://doi.org/10.1155/2013/149363>

Wei, F., & Tanokura, M. (2015a). Chapter 10-Chemical Changes in the Components of Coffee Beans during Roasting. In V. R. Preedy (Éd.), *Coffee in Health and Disease Prevention* (p. 83-91). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-409517-5.00010-3>

Wei, F., & Tanokura, M. (2015b). Chapter 17-Organic Compounds in Green Coffee Beans. In V. R. Preedy (Éd.), *Coffee in Health and Disease Prevention* (p. 149-162). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-409517-5.00017-6>

Y

Yalçın Dokumacı, K., Uslu, N., Haciseferoğulları, H., & Örnek, M. N. (2021a). Determination of Some Physical and Chemical Properties of Common Hawthorn (*Crataegus Monogyna* Jacq. Var. *Monogyna*). *Erwerbs-Obstbau*, *63*(1), 99-106. <https://doi.org/10.1007/s10341-021-00545-x>

Yang, B., & Liu, P. (2012). Composition and health effects of phenolic compounds in hawthorn (*Crataegus* spp.) of different origins. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, *92*(8), 1578-1590. <https://doi.org/10.1002/jsfa.5671>

Z

Z., Kwek, E., Hao, W., Zhu, H., Liu, J., Ma, K. Y., & Chen, Z.-Y. (2021). Hawthorn fruit extract reduced trimethylamine-N-oxide (TMAO)-exacerbated atherogenesis in mice via anti-inflammation and anti-oxidation. *Nutrition & Metabolism*, *18*(1), 6. <https://doi.org/10.1186/s12986-020-00535-y>

Zahrae Radi, F., Bencheikh, N., Anarghou, H., Bouhrim, M., Alqahtani, A. S., Hawwal, M. F., Noman, O. M., Bnouham, M., & Zair, T. (2023). Quality control, phytochemical profile, and biological activities of *Crataegus monogyna* Jacq. And *Crataegus laciniata* Ucria fruits aqueous extracts. *Saudi Pharmaceutical Journal*, *31*(10), 101753. <https://doi.org/10.1016/j.jsps.2023.101753>

Zhang, J., Chai, X., Zhao, F., Hou, G., & Meng, Q. (2022). Food Applications and Potential Health Benefits of Hawthorn. *Foods*, *11*(18), Article 18. <https://doi.org/10.3390/foods11182861>

Zullkiflee, N., Taha, H., & Usman, A. (2022). Propolis: Its Role and Efficacy in Human Health and Diseases. *Molecules*, *27*(18), Article 18. <https://doi.org/10.3390/molecules27186120>

ANNEXES



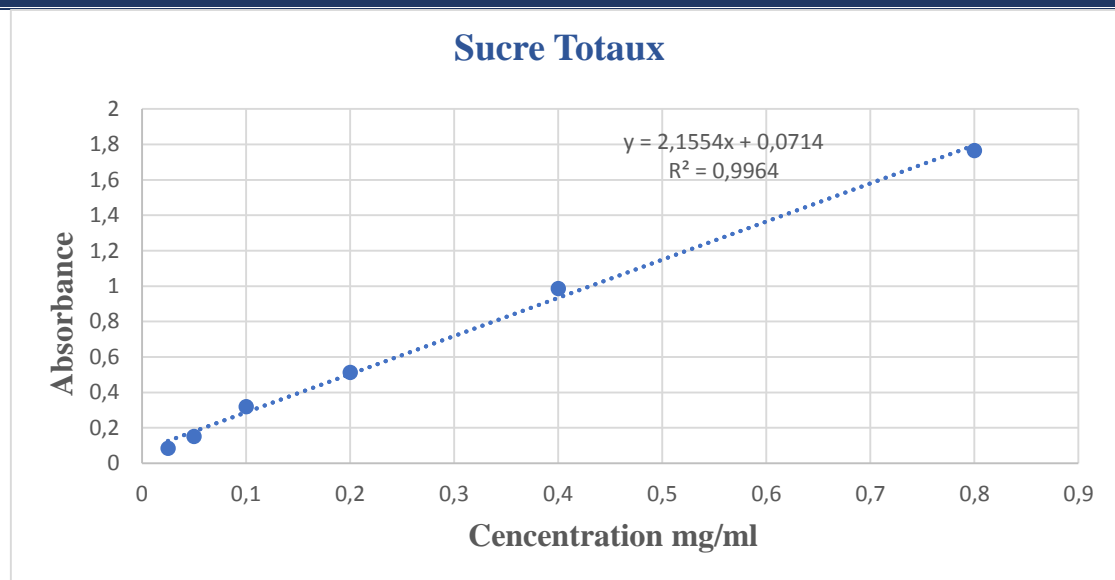
Annexe 1 : L'extrait aqueux.



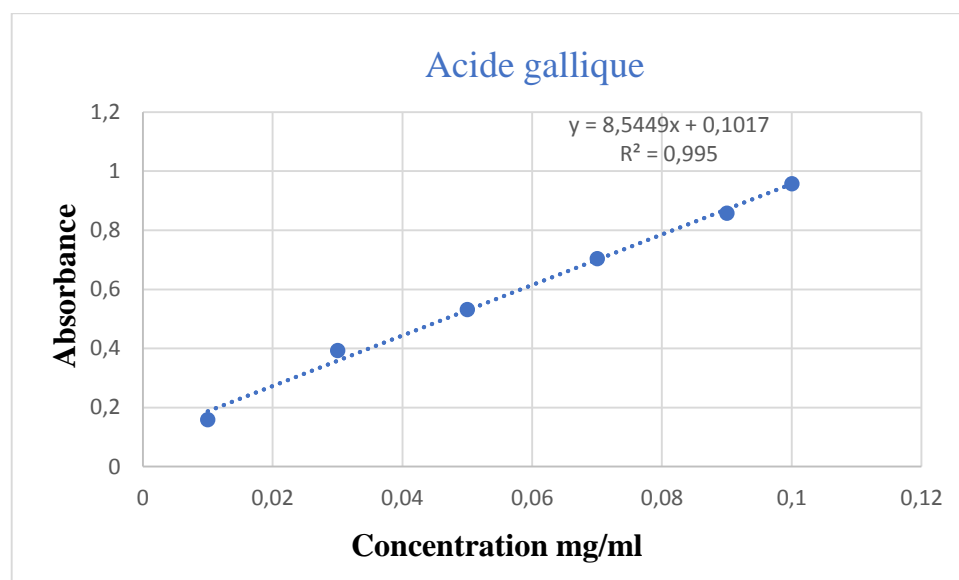
Annexe 2 : Spectrophotomètre.



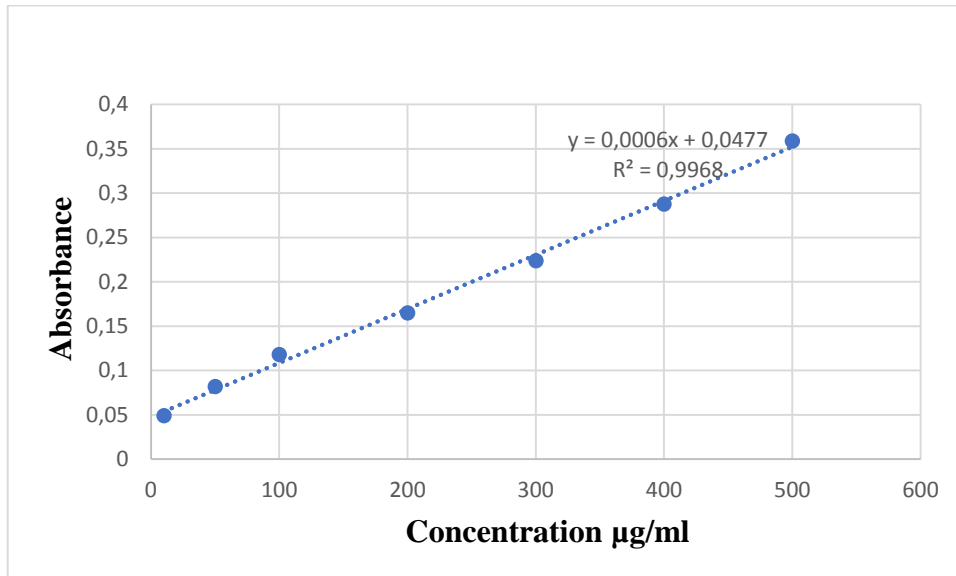
Annexe 3 : Dosage de caroténoïde totaux.



Annexe 4 : Courbe d'étalonnage des sucres totaux.



Annexe 5 : Courbe d'étalonnage des polyphénols totaux.



Annexe 6 : Courbe d'étalonnage des flavonoïdes totaux.



Annexe 7 : L'activité antioxydants" Test DPPH".



Annexe 8 : Photographies représentes la préparation des formules.

Fiche de Dégustation

Nom :

Prénom :

Veillez examiner et goûter les échantillons de café aubépine. Indiquez dans quelle mesure vous avez trouvé l'échantillon couche la mention appropriée.

1 : Très faible **2** : Faible **3** : Moyen **4** : Fort **5** : Très fort

<i>L'intensité</i> <i>Caractéristique</i>	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>	<i>E</i>	<i>F</i>
<i>Couleur</i>						
<i>Odeur</i>						
<i>Gout</i>						
<i>Amertume</i>						

Remarque : ne préciser pas, il faut coucher un point au hasard.

Annexe 9 : Fiche de dégustation.



A



B



C



D

Annexe 10 : Résultats des germes rechercher A) *Staphylococcus aureus*, B) levures et moisissures
C) coliformes totaux, D) coliformes totaux.

Résumé

Cette étude présente une contribution à l'élaboration d'un nouveau produit agroalimentaire : une boisson à base d'aubépine (*Crataegus monogyna*), destinée à servir de substitut au café. L'application de plan d'expérience a permis de formuler une boisson mixte aubépine/café. Les analyses physico-chimiques, microbiologiques et sensorielles ont montré que la formulation optimisée, contenant 50 % *Crataegus monogyna*, présente un bon équilibre organoleptique, une amertume réduite et une qualité sensorielle élevée. Les résultats microbiologiques confirment la sécurité du produit. Ce travail ouvre la voie à la valorisation de l'aubépine locale en tant qu'un ingrédient fonctionnel dans l'industrie agroalimentaire.

Mots clés : *Crataegus monogyna*, valorisation, substituant, Café Arabica, Café Robusta.

Abstract

This study presents a contribution to the development of a new food product: a hawthorn-based beverage designed as a coffee substitute. The experimental design led to the formulation of a mixed hawthorn/coffee drink. Physicochemical, microbiological, and sensory analyses demonstrated that the optimized formulation, containing 50% hawthorn, offers a good organoleptic balance, reduced bitterness, and high sensory quality. Microbiological results confirm the product's safety. This work paves the way for the valorization of local hawthorn as a functional ingredient in the food industry.

Keywords : *Crataegus monogyna* , valorisation, substitute, Arabica Coffee, Robusta Coffee.

ملخص

تُقدم هذه الدراسة مساهمة في تطوير منتج غذائي جديد: مشروب مُصنَّع من الزعرور، مُصمَّم كبديل للقهوة. وقد أدى التصميم التجريبي إلى صياغة مشروب مُختلط من الزعرور والقهوة. وأظهرت التحاليل الفيزيائية والكيميائية والميكروبيولوجية والحسية أن التركيبة المُحسَّنة، التي تحتوي على 50% من الزعرور، تُوفِّر توازنًا حسيًا جيدًا، ومرارة مُخفَّضة، وجودة حسية عالية. وتؤكد النتائج الميكروبيولوجية سلامة المنتج. ويُمهِّد هذا العمل الطريق لتثمين الزعرور المحلي كمكوّن وظيفي في صناعة الأغذية.

الكلمات المفتاحية: زعرور، تثمين، بديل، قهوة أرابيكا، قهوة روبوستا.