



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

UNIVERSITE ABOU-BEKR BELKAID - TLEMCCEN

MEMOIRE

Présenté à :

FACULTE DES SCIENCES – DEPARTEMENT DE CHIMIE

Pour l'obtention du diplôme de :

MASTER EN CHIMIE

Spécialité : Chimie des produits naturels

Par :

Mlle GADIRI Sara

Sur le thème

Évaluation des caractéristiques du café et d'un substitut naturel : une approche comparative

Soutenu publiquement le 24 juin 2025 à Tlemcen devant le jury composé de :

Mme BENDIABDALLAH Amel	MCA	Université de Tlemcen	Présidente
Mme MAMI Imane Rihab	MCB	Université de Tlemcen	Encadrante
Mme BENHAMIDAT Lyna	MCB	ISTA	Examinatrice

Remerciement

Nous exprimons notre profonde gratitude à notre créateur **Allah**, le Grand et le Miséricordieux, pour la santé, la force, la patience et la volonté qu'Il nous a accordées tout au long de ce travail. C'est grâce à Sa guidance et à Sa bienveillance que nous avons pu mener cette recherche.

Ce travail a été réalisé sous la direction du **Dr MAMI Imane Rihab**, je tiens à exprimer ma profonde gratitude pour sa disponibilité, ses conseils avisés et son accompagnement tout au long de ce travail.

Que Mesdames les membres du jury trouvent ici l'expression de mon profond respect et de mes remerciements les plus sincères pour l'intérêt qu'ils portent pour juger ce modeste travail, en l'occurrence : **Mme BENDIABDELLAH Amel, Mme BENHAMIDAT Lyna.**

Le présent travail a été effectué dans le Laboratoire des Substances Naturelles et organique (COSNA) .Pour cela, je tiens à remercier sa directrice **Mme KENICHE Assia.**

J'exprime ma profonde reconnaissance au responsable du Master CPN **Mme BOUKLI HACENE Faiza** sa disponibilité et son dévouement ont largement contribué à la bonne organisation de notre formation et à la réussite de cette étape académique.

Mes remerciements vont également à tous les enseignants du département de chimie, qui ont contribué à ma formation. Un grand merci à tous mes amis (es) de la promotion du Master de chimie des Produits Naturels, tout simplement pour les moments inoubliables que nous avons partagés ensemble.

Dédicace

A l'aide de Dieu le tout puissant, qui m'a tracé le chemin de ma vie, j'ai pu réaliser ce travail

Que je dédie :

A mes parents, pour leur amour inconditionnel, leurs prières et leur soutien constant. Merci pour vos sacrifices, vos encouragements et votre confiance, sans lesquels rien de tout cela n'aurait été possible.

A mes frères : Abdallah et Mourad

A ma sœur : Soumia et à ces petites étoiles : Yamina, Anouar et Adem

A ma famille et mes proches

Merci pour votre soutien moral et pour croire en moi-même.

Table des matières

Liste des tableaux	I
Liste des figures	II
Liste des abréviations.....	III
INTRODUCTION	1
Chapitre I: Étude bibliographique	
I. Le Café	2
II. Substituts du café	9
III. Noyaux de dattes.....	10
CHAPITRE II : Matériels et Méthodes	
I. Matériels végétales	14
II. Préparation des extraits	14
III. Tests phytochimiques.....	17
IV. Caractérisation physico-chimique.....	19
V. Chromatographie sur couche mince (CCM).....	21
VI. Dosage des polyphénols.....	21
VII. Estérification	22
VIII. Étude du pouvoir antioxydant	22
Chapitre III : Résultats et discussion	
I. Obtention des rendements	24
II. Criblage phytochimique.....	25
III. Paramètres chimiques d'extrait cyclohexanique.....	28
IV. Chromatographie sur couche mince.....	29
VI. Dosage des polyphénols.....	30
VII. Résultats de l'activité antioxydant des extraits.....	30
Conclusion et perspective	34
Références	35
Annexe	

Liste des tableaux

Tableau 1 : Rendements des extraits bruts	24
Tableau 2 : Rendements des extraits liquides	25
Tableau 3 : Résultats du criblage chimique des extraits des noyaux des dattes	26
Tableau 4 : Résultats du criblage chimique des extraits du café	27
Tableau 5 : Paramètres chimiques des extraits cyclohexaniques	28
Tableau 6 : Dosage des polyphénols	30

Liste des figures

Figure 1 : Arbre et feuilles du caféier	3
Figure 2 : Quelques composés phénoliques du café	4
Figure 3 : Exemples de composés volatils présents dans le café.....	5
Figure 4 : Exemples de flavonoïdes présents dans le café.....	5
Figure 5 : Structure chimique de la caféine et trigonelline.....	6
Figure 6 : exemples des acides phénoliques.....	12
Figure 7 : Quelques flavonoïdes présents dans les noyaux de date	12
Figure 8 : Noyaux de dattes.....	14
Figure 9 : Evaporateur rotatif	15
Figure 10 : Montage de Soxhlet	15
Figure 11 : Macération	15
Figure 12 : Plaques CCM	29
Figure 13 : % d'inhibition du radical DPPH d'extrait des noyaux des dattes	31
Figure 14 : % d'inhibition du radical DPPH des extraits du café	31
Figure 15 : % d'inhibition du radical DPPH de l'acide ascorbique.....	31
Figure 16 : Représentation graphique montre la comparaison des IC ₅₀ des extraits.....	31
Figure 17 : Courbe d'évaluation du pouvoir antioxydant par la méthode de FRAP.....	32

Liste des abréviations

DCM : Dichlorométhane

DPPH : 1,1-diphényl-2-picrylhydrazyle

FRAP : Ferric Reducing Antioxidant Power

GAE : Gallic Acide Equivalent

IC : Inhibitory Concentration

INTRODUCTION

Introduction

Le café occupe une place centrale dans les habitudes alimentaires de plusieurs cultures, Il est le produit alimentaire le plus commercialisé et la boisson la plus consommée dans le monde [1].

Selon la National Coffee Association USA, environ 2,25 milliards de tasses sont bues chaque jour dans le monde, soit un total d'environ 500 milliards de tasses par an [2]. Pour plus de 25 millions d'agriculteurs, dispersés entre l'Amérique centrale et l'Amérique du Sud, l'Afrique, l'Asie et l'Océanie, le café est la seule source de revenus [3]. Le café est la principale source de caféine, il a été observé depuis longtemps que le café et la caféine puissent avoir un effet sur les risques de cancer et de maladies cardiovasculaires, mais plus récemment, des preuves de bienfaits pour la santé ont également émergé [4]. Outre sa fonction sociale, le café est également prisé pour ses caractéristiques organoleptiques distinctives. Cependant, sa teneur en caféine peut constituer un risque pour certaines populations, telles que les femmes enceintes ou les personnes sensibles à cette substance. Parallèlement, l'émergence de substituts au café illustre une tendance vers une diversification alimentaire

Parmi les alternatives, les noyaux des dattes, un sous-produit souvent négligé de l'industrie des dattes. Le palmier dattier est depuis longtemps l'une des cultures fruitières les plus importantes pour les pays de la Méditerranée, où les dattes sont la principale source de revenus et l'aliment de base pour certaines populations [5]. La graine de datte est principalement composée de fibres alimentaires, de protéines, de glucides, de phénols et de minéraux (potassium, magnésium, calcium, phosphore, sodium et fer). Ces substances remplissent plusieurs fonctions d'un point de vue biologique, telles que des activités antioxydantes, antibactériennes et antivirales [6]. Ces noyaux peuvent être transformés pour obtenir une boisson rappelant le café.

Ce travail vise à évaluer les caractéristiques du café et la boisson obtenue à partir des noyaux de dattes. L'objectif principal de cette étude est de comparer leurs caractéristiques, de transformer les noyaux de dattes en substitut de café pour réduire le gaspillage, et de proposer une alternative naturelle sans caféine.

Chapitre I: Étude bibliographique

CHAPITRE I : Etude bibliographique

Le café montre une matrice complexe riche en composés bioactif, notamment les polyphénols, les alcaloïdes auxquels sont attribuées diverses activités biologiques. Parallèlement, les noyaux de dattes, longtemps considérés comme des sous-produits agricoles, riche en composés d'intérêt tels que les protéines, les fibres, les polyphénols et les flavonoïdes qui augmentent leur potentiel en tant qu'une source des propriétés biologiques, notamment des propriétés antioxydantes, antimicrobiennes et antiinflammatoires.

I. Le Café

I. 2 Historique

Le nom café est dérivé du mot arabe quahweh et, en latin, *Coffea* pour le genre botanique [16].

Le café était particulièrement répandu dans les pays arabes, où il a fait l'objet de diverses études historiques et culturelles. L'un des premiers auteurs à s'intéresser à ce sujet fut Abd al-Qadir al-Jaziri, qui, en 1587, publia un ouvrage dans lequel il retraçait l'histoire du café ainsi que les différends juridiques et religieux qui y étaient associés. Il mit en évidence plusieurs propriétés du café, notamment sa capacité à éliminer la fatigue et la somnolence tout en conférant au corps une certaine agilité et vigueur. En raison de ces effets revigorants, le caféier jouissait d'une grande popularité et était perçu comme un produit aux propriétés quasi magiques. C'est pourquoi, au début, les Arabes interdisaient son exportation afin de préserver le secret de ses vertus stimulantes. [3].

En 1414, la boisson était connue à La Mecque. En 1500, elle s'est répandue en Afrique du Nord. Une myriade de « cafés » sont nés au Caire, en particulier autour de l'université al-Azhar, peu après leur ouverture en Syrie, notamment à Alep, tandis que le premier café sur le sol européen a ouvert à Istanbul en 1475[3].

Il s'est propagé en Inde, en Afrique du Nord, en Turquie et dans les Balkans. Le café a été introduit de Moka (Yémen) en Europe par des marchands vénitiens au début de 1615. À la fin du 17ème siècle, l'utilisation du café en Europe était courante et de là, il a ensuite été introduit en Amérique [15].

Bien qu'il s'agisse d'une boisson appréciée par la majorité, à cause de ses effets excitant, elle a rapidement été interdite dans les lieux publics et toutes les cafétérias ont été fermées. Lorsque le sultan d'Égypte a continué à autoriser sa consommation et que le café a atteint son apogée, il a essayé d'arrêter son succès en déclarant que c'était la « boisson du diable » et que

sa consommation causait des dommages irréparables, mais cela n'a pas mis fin à l'histoire du café. À ce moment-là, le café avait conquis le cœur et le palais de tous, continuant à être bu [8].

I. 2 Description botanique

Le caféier est un genre de plantes de la famille des *Rubiaceae* qui compte 500 genres dont le genre *Coffea*. C'est le genre le plus étudié, il est principalement cultivé dans les régions subtropicales et tropicales [11]. *Coffea canephora* P et *Coffea arabica* L. sont les deux seules espèces économiquement importantes et largement cultivées dans le monde entier [12].

Le *Coffea arabica* est une dicotylédone, un arbre à feuilles persistantes qui peut atteindre une hauteur de 8 à 10 mètres. Chaque nœud génère deux feuilles opposées, ce qui crée deux aisselles de feuilles qui se trouvent sur les côtés opposés du nœud, chacune avec une série de bourgeons. Les fruits sont des drupes ovoïdes, vert puis jaune et enfin rouge cramoisi, de 1,6 cm à 1,8 cm de longueur [12].

La production de café arabica correspond à 70% de la production mondiale. Il est cultivé dans plus de 80 pays et s'étend sur plus de 10,2 millions d'hectares dans les régions tropicales et subtropicales du monde, notamment en Afrique, en Asie et en Amérique latine [13].



Figure 1 : Arbre et feuilles du caféier [14]

I. 3 Composition chimique du café

La composition chimique du café dépend principalement d'aspects génétiques, le climat et les conditions de stockage [1]. Il existe plus de 1000 composés chimiques dans le café, parmi ces composés [10].

CHAPITRE I : Etude bibliographique

- **Les glucides :** La composition chimique des grains de café est assez complexe et la majorité des composants sont constitués de glucides. L'ensemble des glucides présents dans les grains de café représente 60 % du poids total des grains de café bruts, [2].
- **Les composés phénoliques :** Le café contient divers acides phénoliques, tels que l'acide *p*-hydroxybenzoïque, l'acide vanillique, l'acide *p*-coumarique et l'acide férulique, qui lui confèrent des propriétés antioxydantes. Il renferme également de l'acide chlorogénique, connu pour ses effets bénéfiques sur la santé, notamment la réduction des lipides sanguins, ainsi que des propriétés antioxydantes et antibactériennes [17].

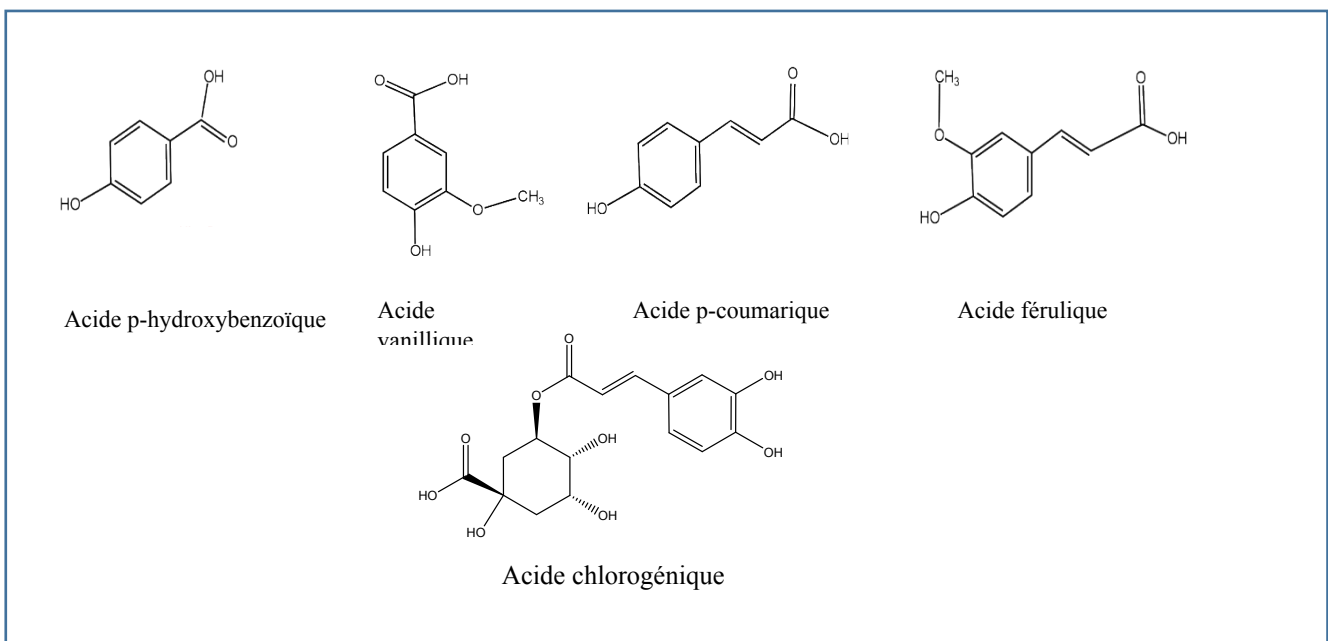


Figure 2 : Quelques composés phénoliques du café.

- **Les composés volatils**

Les composants volatils sont responsables de l'arôme du café. Les grains crus ne possèdent pas l'arôme caractéristique du café. Ce parfum distinctif se développe après la torréfaction, lors de laquelle une gamme d'arômes est générée. Cette transformation résulte de la dégradation des molécules et des réactions chimiques qui se produisent pendant la torréfaction, entraînant la formation des dérivés moléculaires responsables des arômes. [2].

Les aldéhydes sont associés aux arômes fumés tel que le 2-Méthylpropanal, et les cétones sont liés au goût caramel tel que 2,3-Hexadione [2].

CHAPITRE I : Etude bibliographique

Le café contient les composés cycliques contenant de l'oxygène, l'azote, ou du soufre tels que le Furfural, 3-Methylthiophene, 4-methylthiazole

De nombreux terpènes sont présents dans le café, notamment des diterpènes de type kahwéol et du caféstol, dont les concentrations les plus élevées sont le caféstol et le 16-O-méthyl caféstol. Le 16-O-méthylcaféstole a été utilisé comme marqueur pour déterminer la teneur en café [19].

Des études sur les composés aromatiques dans les grains de café ont commencé dans les années 1960, et la corrélation entre les précurseurs d'arômes dans les grains de café crus et les composants aromatiques dans le café torréfié a été signalée dans les années 1970 [20].

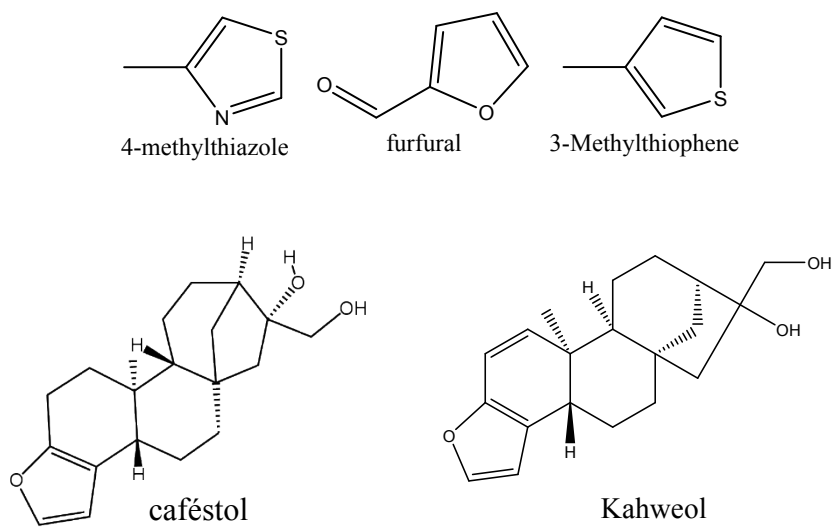


Figure 3: Exemples de composés volatils présents dans le café

- **Les flavonoïdes**

Le café contient des flavonoïdes tels que la catéchine, l'épicatéchine et la quercétine, Les flavonoïdes sont une substance très répandue dans les plantes naturelles, qui possède des propriétés antioxydants, anticancéreuses, anti-inflammatoires et antibactériennes [2].

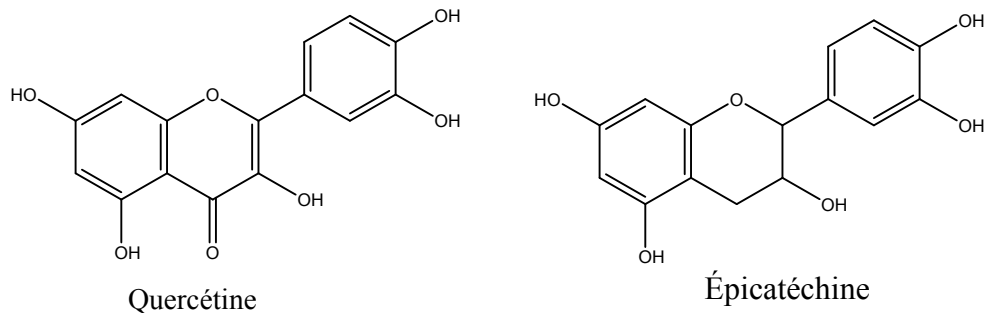


Figure 4: Exemples de flavonoïdes présents dans le café

- **Alcaloïdes**

La caféine (1, 3,7-triméthylxanthine, « caféine ») est le principal composant alcaloïde du café et la source de son goût amer. Des études ont montré que la caféine peut réduire le risque de maladies neurodégénératives telles que la maladie d'Alzheimer [2].

La caféine est la substance bioactive la plus couramment ingérée dans le monde. Sa concentration varie en fonction du type de produit, des facteurs agronomiques et environnementaux. Les boissons courantes contenant des quantités variables de caféine comprennent le café (le principal contributeur alimentaire), le thé, les boissons gazeuses, les boissons énergisantes, certains médicaments (traitements contre les maux de tête et analgésiques), les suppléments alimentaires et les stimulants en vente libre [15].

La trigonelline chimique est un dérivé de la pyridine présent dans plusieurs types de fruits et de graines, y compris le café. On le trouve dans les cafés Arabica et Robusta en moyenne 1%. Il est sévèrement dégradé lors de la torréfaction du café et il ne reste qu'environ 0,1 à 0,2% dans le composant du café torréfié [18].

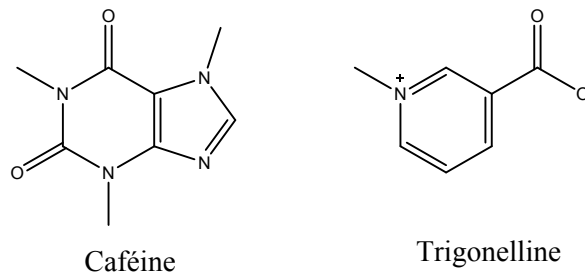


Figure 5: Structure chimique de la caféine et trigonelline

- **Autre composés**

L'eau contenue dans les graines vertes de *Coffea arabica* et *Coffea canephora* varie généralement entre 8,5 % et 12 %. Ces graines renferment également des fibres, des protéines, des acides aminés libres, des lipides, des minéraux, ainsi que divers oligo-éléments [1].

Les polysaccharides de la paroi cellulaire, les lipides, les protéines et le saccharose sont des composés qui contribuent principalement à l'arôme du café [2].

I.4. Les propriétés thérapeutiques et nutritionnelles du café

Les perceptions des consommateurs quant aux bienfaits ou aux risques du café pour la santé restent divergentes. Pour certains, ses propriétés physiologiques, notamment son effet antimigraineux, représentent un facteur clé dans leur décision de consommation [21]. La consommation de café n'est pas considérée comme un comportement axé sur la santé, même si des preuves scientifiques indiquent que le café peut faire partie d'une alimentation saine [22].

Le café torréfié est un mélange de plus de 1000 composés bioactifs, avec des effets antioxydants, anti-inflammatoires, neuroprotectrices et hypoglycémiantes [23].

- ***Activité antioxydante***

Les phénols constituent un groupe très étendue et diversifié, comprenant l'acide cinnamique, l'acide benzoïque, les flavonoïdes, les anthocyanes, les coumarines, les composés lignanes et les lignines de différentes propriétés. Les phénols sont connus pour avoir une forte activité antioxydante. Sur cette base, les phénols peuvent protéger l'ADN cellulaire et prévenir les dommages causés par les radicaux libres dans le corps. Étant donné que les radicaux libres jouent un rôle important dans l'induction de maladies cardiovasculaires et cancéreuses, la consommation de polyphénols végétaux peut prévenir efficacement l'apparition de telles maladies [2].

- ***Effet sur le système nerveux et la vigilance***

Une recherche a montré que le risque de dépression était réduit de 20 % chez les femmes consommant quatre tasses ou plus de café contenant de la caféine, par rapport à celles en buvant peu ou pas du tout. Bien que les mécanismes exacts restent inconnus, les chercheurs suggèrent que la caféine pourrait pénétrer dans le cerveau et stimuler la libération de neurotransmetteurs associés à l'humeur, tels que la dopamine et la sérotonine [21]. La caféine a également la capacité de contrer les effets de l'adénosine, réduisant ainsi la fatigue et favorisant une meilleure vigilance [4].

- ***Effets sur les maladies cardiovasculaires***

La consommation modérée de café est associée à une réduction de la mortalité liée aux maladies cardiovasculaires, de l'hypertension, du cholestérol, de l'insuffisance cardiaque et de la fibrillation auriculaire [27].

- ***Effets sur le diabète***

Le diabète est une maladie chronique dans laquelle le taux de sucre dans le sang augmente en raison d'un manque relatif ou absolu d'insuline. La pharmacothérapie et la gestion de l'alimentation sont les principaux traitements du diabète. La caféine, l'acide chlorogénique, la trigonelline et d'autres composants principaux du café ont tous pour effet de réduire la glycémie [2].

Une étude a été réalisée sur l'effet hypoglycémiant du café et de son extrait d'éthanol en feuilles, et il a été observé que l'extrait de café peut réduire considérablement la teneur en sucre dans le sang. Le caféstol a des effets antidiabétiques potentiels qui peuvent augmenter la sécrétion d'insuline stimulée par le glucose et augmenter l'absorption du glucose par les cellules musculaires squelettiques humaines [26, 25].

- ***Effets neuroprotecteurs***

Des études épidémiologiques ont montré qu'une consommation habituelle de café peut réduire le risque de maladie d'Alzheimer [2].

I. 5 Consommation de café et risques pour la santé

- ***Risques de mortalité prématurés***

Contrairement à sa santé positive, une étude récente révèle que le café n'offre pas toujours d'avantages protecteurs. Une consommation excessive de 28 tasses de café ou plus par semaine a augmenté de 21% la probabilité de mourir prématurément. Ce risque était plus de 50 % plus élevé chez les adultes de moins de 55 ans [28].

- ***Effets cardiovasculaires***

De plus, une forte consommation de café associée à un risque de décès plus élevé Une consommation excessive de café augmente les risques pour la santé car elle augmente le rythme cardiaque et la pression artérielle d'une personne et augmente légèrement la sensibilité artérielle périphérique [29].

Le café existe depuis longtemps et est responsable de nombreux maux, allant du retard de croissance à la cause des maladies cardiaques. Des études récentes n'ont généralement trouvé aucun lien entre le café et un risque accru de maladie cardiaque ou de cancer [30, 31].

En fait, quelques études ont trouvé une association entre la consommation de café et la diminution de la mortalité globale et peut-être de la mortalité cardiovasculaire, bien que la suggestion ne soit pas un fait chez les jeunes personnes âgées qui consomment de grandes quantités de café [32, 33].

- ***Effet sur la grossesse***

De fortes doses de café pendant la grossesse augmentent le risque de fausse couche, indépendamment des symptômes liés à la grossesse [34].

II. Substituts du café

Les substituts du café sont de plus en plus populaires en tant que produits de bien-être. Car le constituant le plus efficace et le plus principal du café est la caféine, qui avait certains troubles et en raison de ces certaines propriétés et sa teneur en caféine, pas tout le monde peut boire du café [35, 36].

L'industrie alimentaire propose un certain nombre de substituts de café (parfois appelés cafés de grain). Ceux-ci sont généralement produits à partir de chicorée rôtie, de céréales et de betteraves, ainsi que d'autres nouveaux composants, tels que les artichauts [37].

Aujourd'hui, une vaste gamme de produits alimentaires diversifiés est produite, et l'industrie des boissons ne fait pas exception. Les boissons préparées comme substitut du café ont été de plus en plus acceptées pour diverses raisons, notamment l'absence de caféine et de nombreux composés bioactifs, De plus, la crise actuelle des prix, ainsi que le changement climatique, sont des facteurs qui contribuent à l'apparition de ces composés en tant que substituts du café. Les substituts de café sont des boissons sans café qui peuvent être consommées par tous les âges [38].

Les ressources botaniques les plus importantes utilisées dans la production de substituts de café peuvent être classées en quatre groupes principaux, céréales, herbes, légumes, fruits [38].

- **Céréales**

Le quinoa est une pseudo-céréale sans gluten il est utilisé comme un substitut de café. C'est une riche source des vitamines, composés bioactifs de polyphénols, de phytostérols, de phalloïdines et d'oméga-6 [38].

- **Légumes**

Dans différents pays, le gombo est utilisé dans la production de café alternatif. La graine de gombo est une riche source d'huile, de protéines, de composés antioxydants et de vitamines. Le substitut du café à base de gombo est sans caféine et a une saveur agréable par rapport au café ordinaire [38].

- **Fruits**

CHAPITRE I : Etude bibliographique

Le fruit du baobab pousse en Afrique subsaharienne. Les graines de ce fruit sont utilisées comme substitut du café, sont riches en composés phénoliques à haute teneur en antioxydants et en protéines [38].

- **Herbes**

Le gingembre est une plante avec de nombreux composés bioactifs, y compris des composés phénoliques, et possède donc des propriétés antioxydantes, antibactériennes et antifongiques. Gingembre a été utilisé pour la préparation d'un substitut de café aux propriétés bénéfiques pour la santé [39].

La chicorée est utilisée comme substitut du café dans le monde entier en raison de ses propriétés similaires au café. Diverses études ont révélé que la consommation de café de chicorée augmente en raison de ses bienfaits pour la santé, de son goût amer et de son état sans caféine. La poudre de chicorée préparée est consommée seule ou en combinaison avec du café [40].

Le nombre de consommateurs préférant les alternatives au café a considérablement augmenté dans le monde entier pour réduire les coûts des soins de santé. En raison de l'absence de caféine, ces substituts servent de produits sains [41].

Le développement de ces alternatives est l'une des priorités de recherche les plus importantes pour la conception alimentaire et un défi pour l'industrie et la science, Il convient de noter que l'acceptation des substituts de café par les consommateurs dépend de plusieurs facteurs tels que les bienfaits pour la santé et surtout les aspects économiques. De plus, la disponibilité des substituts de café dans les points de vente modernes tels que les supermarchés et les canaux en ligne a contribué à la croissance du marché des substituts de café [42].

III. Noyaux de dattes

Le palmier dattier (*Phoenix dactylifera L.*) est une culture importante dans la plupart des pays du Moyen Orient. Les noyaux de dattes, sont des sous-produits des usines de traitement des dattes. Malgré la précieuse composition nutritionnelle des noyaux de dattes en tant que source de glucides, de fibres alimentaires, de protéines, d'huile, d'antioxydants naturels et de polyphénols bioactifs, ils restent sous-utilisés et sont souvent traités comme des déchets [43].

III. 1 Description botanique

Le palmier dattier est une plante vivace et monocotylédone, de la famille des *Areaceae*, Le nom de palmier dattier provient de son fruit ; "phénix" du grec signifie violet ou rouge, et "*dactylifera*" fait référence à l'apparence en forme de doigt de la grappe de fruits. Son stipe peut atteindre une hauteur de 20 à 30 mètres, et il est couvert de feuilles ou de palmes de 4 à 7 mètres de long [44].

Les palmiers dattiers produisent de nombreux produits utiles à l'homme. Le produit principal est le fruit de la datte, qui peut être consommé frais, séché ou sous diverses formes transformées. Sa culture pourrait s'étendre de l'Indus à l'est à l'Atlantique à l'ouest, couvrant le Moyen-Orient, le nord d'Afrique, le Sahara et le sud de l'Espagne. Plus précisément, sa culture est focalisée, en Méditerranée africaine et au Moyen-Orient [44].

De nos jours, le palmier dattier ne se limite plus aux régions traditionnelles de sa culture. Effectivement, il a été introduit au cours des derniers siècles dans tous les continents, notamment en Amérique (XVIIIe siècle) et en Australie (XIXe siècle) où il est l'objet d'une culture commerciale qui engendre des revenus considérables [45].

III. 2 Composition chimique

Les noyaux de dattes sont une riche source d'ingrédients précieux et potentiellement précieux [46].

- **Fibres**

Les noyaux de dattes sont une riche source de fibres, avec une teneur en fibres variant entre 60 et 80 g/100 g de poids total [47].

- **Protéines**

Sont aussi riches en protéines, dont la teneur en protéines des noyaux de dattes peut varier entre 4,8 et 12,5 g/100 g, Il s'agit principalement de protéines solubles, telles que la globuline, l'albumine, la prolamine et la glutéline. Les protéines d'origine végétale peuvent être utilisées comme substituts aux protéines d'origine animale, qui sont normalement plus chères et moins durables. En raison de leur grande abondance, les protéines d'origine végétale sont généralement plus attrayantes. Cependant, l'extraction des protéines végétales est généralement difficile et peut perturber leurs propriétés fonctionnelles [48- 46].

• Composés phénoliques et flavonoïdes

Les acides phénoliques sont présents dans les plantes sous la forme d'un type de métabolites secondaires, les noyaux de dattes contiennent des acides phénoliques et des flavonoïdes, Les résultats de cette étude [49] ont montré que la teneur totale en phénols était de 24,84 mg, ce qui était supérieur à la teneur totale en flavonoïdes (seulement 5,324mg).

Les noyaux de dattes sont constitués d'acide gallique, acide vanillique, acide caféique, acide *p*-coumarique... dont l'acide gallique est le composant le plus abondant.

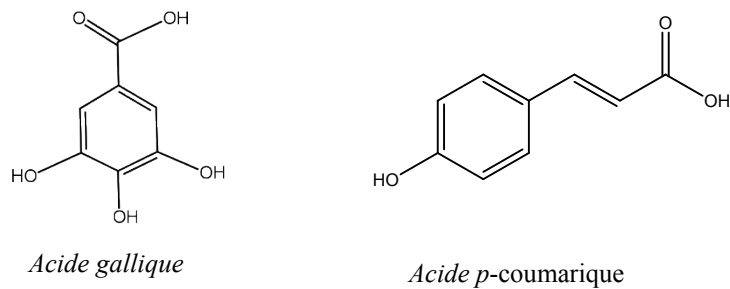


Figure 6: exemples des acides phénoliques

Les flavonoïdes comprennent les flavonols tels que la quercétine et la myricétine et les flavones tels que l'apigénine et la lutéoline.

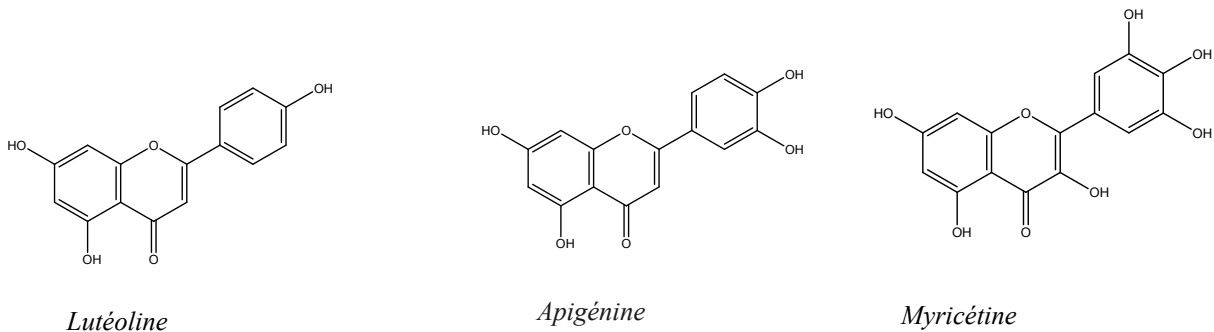


Figure 7: Quelques flavonoïdes présents dans les noyaux de date

• Glucides

Il y a entre 6,02 et 9,54% de sucres solubles et d'oligosaccharides tels que le saccharose (1,49%) [50].

III. 3 Propriétés des noyaux de dattes

• Effet protecteur pour le foie

D'après une étude, les graines de dattes ont démontré un effet protecteur contre les dommages chimiques au foie. Les graines de dattes permettent de prévenir l'intoxication hépatique, ce qui pourrait avoir un effet hépato protecteur [51].

- ***Impact sur le diabète***

Les graines de dattes sont utilisées dans le traitement des problèmes de diabète [51].

- ***Propriétés antioxydantes et antimicrobiennes***

La présence des composés phénoliques leur confère des propriétés antioxydantes et anti radicalaires. Il contribue à préserver le corps des dommages causés par le stress oxydatif [51]. Les composants phénoliques étaient abondants dans l'extrait méthanolique des noyaux de dattes [48]. L'acide gallique a montré une activité antibactérienne contre les infections microbiennes, en plus de sa forte activité antimutagène. Ce qui pourrait renforcer leurs applications dans les industries pharmaceutiques [48].

Grace à leur teneur élevée en protéines, sucres composés phénoliques et matière grasse, ils peuvent être considérés comme une source majeure d'alimentation pour les êtres humains.

CHAPITRE II : Matériels et Méthodes

I. Matériels végétales

Les noyaux de dattes sont isolés à partir de fruits de la variété *Gharss*, collectés dans la région de Ghardaïa. Après un lavage à l'eau, ils sont séchés à l'ombre puis torréfiés dans un four ventilé à 200 °C pendant 20 minutes. Une fois refroidis, les noyaux sont broyés à l'aide d'un moulin électrique afin d'obtenir une poudre.

La poudre de café utilisé dans cette étude est un produit issu d'une marque commerciale disponible sur le marché



Figure 8 : Noyaux de dattes

II. Préparation des extraits

II.1.Extraction à partir des poudres

Deux méthodes ont été employées pour extraire des métabolites secondaires à partir des poudres de noyaux de dattes et de café :

➤ **Extrait par Soxhlet**

10 à 18 g de poudre (café/ noyaux de dattes) est introduite dans une cartouche d'extraction puis soumise à une extraction par Soxhlet avec 150 mL de solvant : éthanol, dichlorométhane, cyclohexane et acétone (utilisé séparément) pendant 4 à 6 heures. À l'issue de l'extraction, le solvant est éliminé par évaporation sous pression réduite à l'aide d'un évaporateur rotatif, l'extrait brut est pesé et le rendement d'extraction est calculé.

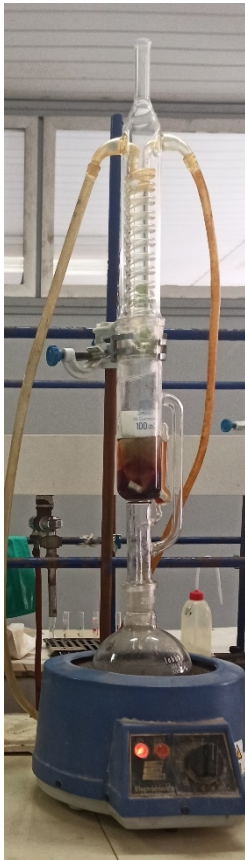


Figure 10 : Montage de Soxhlet



Figure 9 : Evaporateur rotatif

➤ **Macération**

25g de poudre de noyaux de dattes torrifiés et 10 g de café sont respectivement mises en macération dans 100 mL et 40 mL de solvant mentionné précédemment. L'extraction est conduite à température ambiante pendant 24 à 48 heures. Après filtration, les solvants sont évaporés sous pression réduite à l'aide d'un évaporateur rotatif. Les extraits secs sont pesés puis les rendements d'extraction sont calculés



Figure 11 : Macération

II. 2 Extrait liquide-liquide à partir des boissons préparées

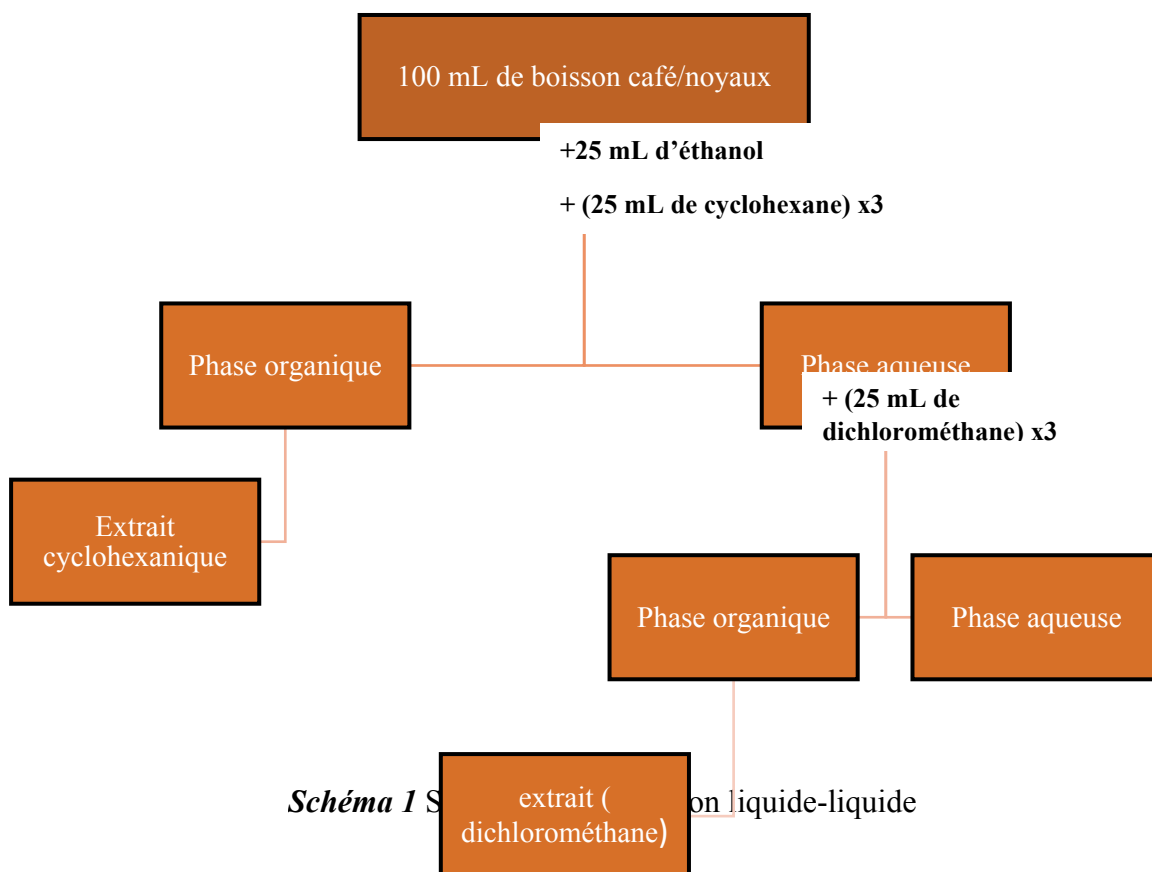
➤ Préparation des boissons

Les boissons sont préparées à l'aide d'un dispositif de percolation de type moka. Une quantité de poudre (25 g pour la poudre du café et 50g de la poudre des noyaux de dates) est placée dans le filtre de l'appareil, puis l'eau (respectivement 300 ml et 400 ml) est versée dans le réservoir inférieur. L'extraction est réalisée par chauffage jusqu'à ce que la boisson s'accumule complètement dans la partie supérieure du dispositif.

➤ L'extraction liquide –liquide

Une extraction séquentielle est réalisée sur les boissons préparées. 25 ml de l'éthanol est ajouté à 100 mL de chaque boisson .le mélange est extrait trois fois avec 25 ml de cyclohexane dans une ampoule à décanter. Après chaque extraction, la phase organique est récupérée. Les fractions organiques réunis sont ensuite séchées avec sulfate de sodium Na_2SO_4 . Le desséchant est par la suite éliminé par filtration, et le solvant est évaporé afin d'obtenir l'extrait cyclohexanique.

La phase aqueuse résiduelle est ensuite traitée avec du dichlorométhane, selon la même procédure, pour l'obtention de l'extrait correspondant.



II. 3 Calcul du rendement

La détermination des rendements est représentée en pourcentage par rapport à la matière sèche premier utilisée.

-Expression de calcul

$$\text{Rendement}(\%) = \frac{\text{masse de l'extrait sec}(g)}{\text{masse de la poutre utilisée}(g)} \times 100$$

III. Tests phytochimiques

Des tests phytochimiques qualitatifs sont réalisés sur les extraits obtenus à l'aide de différents solvants (cyclohexane, dichlorométhane, éthanol et acétone) afin de détecter la présence de certains groupes de composés bioactifs.

III. 1 Les alcaloïdes

Pour la mise en évidence des alcaloïdes, 5 mL d'acide chlorhydrique concentré sont ajoutés à une quantité donnée d'extrait dans un tube à essai. Le mélange est chauffé au bain-marie pendant quelques minutes afin d'extraire les alcaloïdes sous forme de sels. Après refroidissement, le mélange est divisé en deux portions égales. Chaque portion est ensuite traitée respectivement avec le réactif de Mayer et le réactif de Wagner [58].

La présence d'un précipité blanc ou brun indique un résultat positif, traduisant la présence d'alcaloïdes dans l'extrait.

❖ *Réactif de Mayer*

Le réactif de Mayer est préparé en dissolvant 1,358 g de chlorure mercurique (HgCl₂) dans 60 mL d'eau distillée, et 5 g d'iodure de potassium (KI) dans 10 mL d'eau. Les deux solutions sont ensuite mélangées, puis le volume final est ajusté à 100 mL avec de l'eau distillée. En présence d'alcaloïdes, ce réactif forme un précipité blanc caractéristique.

❖ *Réactif de Wagner*

Le réactif de Wagner est préparé en dissolvant 2 g d'iodure de potassium (KI) et 1,27 g d'iode (I_2) dans 75 mL d'eau distillée, le volume est ajusté à 100 mL avec l'eau. Ce réactif interagit avec les alcaloïdes pour donner un précipité brun caractéristique.

III. 2 Les flavonoïdes

La caractérisation des flavonoïdes est réalisée en ajoutant du HCl concentré et 0,5 g de tournure de magnésium à l'extrait. La présence de flavonoïdes est confirmée par l'apparition d'une coloration rouge ou rose.

III. 3 Les Tanins

Pour détecter les tanins, 2 mL d'eau distillée et 2 à 3 gouttes d'une solution 1% de chlorure ferrique ($FeCl_3$) sont ajoutés à l'extrait.

- L'apparition d'une coloration bleu-noir révèle la présence de tanins catéchiques.
- Une coloration bleu-vert indique la présence de tanins galliques.

III. 4 Les Composés réducteurs

La mise en évidence des composés réducteurs a été réalisée en ajoutant 2 mL d'eau distillée et environ 20 gouttes de la liqueur de Fehling à l'extrait, suivi d'un chauffage doux. L'apparition d'un précipité rouge brique indique la présence de composés réducteurs.

❖ *Liqueur de Fehling*

Il est préparé en mélangeant un volume égal des solutions A et B [59].

III. 5 Les coumarines

Dans ce test, 1 à 2 mL d'eau chaude et 0,5 mL d'hydroxyde d'ammonium (NH_4OH) sont ajoutés à l'extrait. Une goutte du mélange est ensuite déposée sur un papier filtre. L'observation d'une fluorescence intense sous lumière UV témoigne de la présence de coumarines.

III. 6 Les terpénoïdes

La présence de composés terpénoïdiques a été évaluée en ajoutant 2 mL de chloroforme à l'extrait, suivi de 3 mL d'acide sulfurique concentré (H_2SO_4). La formation d'une coloration brunâtre à l'interface entre les deux phases indique un résultat positif pour les terpénoïdes.

IV. Caractérisation physico-chimique

Des analyses physico-chimiques sont réalisées afin de déterminer certains indices de qualité et de composition des extraits cyclohexaniques obtenus à partir de café ou de noyaux de dattes.

IV. 1 Indice d'acide

C'est la quantité d'hydroxyde de Potassium (KOH) en mg nécessaire pour neutraliser les acides présents dans une substance.

4 g d'extrait cyclohexanique (provenant de café ou de noyaux de dattes) sont introduits dans un erlenmeyer, puis mélangés à 8 mL d'éthanol. Quelques gouttes de phénolphtaléine sont ajoutées en tant qu'indicateur de fin de réaction. Le mélange est ensuite chauffé au bain-marie pendant 5 minutes. Après refroidissement, un titrage est réalisé à l'aide d'une solution de KOH à 0,1 %. L'indice d'acide (I_a), exprimé en mg de KOH par gramme de matière grasse [60], est calculé selon la formule :

$$I_a = 56,1 \cdot \frac{v}{m}$$

Où **56,1** correspond la masse molaire de KOH, v : le volume de KOH en mL utilisé, m : la masse de corps gras utilisé, I_a : indice d'acide.

IV. 2 Indice de saponification

L'indice de saponification correspond à la quantité d'hydroxyde de potassium (KOH), exprimée en mg, nécessaire pour saponifier un gramme de matière grasse.

Pour sa détermination, 1 g d'extrait cyclohexanique (provenant de café ou de noyaux de dattes) est pesé dans un ballon rodé. On y ajoute 25 mL d'une solution éthanolique de KOH, puis le ballon est muni d'un réfrigérant à reflux. Le mélange est ensuite porté à ébullition pendant une heure. Après refroidissement, le titrage de l'excès de KOH est effectué à l'aide d'une solution d'acide chlorhydrique (HCl), en présence de phénolphthaléine comme indicateur [60]. L'indice de saponification (I_s) est calculé selon la formule suivante :

$$I_s = \frac{(v_0 - v_1) \times 56,1}{m}$$

Où v_0 : représente le volume de HCl en mL nécessaire pour le titrage à blanc, v_1 : le volume De HCl en mL nécessaire pour l'essai, m : la masse de corps gras utilisé. I_s : indice de saponification.

IV. 3 Indice d'ester

L'indice d'ester correspond à la quantité d'hydroxyde de potassium (KOH), exprimée en mg, requise pour neutraliser les esters présents dans un corps gras. Il permet d'évaluer la proportion d'esters dans un échantillon après soustraction des acides libres [60]. Cet indice est déterminé de manière indirecte en calculant la différence entre l'indice de saponification (I_s) et l'indice d'acide (I_a), selon la formule suivante :

$$\text{Indice d'ester} = \text{Indice de saponification} - \text{Indice d'acide.}$$

IV. Indice de peroxyde

L'indice de peroxyde représente la quantité de microgrammes d'oxygène actif présent dans un gramme de corps gras, capables d'oxyder l'iodure de potassium. Il est mesuré en microgrammes en gramme [60].

Pour sa détermination, 1 g d'extrait cyclohexanique est introduit dans un erlenmeyer, auquel sont ajoutés 10 mL de chloroforme, 15 mL d'acide acétique glacial et 1 mL de solution saturée d'iodure de potassium (KI). Le mélange est laissé au repos pendant 5 minutes à l'abri de la lumière afin de favoriser la libération d'iode. Ensuite, 75 mL d'eau distillée sont ajoutés, puis le mélange est titré avec une solution de thiosulfate de sodium, en présence d'une solution d'empois d'amidon utilisée comme indicateur coloré. L'indice de peroxyde (I_p) est calculé selon la formule suivante :

$$I_p = \frac{(v_1 - v_0) \times C}{m} \times 100$$

Où V_0 est le volume de thiosulfate de sodium nécessaire pour l'essai à blanc, V_1 : le volume de thiosulfate nécessaire pour l'essai, C : la concentration de la solution de thiosulfate de sodium utilisée, I_p : indice de peroxyde.

❖ Solution d'empois d'amidon

1 g d'amidon se dissout dans 100 mL d'eau tiède.

❖ Solution de thiosulfate de sodium

2,48 g de thiosulfate de sodium se dissout dans 1 litre d'eau distillée.

V. Chromatographie sur couche mince (CCM)

La chromatographie sur couche mince est réalisée en utilisant une plaque d'aluminium recouverte de la silice [CCM gel de silice 60 F₂₅₄].

L'éluant utilisé : Cyclohexane/ l'acétate d'éthyle : 90%/10%.

Une goutte de chaque extrait est déposée sur les points marqués sur la plaque, ensuite la plaque est introduite verticalement dans la cuve.

La révélation se fait après l'élution sous une lumière UV et les taches observées sont entourées avec un crayon.

VI. Dosage des polyphénols

Selon les résultats antérieurs les extraits méthanoliques sont souvent riches en polyphénols.

Le dosage des polyphénols totaux s'effectue à partir d'un extrait méthanolique obtenu par macération de 30 g de poudre végétale dans 150 mL de méthanol pendant 24 heures. Après filtration, le méthanol est éliminé par évaporation sous vide, ce qui permet d'obtenir un extrait concentré.

L'évaluation des composés phénoliques repose sur la méthode colorimétrique de Folin-Ciocalteu [61]. Dans un tube à essai, on introduit 0,25 mL d'extrait méthanolique, auquel on ajoute 2,25 mL d'eau distillée, 0,25 mL de réactif de Folin-Ciocalteu, puis 2,5 mL d'une solution de carbonate de sodium (Na₂CO₃) à 7,5 %. Un blanc est préparé dans les mêmes conditions, sans ajout d'extrait. L'acide gallique sert de standard pour l'établissement d'une courbe d'étalonnage, réalisée à partir de solutions étalon de concentrations croissantes (10 à 50 µg/mL). La teneur en polyphénols est exprimée en milligrammes équivalents d'acide gallique par gramme d'extrait (mg EAG/g). L'absorbance est mesurée à 765 nm à l'aide d'un spectrophotomètre.

❖ Le réactif Folin-Ciocalteu

C'est un mélange d'acides phosphotungstiques et phosphomolybdique [61].

La teneur en polyphénols est déterminée en utilisant la formule suivante [62] :

$$C = \frac{c_1 \times v}{m}$$

Où C : la teneur en polyphénol (mg GAE/ g d'extrait), c1 : concentration d'acide gallique déterminée à partir de la courbe d'étalonnage en mg/mL, v : volume d'extrait en mL, m : masse d'extrait en g.

VII. Estérification

L'estérification est réalisée afin de convertir les acides gras présents dans l'extrait cyclohexanique en esters méthyliques, plus volatils et adaptés à l'analyse par chromatographie en phase gazeuse.

Pour chaque extrait, 1 g est mélangé à 10 mL de méthanol sulfurique à 1 % dans un ballon, puis le mélange est chauffé à reflux pendant 25 minutes. Après refroidissement, 10 mL d'eau distillée sont ajoutés et le contenu est transféré dans une ampoule à décanter. Le ballon est rincé avec 20 mL d'eau distillée et 20 mL de chloroforme. La phase aqueuse est ensuite extraite trois fois avec 25 mL de chloroforme. Les phases organiques obtenues sont réunies, lavées successivement avec une solution saturée de bicarbonate de sodium pour neutraliser l'acide résiduel, puis avec de l'eau distillée. Après séchage sur sulfate de sodium anhydre, les extraits sont filtrés et concentrés à l'aide d'un évaporateur rotatif.

La solution de méthanol sulfurique à 1 % est préparée en introduisant 0,5 mL d'acide sulfurique dans 10 mL de méthanol, puis en complétant le volume à 50 mL avec le même solvant.

VIII. Étude du pouvoir antioxydant

VIII. 1 Test de piégeage du radical libre DPPH

L'activité antioxydante des extraits méthanoliques est évaluée par la méthode du DPPH. Des solutions d'extraits sont préparées à différentes concentrations (de 10 à 50 µg/mL). Pour chaque test, 50 µL de solution d'extrait sont mélangés à 1,95 mL d'une solution méthanolique de DPPH (0,025 g/L). Un contrôle négatif est préparé dans les mêmes conditions, en remplaçant l'extrait par du méthanol. Les mélanges sont incubés à l'abri de la lumière et à température ambiante pendant 30 minutes, puis l'absorbance est mesurée à 517 nm contre un blanc constitué d'éthanol pur. Un contrôle positif est également réalisé en remplaçant les extraits par de l'acide ascorbique. Le pouvoir antioxydant est exprimé en pourcentage d'inhibition (I%) selon la formule suivante [63] :

$$I\% = \frac{Abs\ C.\ négatif - Abs\ test}{Abs\ C.\ négatif} \times 100$$

L'IC₅₀, correspondant à la concentration nécessaire pour inhiber 50 % du radical DPPH, est déterminée par régression linéaire à partir de la courbe d'inhibition en fonction des concentrations testées [63].

VIII. 2 Méthode de la réduction du fer (FRAP)

La capacité réductrice des échantillons est évaluée selon la méthode FRAP. Elle repose sur la conversion du fer ferrique (Fe³⁺) en fer ferreux (Fe²⁺) par les antioxydants, produisant une teinte bleue [63].

1 mL d'échantillon à différentes concentrations est mélangé à 2,5 mL d'une solution tampon phosphate (0,2 M, pH 6,6) et à 2,5 mL d'une solution de ferricyanure de potassium (K₃Fe(CN)₆) à 1 %. Ce mélange est incubé à 50 °C pendant 20 minutes, puis refroidi à température ambiante. La réaction est arrêtée par l'ajout d'acide trichloracétique à 10 %. Ensuite, 2,5 mL d'eau distillée et 500 µL d'une solution de chlorure de fer (FeCl₃•6H₂O) à 0,1 % sont ajoutés. L'absorbance est ensuite mesurée à 700 nm à l'aide d'un spectrophotomètre, en utilisant un blanc pour référence [63].

Chapitre III : Résultats et discussion

I. Obtention des rendements

L'extraction de la poudre de café et des noyaux de dattes à l'aide de quatre solvants de polarités différentes (éthanol, dichlorométhane, cyclohexane et acétone) a permis de déterminer les rendements, présentés dans le tableau 1.

-Extraits bruts

	Macération		Soxhlet	
	Noyaux des dattes	Café	Noyaux des dattes	Café
Ethanol	8,16	23,6	18	24,6
DCM	6,8	0,8	10	4,7
Cyclohexane	10,8	13	9,22	10,9
Acétone	11,36	9,7	16,16	13,5

Tableau 1 : Rendements des extraits bruts

Nous avons remarqué que le café donne en général des rendements plus élevés que les noyaux des dattes.

Les rendements les plus élevés sont dans les extraits éthanoliques, surtout en utilisant la méthode Soxhlet (23,6 – 24,6%) pour le café, (18- 8%) pour les noyaux des dattes.

Les extraits du DCM montrent un rendement moyen pour les noyaux des dattes (6,8 – 10%), et un rendement assez faible pour le café (0,8 – 4,7%).

L'extraction avec le cyclohexane donne des rendements modérés (10,8 – 9,22%) pour les noyaux des dattes et (13 – 10,9%) pour le café.

L'extraction des noyaux en utilisant l'acétone nous donne des rendements plus élevés que les rendements du café.

En comparant les deux méthodes utilisées, le Soxhlet est généralement le plus efficace.

La macération donne généralement des rendements faibles, mais elle peut être compétitive surtout avec les solvants les plus polaires (l'éthanol) car elle donne une meilleure stabilité aux composés plus sensibles à la chaleur.

-Extraits liquides

L'extraction liquide des boissons du café et des noyaux des dattes nous donne les rendements présentés dans le tableau 2.

Tableau 2 : Rendements des extraits liquides

Solvant	Rendement noyaux %	Rendement café %
cyclohexane	0,36	9,36
DCM	6,64	3,88

L'extraction liquide-liquide avec le cyclohexane nous donne un rendement élevé pour le café (9,36%) et un rendement assez faible pour les noyaux (0,36%).

L'extrait liquide des noyaux des dattes avec le DCM donne un rendement élevé avec un pourcentage de 6,64%.

II. Criblage phytochimique

Le criblage phytochimique permet de mettre en évidence les principales familles de composés chimiques grâce à l'observation de réactions spécifiques, telles que la formation de précipités ou les changements de couleur. Les résultats obtenus sont récapitulés dans le tableau 3.

	Les alcaloïdes (Mayer)	Les alcaloïdes (Wagner)	Flavonoïdes	Tanins	Composés réducteurs	Coumarines	Terpénoïdes
Ethanol macération	-	-	+	+ Cathélique	+	-	+
Ethanol Soxhlet	-	-	-	+ Cathélique	+	-	+
DCM macération	-	-	+	-	-	-	-
DCM Soxhlet	-	-	+	-	-	-	+
Cyclohexane macération	-	-	-	-	-	-	+
Cyclohexane Soxhlet	-	-	-	-	-	-	+

CHAPITRE III : Résultats et Discussion

Acétone Macération	-	-	+	+ Gallique	+	-	+
Acétone Soxhlet	-	-	-	+ Cathélique	+	+	+
Extrait liquide cyclohexane	-	-	-	-	-	-	+
Extrait liquide DCM	-	-	-	+ Cathélique	+	+	+

-Extraits des noyaux des dattes

- : absence

+ : absence

Tableau 3 : Résultats du criblage chimique des extraits des noyaux des dattes

D'après les résultats présentés dans le tableau 3, aucun des extraits issus des noyaux de dattes ne présente de réaction positive aux alcaloïdes, ce qui suggère leur absence ou une concentration très faible dans ces échantillons.

La présence de flavonoïdes a été détectée dans certains extraits, en particulier ceux obtenus par macération avec l'éthanol, par macération et Soxhlet avec le dichlorométhane (DCM), ainsi que par macération avec l'acétone. L'éthanol, en tant que solvant le plus polaire utilisé, s'est révélé le plus efficace pour l'extraction de ces composés.

Deux types de tanins ont été identifiés selon le solvant utilisé : les tanins catéchiques et les tanins galliques. Leur solubilité varie en fonction de la polarité du solvant.

– **Tanins catéchiques** : observés dans les extraits éthanoliques et dans l'extrait obtenu par Soxhlet avec l'acétone.

– **Tanins galliques** : détectés uniquement dans l'extrait obtenu par macération avec l'acétone.

Les composés réducteurs sont présents dans les extraits obtenus avec l'éthanol et l'acétone.

Les coumarines n'ont été détectées que dans les extraits acétoniques, que ce soit par macération ou par Soxhlet.

Enfin, les terpénoïdes sont présents dans la majorité des extraits analysés.

-Extraits du café

Les résultats sont présentés dans le tableau 4.

	Les alcaloïdes (Mayer)	Les alcaloïdes (Wagner)	Flavonoïdes	Tanins	Composés réducteurs	Coumarines	Terpénoïdes
Ethanol macération	+	+	-	+	+	+	+
				Cathélique			
Ethanol Soxhlet	+	+	-	+	+	+	+
				Cathélique			
DCM macération	+	+	+	+	-	+	+
				Gallique			
DCM Soxhlet	+	+	+	+	-	+	-
				Gallique			
Cyclohexane macération	+	-	-	+	-	-	+
				Gallique			
Cyclohexane Soxhlet	+	+	-	+	-	+	+
				Gallique			
Acétone macération	+	+	-	+	-	+	+
				Gallique			
Acétone Soxhlet	+	+	+	+	-	-	+
				Gallique			
Extrait liquide cyclohexane	-	-	+	+	+	+	+
				Cathélique			
Extrait liquide DCM	+	+	-	+	+	+	+
				Cathélique			

Tableau 4 : Résultats du criblage chimique des extraits du café

D'après le tableau on a remarqué que presque tous les extraits montrent une réaction positive pour les tests des alcaloïdes. Ce qui confirme que le café contient des alcaloïdes majeurs tels que la caféine [53].

Les résultats montrent la présence des flavonoïdes dans quelques extraits notamment les extraits de DCM, et l'extrait acétonique avec Soxhlet. Et des tanins (galliques et cathéliquiques) dans tous les extraits quel que soit le solvant utilisé ou la méthode d'extraction.

CHAPITRE III : Résultats et Discussion

La présence de ces deux composés (tanins et flavonoïdes) dans les extraits indique que le café est riche en composés phénoliques qui pourraient lui confère des activités biologiques intéressantes [54].

Les composés réducteurs sont détectés dans quelques extraits. Contrairement à les coumarines et les terpénoïdes qui sont présents dans plusieurs extraits.

Ces résultats montrent que la composition chimique d'une espèce varie selon la méthode d'extraction et le choix du solvant. L'utilisation des solvants de différente polarité permet une meilleure extraction des composés chimiques. La diversité chimique détermine une gamme très large des activités biologiques notamment des activités antioxydants.

III. Paramètres chimiques d'extrait cyclohexanique

Les résultats des paramètres chimiques des extraits sont présentés dans le tableau 5.

	Noyaux	Café
Indice d'acide (mgKOH/g)	1,4	2,8
Indice de peroxyde (még/g)	0,21	0,11
Indice de saponification (mgKOH/g)	44,88	50,49
Indice d'ester (mg)	42,08	49,09

Tableau 5 : Paramètres chimiques des extraits cyclohexaniques

D'après le tableau 5, on observe des valeurs proches des indices d'acide de café et des noyaux des dattes.

La valeur moindre de l'indice d'acide indique une faible quantité en acides gras libres dans les extraits [55].

L'extrait du café montre une valeur plus forte d'indice d'ester et d'indice de saponification, contrairement à l'extrait des noyaux qui montre des valeurs plus faibles.

Selon [64] les résultats d'indice d'acide des noyaux de dattes sont proches des résultats obtenus.

IV. Chromatographie sur couche mince

Dans le but de comparer les profils chimiques du café et des noyaux de dattes, une chromatographie sur couche mince (CCM) a été réalisée en utilisant un éluant composé de 90 % de cyclohexane et 10 % d'acétate d'éthyle.

Les résultats révèlent des profils chimiques partiellement distincts, sans présence apparente de composés communs entre les deux types d'extraits.

Concernant les extraits de café, l'apparition d'une tache a été observée de manière récurrente.

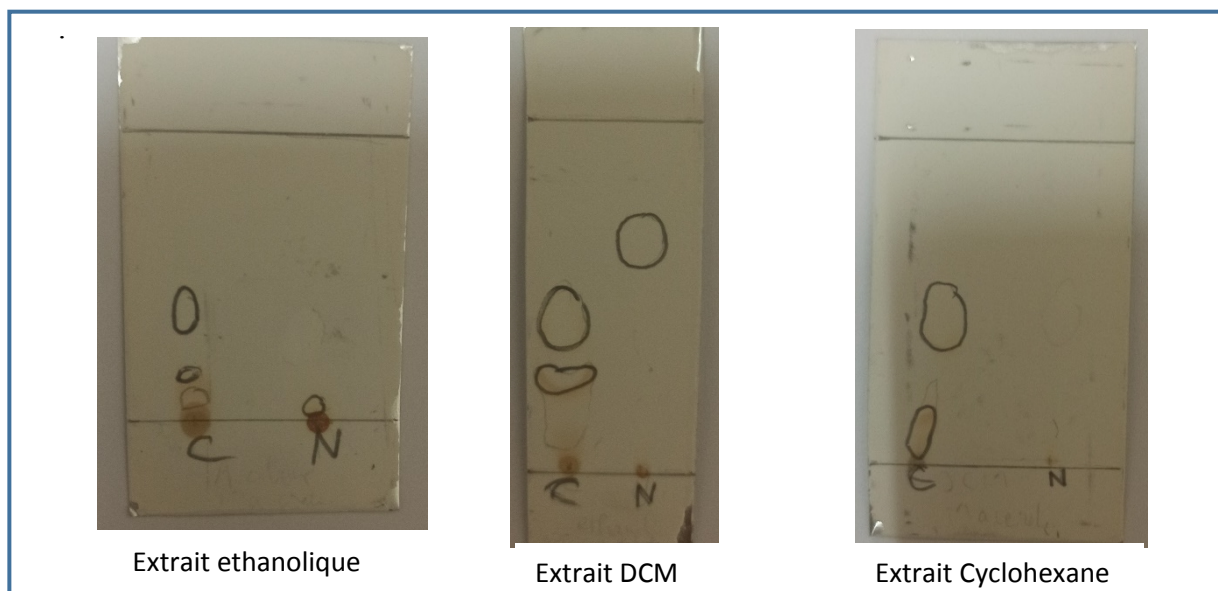


Figure 12 : Plaques CCM

V. Estérification

Une estérification a été réalisée sur les extraits cyclohexaniques des noyaux de dattes et du café, afin de convertir les acides gras en esters méthyliques, forme adaptée à une analyse par chromatographie en phase gazeuse (CPG). Une analyse spectroscopique infrarouge (IR) des extraits estérifiés, réalisée sous forme de pastilles de KBr (spectres en annexe), a permis de confirmer la réussite de la réaction d'estérification. En effet, l'apparition d'une bande caractéristique vers 1740 cm^{-1} , correspondant à la déformation du groupe carbonyle ($\text{C}=\text{O}$) des esters, ainsi que des bandes vers 1167 cm^{-1} et 1461 cm^{-1} , liées aux déformations des liaisons

C–O, attestent de la conversion des acides gras en esters méthyliques. Cette étape était préparatoire à une analyse par chromatographie en phase gazeuse (CPG), qui n'a cependant pas pu être réalisée en raison de contraintes de temps.

VI. Dosage des polyphénols

Les résultats sont présentés dans le tableau 6.

Tableau 6 : Dosage des polyphénols

	Polyphénols (mg GAE/ g)	Absorbance
Noyaux	0,275	0,815
Café	0,107	0,732

Les résultats montrent que l'extrait méthanolique des noyaux de dattes contient une teneur en composés phénoliques significativement plus élevée que celle de l'extrait méthanolique du café. La concentration en polyphénols, exprimée en milligrammes d'acide gallique équivalent par gramme (mg GAE/g), est de 0,275 mg GAE/g pour les noyaux, contre 0,107 mg GAE/g pour le café. Cette différence est également confirmée par les valeurs d'absorbance, respectivement de 0,815 pour les noyaux et 0,732 pour le café. Ces résultats ont conduit à envisager une étude plus approfondie de l'activité antioxydante des extraits, afin de mieux comprendre les implications biologiques potentielles de cette richesse en composés phénoliques.

VII. Résultats de l'activité antioxydant des extraits

Deux techniques ont été employées pour prouver l'activité antioxydant des extraits du café et des noyaux des dattes.

-Test du piégeage du radical libre DPPH

L'activité antioxydant est réalisée par l'utilisation d'un radical libre DPPH (1,1-diphényl-2-picrylhydrazyle), c'est la méthode la plus courante à cause de sa simplicité [56].

La méthode est basée sur des mesures spectrophotométriques de la capacité des antioxydants à éliminer les radicaux DPPH [56].

Les résultats des pourcentages d'inhibition du radical libre DPPH des extraits sont montrés graphiquement dans les figures 13-14-15.

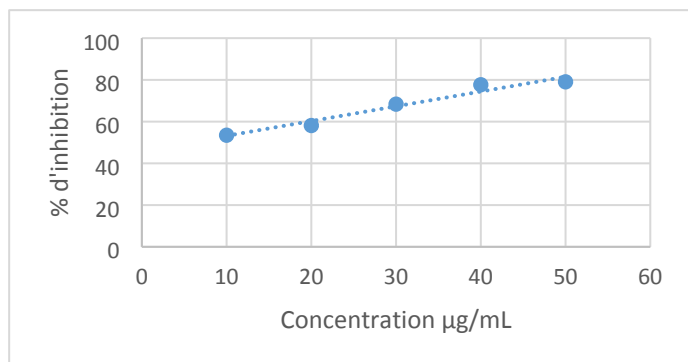


Figure 13 : % d'inhibition du radical DPPH d'extrait des noyaux des dattes

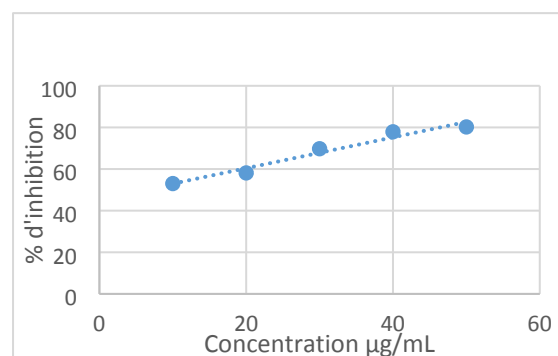


Figure 14 : % d'inhibition du radical DPPH des extraits du café

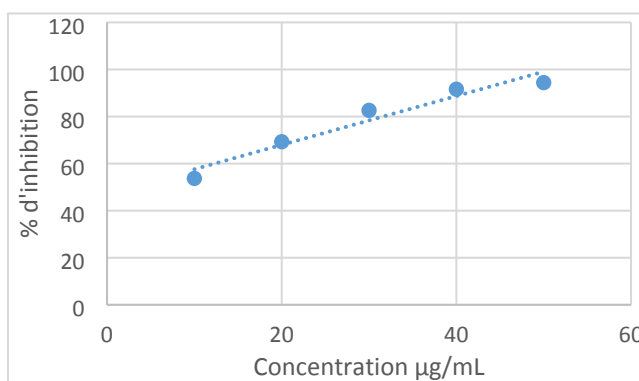


Figure 15 : % d'inhibition du radical DPPH de l'acide ascorbique

Les courbes obtenues indiquent que l'activité antioxydante augmente proportionnellement à la concentration des extraits testés. À partir des graphes, les valeurs d'IC₅₀ ont été déterminées à l'aide de l'équation de la régression linéaire de la forme $y = ax + b$. Ces valeurs sont représentées graphiquement dans la figure 16.

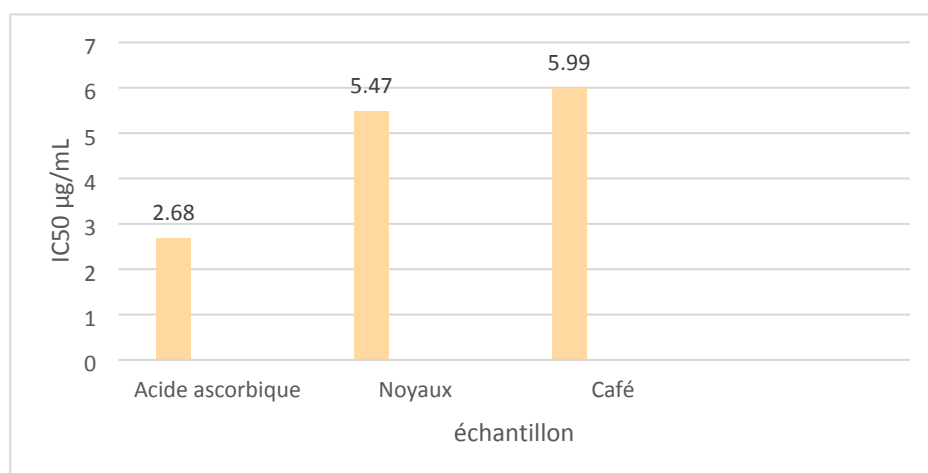


Figure 16 : Représentation graphique montre la comparaison des IC₅₀ des extraits

Les IC_{50} des extraits de café et de noyaux de dattes sont toutes deux supérieures à celle de l'acide ascorbique, utilisée comme antioxydant de référence (respectivement 5,99 $\mu\text{g/mL}$ pour le café et 5,47 $\mu\text{g/mL}$ pour les noyaux, contre une valeur inférieure pour l'acide ascorbique). Toutefois, l'extrait des noyaux présente une valeur d' IC_{50} plus faible que celle du café, ce qui suggère une activité antioxydante plus marquée.

-Méthode FRAP

Les extraits de plantes contenant des réducteurs provoquent la conversion du Fe^{3+} /complexe ferricyanide en sa forme ferreux. Ainsi, l'évaluation de Fe^{2+} peut être effectuée en observant et en contrôlant l'accroissement de la densité de couleur bleue dans le milieu réactionnel à 700 nm [65].

Les valeurs de l'absorption des extraits en fonction des concentrations sont présentées dans le graphe suivant (figure 17).

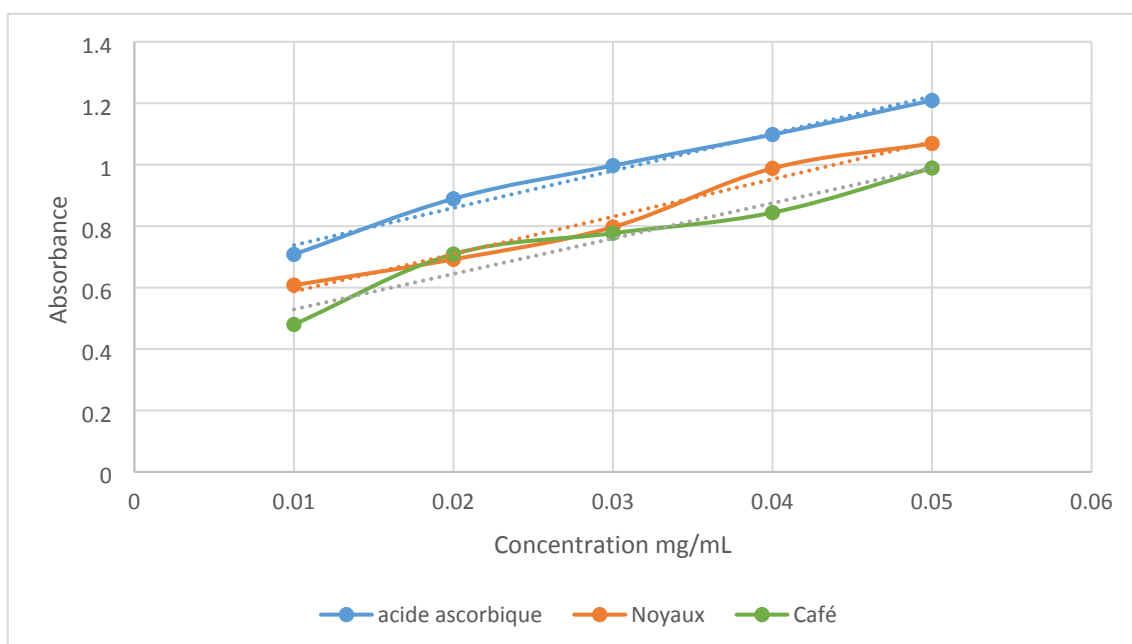


Figure 17 : Courbe d'évaluation du pouvoir antioxydant par la méthode de FRAP

D'après les courbes, les absorbances mesurées pour les solutions d'acide ascorbique à différentes concentrations sont systématiquement plus élevées que celles des extraits de café et de noyaux de dattes, ce qui reflète une activité antioxydante supérieure pour ce composé de référence.

CHAPITRE III : Résultats et Discussion

Aux faibles concentrations (0,01 mg/mL) ainsi qu'aux concentrations élevées (0,04–0,05 mg/mL), l'extrait des noyaux de dattes présente une absorbance plus élevée que celle du café, suggérant une meilleure capacité antioxydante dans ces plages de concentration. En revanche, entre 0,02 et 0,03 mg/mL, les deux extraits présentent des valeurs d'absorbance similaires, indiquant une activité comparable.

Ainsi, bien que l'extrait de noyaux de dattes montre un pouvoir réducteur plus élevé que celui du café, il reste néanmoins inférieur à celui de l'acide ascorbique, reconnu pour son efficacité antioxydante.

Ces observations sont cohérentes avec les résultats obtenus lors du test d'activité antioxydante par la méthode DPPH, confirmant la supériorité relative de l'extrait de noyaux de dattes par rapport à celui du café.

CONCLUSION

Conclusion et perspective

Cette étude a pour objectif d'examiner et de comparer les propriétés du café et d'un substitut naturel formulé à partir de noyaux de dattes. Le café est bien connu pour sa richesse en composés phénoliques, notamment l'acide chlorogénique, ainsi que pour sa teneur en caféine, un stimulant qui influence le système nerveux central et procure des effets énergisants et cognitifs. En revanche, les noyaux de dattes, qui ne contiennent pas de caféine, présentent une composition différente, étant particulièrement riches en fibres et en sucres naturels. Ces caractéristiques les rendent intéressants comme substitut potentiel au café.

Le but de cette étude est de mettre en lumière les avantages et les différences entre ces deux produits, en soulignant les propriétés uniques des noyaux de dattes. En effet, ces derniers pourraient offrir une alternative bénéfique au café, surtout dans le cadre de la recherche de substituts naturels. De plus, la valorisation des noyaux de dattes pourrait contribuer à la réduction des déchets agricoles tout en créant un produit alimentaire sain et durable. Cette étude devient ainsi particulièrement pertinente, non seulement pour la compréhension des bénéfices respectifs de ces deux produits, mais aussi pour explorer les potentialités économiques et écologiques du recyclage des noyaux de dattes en tant que ressource alternative au café.

Cette étude a démontré que le café et les noyaux de datte représentent une source prometteuse de composés bioactifs, notamment les polyphénols, dont l'activité antioxydante a été confirmée par les essais réalisés.

Par ailleurs, l'utilisation de solvants de polarités variées a permis d'optimiser l'extraction de différentes classes de composés, montrant que le choix du solvant influence significativement le rendement et le profil chimique des extraits. Les analyses phytochimiques ont également révélé la présence de flavonoïdes, de tanins, de composés réducteurs et de terpénoïdes, particulièrement concentrés dans les extraits des noyaux de dattes.

L'ensemble de ces données positionne les noyaux de dattes comme une ressource prometteuse pour le développement d'un substitut sain, fonctionnel et durable au café traditionnel. Cette valorisation représente non seulement une réponse à une demande croissante de produits naturels sans caféine, mais aussi une opportunité pour transformer un sous-produit agricole en ingrédient à haute valeur ajoutée.

Sur le plan socioéconomique, la réutilisation des noyaux de dattes peut représenter une source de revenus supplémentaire pour les producteurs de dattes, tout en stimulant l'économie locale par le développement de filières de transformation agroalimentaire durable. Elle permet également de renforcer l'autonomie des régions productrices en favorisant une meilleure exploitation des ressources disponibles. Cette approche circulaire s'inscrit parfaitement dans les objectifs de développement durable, alliant innovation, économie verte et impact social positif.

Pour renforcer ces résultats, des recherches complémentaires pourraient explorer d'autres activités biologiques des noyaux de dattes, notamment leur potentiel anti-inflammatoire, antimicrobien ou encore leur impact sur la modulation du microbiote intestinal. À terme, ces travaux pourraient aboutir à la formulation de boissons innovantes ou de compléments nutritionnels à base de noyaux de dattes, répondant aux attentes actuelles en matière de santé, de nutrition et de durabilité.

Références

Références

- [1] Farah, Adriana, *Coffee constituents*, Coffee, p **21-58, 2012**.
- [2] S. Saud and A. M. Salamatullah, *Molecules, Relationship between the chemical composition and the biological functions of coffee*, Molecules 26, p **7634, 2021**.
- [3] E. Raimondo in *Coffee industry market strategies in developing countries*, Politecnico di Torino, **2022**.
- [4] Rob M and all, *Coffee, Caffeine, and Health*, New England Journal of Medicine, p **369-378, 2020**.
- [5] A. Mrabet and all, *Date seeds: A promising source of oil with functional properties* Foods, 9, p 787, **2020**.
- [6] A. Mrabet and all, *Valorization of Tunisian secondary date varieties (Phoenix dactylifera L.) by hydrothermal treatments: New fiber concentrates with antioxidant properties* LWT-Food Science and Technology, 60, p 518-524, **2015**.
- [7] E. Czarniecka-Skubina and all, *Consumer choices and habits related to coffee consumption by poles*, International Journal of environmental research and Public Health, 18, p 3948,**2021**.
- [8] V. R. Preedy and V. Patel, *Coffee in health and disease prevention*, Elsevier, 383, p **217-223, 2024**.
- [9] A. Samoggia and B. Riedel, *Consumers' perceptions of coffee health benefits and motives for coffee consumption and purchasing*, Nutrients, 11, p **653, 2019**.
- [10] S. Surma and S. Oparil, *Coffee and arterial hypertension*, Current hypertension reports, 23, p 38,**2021**.

- [11] Bridson D. M. *Nomenclatural notes on Psilanthus, including Coffea sect. Paracoffea (Rubiceae tribe Coffea)*. Kew bulletin, 42, p 453-460, **1986**.
- [12] Y. Y. Melese and S. A. Kolech, *Sustainability, Coffee (Coffea arabica L.): methods, objectives, and future strategies of breeding in Ethiopia 13*, p 10814, **2021**.
- [13] D. Merga and all, *Influence of Biennial Bearing on Physical and Organoleptic Quality of Arabica Coffee*, **2024**..
- [14] A. Farah, *Coffee: Production, quality and chemistry*, Royal society of chemistry, p 10-16, **2019**.
- [15] Mejia, Elvira Gonzalez De, *Impact of caffeine and coffee on our health*, Trends in Endocrinology & Metabolism, 25, p 489-492, **2014**.
- [16] Heckman, Melanie A, *Caffeine (1, 3, 7-trimethylxanthine) in Foods: A Comprehensive Review on Consumption, Functionality, Safety, and Regulatory Matters*, Journal of Food Science, 75, **2010**.
- [17] Farah, A, and all, *Phenolic compounds in coffee*, Braz. J. Plant Physiol, , 18, p 23–36, **2006**.
- [18] Anwar Siraj and all, *Trigonelline inhibits intestinal microbial metabolism of choline and its associated cardiovascular risk.*, Journal of pharmaceutical biomedical analysis, , 159,p 100-112, **2018**.
- [19] R. Chu, and all, *Characterization of new ent-kaurane diterpenoids of yunnan arabica coffee beans*, Natural products and bioprospecting, 6, p 217-223, **2016**.
- [20] I. Flament, *Coffee flavor chemistry*, John Wiley & Sons, p 430, **2001**.
- [21] Aguirre, Juan, *Culture, health, gender and coffee drinking: a Costa Rican perspective*, British Food Journal, 118, p 150-163, **2016**.

- [22]Grosso, G.; Godos, J.; Galvano, F.; Giovannucci, E.L. *Coffee, Caffeine, and Health Outcomes: An Umbrella Review*. *Annu. Rev. Nutr.*, 37, p 131–156, **2017**.
- [23] Ludwig, Iziar A and all, *Coffee: biochemistry and potential impact on health*, *Food & function*, 5, p1695-1717, **2014**.
- [24]Duangjai, A.; Nuengchamngong, N.; Suphrom, N. *Potential of coffee fruit extract and quinic acid on adipogenesis and lipolysis in 3T3-L1 adipocytes*. *Kobe J. Med. Sci.*, 64, **2018**.
- [25]Martina, S and all, *The Difference in Effect of Arabica Coffee Gayo Beans and Leaf (Coffea Arabica Gayo) Extract on Decreasing Blood Sugar Levels in Healthy Mice*. *Open Access Maced. J. Med. Sci.*, 7, p 3363–3365, **2019**.
- [26] Mellbye, Fredrik Brustad and all, *Cafestol, a bioactive substance in coffee, has antidiabetic properties in KK_{Ay} mice*, *Journal of natural products*, 80, p 2353-2359, **2017**.
- [27]Wiltberger, G and all, *Protective effects of coffee consumption following liver transplantation for hepatocellular carcinoma in cirrhosis*. *Aliment, Pharmacol. Ther*, 49, p 779–788, **2019**.
- [28] H. L. Wachamo, *Review on health benefit and risk of coffee consumption*, *Med. Aromat. Plants*, 6, p 1-12, **2017**.
- [29] D. Echeverri, A. Pizano, F. R. Montes and P. *Acute effect of coffee consumption on arterial stiffness, evaluated using an oscillometric method*, *Forcada, Artery Research*, 17, p 16-32, **2017**.
- [30] H. Nakagawa-Senda and all, *Coffee consumption and the risk of colorectal cancer by anatomical subsite in Japan: results from the HERPACC studies*, *International Journal of Cancer*, 141, p 298-308, **2017**.
- [31] A. Nkondjock, *Coffee consumption and the risk of cancer: an overview*, *Cancer letters*, 277, p 121-125, **2009**.

- [32] J. S. Bonita, M. Mandarano, D. Shuta and J. Vinson, *Coffee and cardiovascular disease: in vitro, cellular, animal, and human studies*, Pharmacological research, 55, p 187-198, **2007**.
- [33] Wu, Jiang-nan and all, *Coffee consumption and risk of coronary heart diseases: a meta-analysis of 21 prospective cohort studies*, International journal of cardiology, 137, p 216-225, **2009**.
- [34] X. Weng, R. Odouli and D.-K. Li, *Maternal caffeine consumption during pregnancy and the risk of miscarriage: a prospective cohort study*, American journal of obstetrics and gynecology, 198, p 279, **2008**.
- [35] R. Zawirska-Wojtasiak and all, *Bioactivity of selected materials for coffee substitute*, PLoS One, 13, **2018**.
- [36] F. O. F. Abou-Zaid, *Evaluation of coffee substitute produced from quinoa*, Asian Research Journal of Current Science, p125-133, **2022**.
- [37] R. Zawirska-Wojtasiak and all, *Chlorogenic acid in raw materials for the production of chicory coffee*, Journal of the Science of Food and Agriculture, 94, p2118-2123, **2014**.
- [38] S. Tahmouzi and all, *Coffee substitutes: A review of the technology, characteristics, application, and future perspective Nematollahi*, Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 23, **2024**.
- [39] J. Švarc-Gajić and all, *Functional coffee substitute prepared from ginger by subcritical water*, The Journal of Supercritical Fluids, 128, p 32-38, **2017**.
- [40] T. Wu and K. R. Cadwallader, *Identification of characterizing aroma components of roasted chicory “coffee” brews*, Journal of agricultural and food chemistry, 67, p 13848-13859, **2019**.

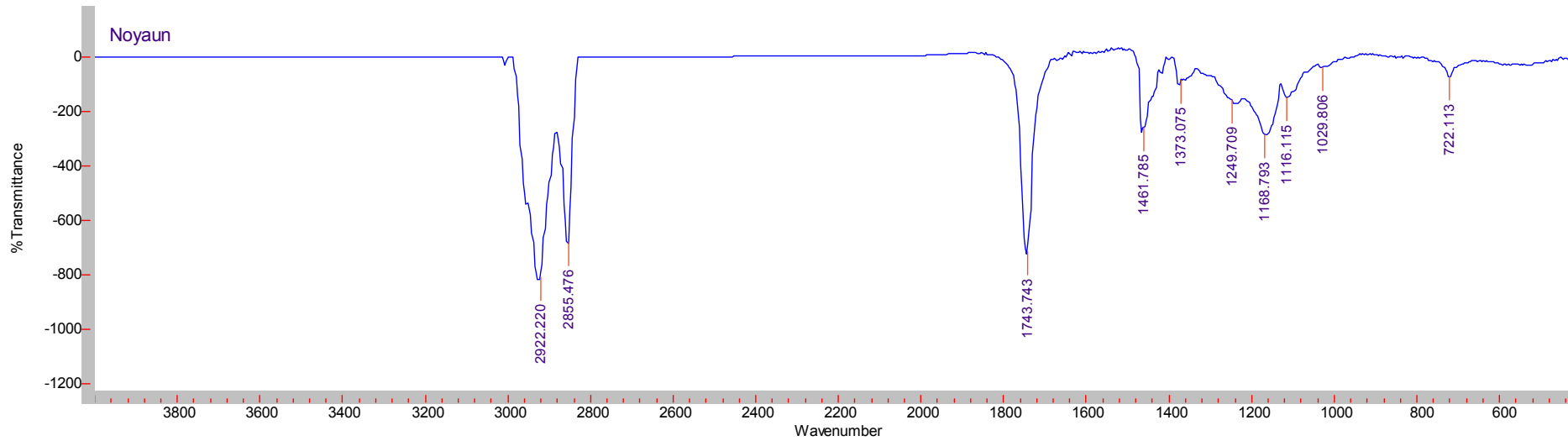
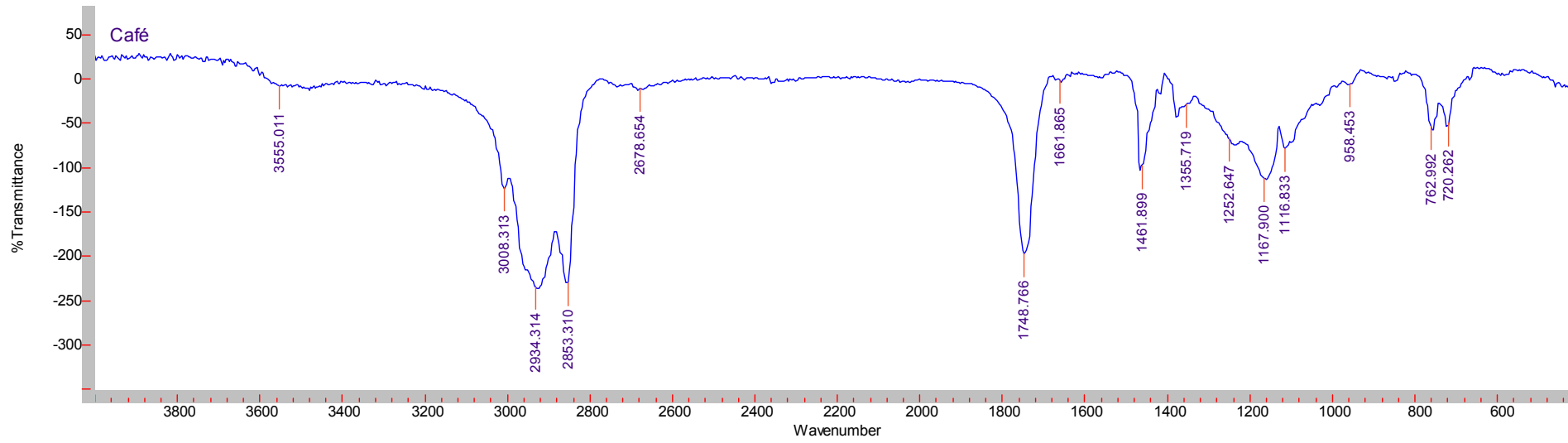
- [41] K. Joesyiana, A. H. Prihastuti and D. Susanti, *The Opportunities and Challenges Analysis of the Coffee Shop Business during the Covid Pandemic 19 in Pekanbaru (JUPE)*, 10, p 1-8, **2022**.
- [42] M. M. Mostafa, E. Ali, M. Gamal and M. A. Farag, *How do coffee substitutes compare to coffee? A comprehensive review of its quality characteristics, sensory characters, phytochemicals, health benefits and safety*, Food Bioscience, 43, p 101290, **2021**.
- [43] A. Aldhaheri, G. Alhadrami, N. Aboalnaga, I. Wasfi and M. Elridi, *Chemical composition of date pits and reproductive hormonal status of rats fed date pits*, Food chemistry, 86, p 93-97, **and 2004**.
- [44] C. T. Chao and R. R. Krueger, *The date palm (Phoenix dactylifera L.): overview of biology, uses, and cultivation*, HortScience, 42, p 1077-1082, **2007**.
- [45] A. El Hadrami and J. M. Al-Khayri, *Socioeconomic and traditional importance of date palm*, Emirates Journal of food and Agriculture, 24, p 371, **2012**.
- [46] M. Al-Khalili, N. Al-Habsi and M. S. Rahman, *Applications of date pits in foods to enhance their functionality and quality*, Frontiers in Sustainable Food Systems, 6, p 1101043, **2023**.
- [47] C. Platat, H. M. Habib, W. H. Ibrahim, I. B. Hashim and A. K. Eldin, *Date seed powder-containing bread exhibits higher levels of flavonoids and antioxidant capacity compared to regular and whole wheat bread*, Wiley Online Library, **2013**.
- [48] M. Z. Hossain, M. I. Waly, V. Singh, V. Sequeira and M. S. Rahman, *Chemical composition of date-pits and its potential for developing value-added product*, Polish journal of food and nutrition sciences, 64, **2014**.
- [49] S. Selim and all, *Pits of date palm: Bioactive composition, antibacterial activity and antimutagenicity potentials*, Agronomy, 12, p 54, **2021**.

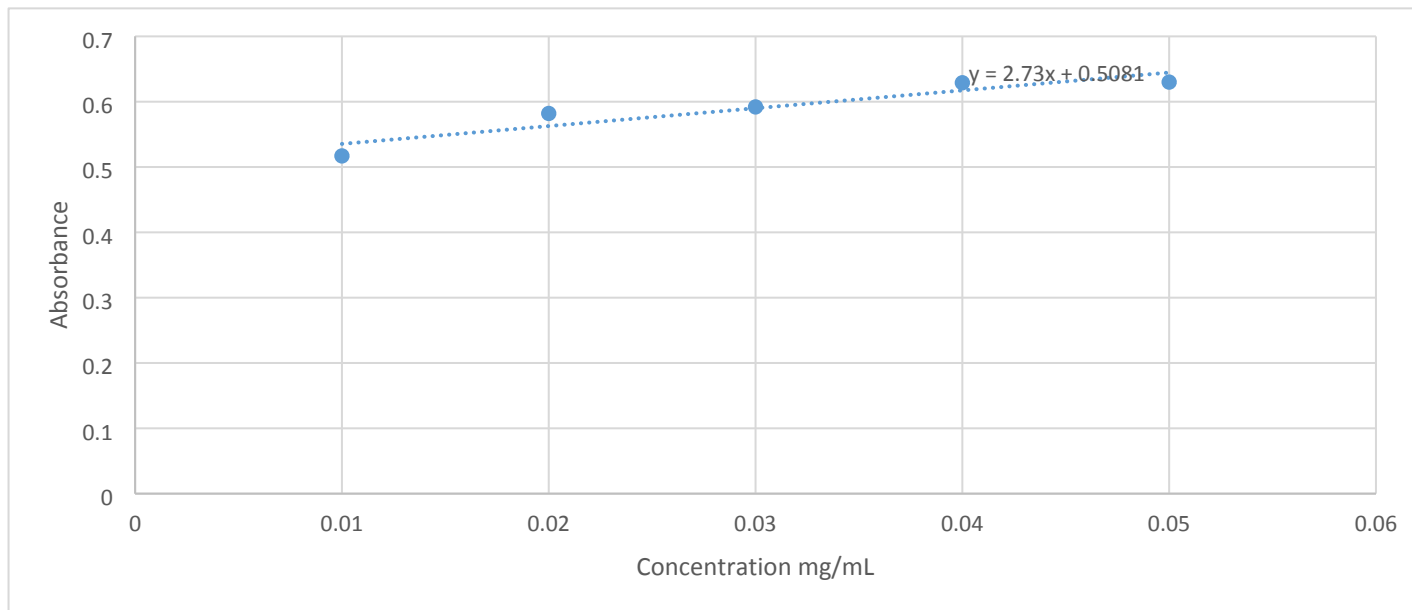
- [50] E. B. Saafi and all, *Common date palm in Tunisia: chemical composition of pulp and pits*, International journal of food science & technology, 43, p 2033-2037, **2008**.
- [51] M. Al-Farsi and all, *Compositional and functional characteristics of dates, syrups, and their by-products*, Food chemistry, 104, p 943-947, **2007**.
- [53] A. Nehlig, *Effets physiologiques du café et santé humaine. Une revue*, Cahiers Agricultures, 21, 197-207, **2012**.
- [54] L. Mebirouk-Boudechiche, M. Cherif, L. Boudechiche and F. Sammar, *Teneurs en composés primaires et secondaires des feuilles d'arbustes fourragers de la région humide d'Algérie* Revue Méd. Vét, 165, 344-352, **2014**.
- [55] G. Noumi, and all, *Effets du séchage sur le rendement et la qualité de l'huile extraite de la pulpe de safou*, Tropicultura, 29, 138-142, **2011**.
- [56] İ. Gulcin and S. H. Alwasel, *DPPH radical scavenging assay*, Processes, 11, 2248, **2023**.
- [57] A. Gohari, H. Hajimehdipoor, S. Saeidnia, Y. Ajani and A. Hadjiakhoondi, *Antioxidant activity of some medicinal species using FRAP assay*, **2011**.
- [58] W. C. Evans, *Trease and Evans' pharmacognosy*, Elsevier Health Sciences, p 133, **2009**.
- [59] M. M. Ahmed and M. Kadri, *Estimation of Total Phenols and Flavonoids in Extracts of Chenopodium Quinoa* 6,p 45-49, **2022** .
- [60] S. Krist, *Vegetable fats and oils*, p 832, **2020**.
- [61] Y. Velioglu, G. Mazza, L. Gao and B. Oomah, *Journal of agricultural and food chemistry*, 46, 4113-4117, **1998**.
- [61] M. Pérez, I. Dominguez-López and R. M. Lamuela-Raventós, *The chemistry behind the folin-ciocalteu method for the estimation of (poly) phenol content in food*, Journal of agricultural and food chemistry, 71, p 17543-17553, **2023**.
- [62] H. H. HAMADOU and all, *Criblage phytochimique et dosage des polyphénols du Detarium microcarpum Guill. et Perr. utilisé dans le traitement des maladies parasitaires au Niger Afrique science*, 14,p 390, **2018**.
- [63] M. T. B. MOUSSA, R. A. CHERIF and all, *Dosage des composés phénoliques et détermination de l'activité antioxydante des extraits méthanoliques de Brocchia cinerea VIS de l'Algérie (Sud-Est)*, **2022**.
- [64] M. BOUKOUADA, *Phytochemical study of date seeds lipids of three fruits (Phoenix dactylifera L) produced in Ouargla region* **2009**.

[65] M. Oyaizu, *Studies on products of browning reaction antioxidative activities of products of browning reaction prepared from glucosamine, The Japanese journal of nutrition and dietetics*, 44,p 307-315, **1986**.

Annexe

Annexe 1 Résultats d'analyse IR des extraits cyclohexaniques





Annexe 2 Courbe d'étalonnage

ملخص

يهدف هذا العمل إلى مقارنة الخصائص الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية للقهوة مع بديل طبيعي مصنوع من نوى التمر. القهوة معروفة باحتوائها على الكافيين والمركبات الفينولية، بينما يتميز نوى التمر بخلوه من الكافيين واحتوائه العالي على الألياف والمركبات النشطة بيولوجيًا. تم استخدام مذيبات مختلفة لاستخلاص المركبات حسب قطبيتها. أظهرت النتائج أن مستخلصات نوى التمر تحتوي على نسبة أعلى من المركبات الفينولية مقارنة بالقهوة. كما بين اختبار DPPH أن لنوى التمر قدرة مضادة للأكسدة أكبر من القهوة، حيث سجلت قيمة IC_{50} أقل. إلى جانب فوائده الصحية، يُعد استغلال نوى التمر خيارًا بيئيًا واقتصاديًا واعدًا، إذ يساهم في تقليل النفايات الزراعية وإنتاج مشروبات طبيعية ذات قيمة غذائية عالية. يفتح هذا البحث المجال لدراسات مستقبلية لاستكشاف خصائص بيولوجية إضافية وتطوير منتجات غذائية وظيفية قائمة على نوى التمر.

الكلمات المفتاحية: نوى التمر، القهوة، البوليفينولات، النشاط المضاد للأكسدة، تهمين المخلفات الزراعية

Abstract

This study aimed to compare the physicochemical and biological properties of coffee with those of a natural substitute derived from date seeds. Coffee is well known for its high caffeine and phenolic content, while date seeds, naturally caffeine-free, are rich in dietary fiber and polyphenols. Different solvents were used to extract bioactive compounds based on their polarity. The results showed that date seed extracts contained higher levels of phenolic compounds than coffee. Antioxidant activity assessed using the DPPH method revealed a lower IC_{50} for date seeds, indicating stronger antioxidant potential. Beyond their nutritional benefits, the valorization of date seeds represents an ecological and socio-economic opportunity by reducing agricultural waste and developing a healthy, sustainable product. This work paves the way for future research into additional biological activities (such as anti-inflammatory and antimicrobial effects) and the functional food development based on date seed derivatives.

Keywords: Date seeds, Coffee, Polyphenols, Antioxidant activity, Food waste valorization.

Résumé

Ce travail vise à comparer les propriétés physicochimiques et biologiques du café avec celles d'un substitut naturel obtenu à partir des noyaux de dattes. Le café est reconnu pour sa richesse en caféine et en composés phénoliques, tandis que les noyaux de dattes, dépourvus de caféine, présentent une composition riche en fibres et polyphénols. Divers solvants ont été utilisés pour extraire les composés bioactifs selon leur polarité. Les résultats montrent que les extraits des noyaux de dattes contiennent une quantité plus élevée de composés phénoliques que le café. L'activité antioxydante, évaluée par la méthode DPPH, a confirmé cette tendance avec une IC_{50} plus faible pour les noyaux, indiquant un pouvoir antioxydant plus important. Au-delà de ses bénéfices pour la santé, la valorisation des noyaux de dattes représente une opportunité environnementale et économique, permettant la réduction des déchets agricoles tout en créant un produit fonctionnel, sain et durable. Ce travail ouvre la voie à de futures études sur d'autres activités biologiques (anti-inflammatoires, antimicrobiennes) et à une exploitation agroalimentaire innovante de ce sous-produit.

Mots-clés: Noyaux de dattes, Café, Polyphénol, Activité antioxydant, Valorisation agroalimentaire