

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE AKLI MOUHAND OU LHADJ BOUIRA
FACULTE SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE ET SCIENCES DE LA TERRE DEPARTEMENT
AGRONOMIE



Réf : /UAMOB/FSNVST/DB/23

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES
EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME MASTER

Domaine : SNV

Filière : Science Alimentaire

Spécialité : Technologie Agro-alimentaire et Contrôle de Qualité

FACI Amel & HAFSI Thoria

Thème

**Analyse physico- chimique et évaluation des activités
biologiques de pépin de raisin variété
Redglobe et formulation d'une poudre de café additionnée du
pépin.**

Soutenu le :27/06/2024.

Devant le jury composé de :

Nom et Prénom

Grade

Mme CHEKROUN .M

MCB

Univ. de Bouira

Président

Mme TAOUDIAT.A

MCB

Univ. de Bouira

Examinatrice

Mme ZEGANE.O

MAA

Univ. de Bouira

Promotrice

Année Universitaire : 2023/2024

Remerciements

Remerciements

Nous tenons à exprimer notre profonde gratitude tout d'abord à dieu de nous avoir donné courage, volonté, santé et force pour réaliser ce travail.

Nous remercions vivement MM. ZEGANE.O D'avoir accepté de nous encadrer ainsi que pour tous ses conseils, son suivi et sa disponibilité.

Nos remerciements sont également adressés à Mme CHEKROUN .M qui a généreusement accepté de présider le jury de notre soutenance et à Mme TAOUDIATÉ.N d'avoir accepté l'examen de ce travail et sa mise en valeur. Nous remercions Mme AIT MIMOUNE pour ses efforts et pour avoir généreusement consacré de son temps afin de nous aider dans la réalisation de cette thèse.

Nous remercions également l'ensemble des enseignants qui ont veillé à notre formation durant notre parcours Universitaire.

Enfin, nos remerciements s'adressent à toutes les personnes qui ont participé, de près ou de loin, à la réalisation de ce travail.

Dédicace

Dédicace

Je dédie ce mémoire

Ames chers parents ma mère et mon père pour leur patience, leur amour, leur soutien et leurs encouragements.

Ames frères « Rodouane, Bilal, Ismail » à ma chère sœur Sara

A ma chère compagne Soraya pour sa confiance et sa loyauté envers sa sincérité et son bon traitement.

A mes amis khaoula, Imane et surtout Sara hadj al ; pour qu'elle nous ait aidés dans ce mémoire

Merci !

AMEL

Dédicace

*A ma mère, à mon père, merci pour vos sacrifices et vos encouragements,
que Dieu vous protège et vous accorde santé,
bonheur et longue vie.*

A mes très chers frères et mes adorables sœurs

A ma chère compagne Amel

A mes chers amis

Merci !

Soraya

Liste des tableaux

Liste des tableaux

Tableau I: Caractéristiques physiques des pépins de raisin.....	8
Tableau II : Composition biochimique des pépins en pourcentage.....	9
Tableau III : Valeurs nutritionnelles moyennes pour 100 g de la poudre de pépin de raisin.....	10
Tableau IV: Composition chimique des grains de café vert et torréfié (en %).....	21
Tableau V : Matrice de corrélation des résultats des quatre poudres.....	52
Tableau VI : Activité antibactérienne (zone d'inhibition en mm) des différents extraits hydro-alcooliques testés.....	54

Liste des figures

Liste des figures

Figure 01 : Baie de raisin.....	3
Figure 02 : Schéma d'une baie de raisin.....	5
Figure 03 : Coupe longitudinale de gaine de raisin.....	6
Figure 04 : Représentation schématique d'un pépin de raisin, A face ventrale, B phase dorsale.....	7
Figure 05 : Représentation schématique d'une coupe de pépin de raisin à maturité A coupe longitudinale, B coupe transversale.....	8
Figure 06 : Structure chimique d'un polyphénol.....	12
Figure 07 : Structure de base des flavonoïdes.....	13
Figure 08 : Structure de base des tanins.....	14
Figure 09 : Classification des composés phénoliques.....	15
Figure 10 : Café arabica.....	18
Figure 11 : Site échantillonnage.....	23
Figure 12 : Etapes des préparations de la poudre de pépin de raisin.....	24
Figure 13 : Etapes de préparation de l'extrait de poudre de pépin.....	26
Figure 14 : pH de poudre de pépin de raisin.....	26
Figure 15 : Acidité de la poudre de pépin de raisin.....	27
Figure 16 : Détermination de la matière minérale. A : échantillon B : Four à moufle ; C : Echantillon incinéré.....	28
Figure 17 : Dosage des polyphénols.....	30
Figure 18 : Dosage des flavonoïdes.....	30
Figure 19 : Test de DPPH°.....	31
Figure 20 : Solution ABTS°.....	33

Figure 21 : Test de Pouvoir réducteur	34
Figure 22 : Etapes de manipulation de l'activité antibactérienne.....	36
Figure 23 : pH des quatre échantillons.....	38
Figure 24 : Taux d'humidité des quatre échantillons.....	39
Figure 25 : Tenure en cendre des quatre échantillons.....	41
Figure 26 : Dosage des polyphénols totaux des quatre échantillons.....	42
Figure 27 : Dosage des flavonoïdes des quatre échantillons.....	45
Figure 28 : Activité de piégeage du radical DPPH°	47
Figure 29 : Activité de piégeage du radical ABTS°	48
Figure 30 : Pouvoir réducteur des extraits des quatre échantillons.....	50

Liste des abréviations

Liste des abréviations

- **EAA** : équivalente acide ascorbique.
- **EAG** : équivalente acide gallique.
- **EQ** : équivalente quercitine.
- **ERO** : Espèces Réactives de l'oxygène.
- **H%** : Taux d'humidité.
- **HDL** : High-Density Lipoprotein.
- **LDL** : Low-Density Lipoprotein.
- **M** : mol.
- **m³** : mètre cube.
- **Mha** : million d'hectares.
- **nm** : nanomètre.
- **OPC** : Oligomères Proanthocyanidiques.
- **Tr** : Toure.
- **UV-visible** : Domene ultraviolet-visible.

Table des matières

Table des matières :

Remerciements

Dédicace

Liste des tableaux

Liste des figures

Sommaire

Introduction1

Partie I : Synthèse bibliographique

CHAPITER I : Généralités sur le raisin.

I. Généralité.....	3
I.1. Raisin de variété Red globe.....	3
I.1.1. Origine.....	3
I.1.2. Description de baie de raisin.....	4
I.2. Situation socioéconomique du raisin.....	5
I.3. Le pépin de raisin	5
I.3.1. Morphologie et microstructure des pépins de raisin.....	6
I.3.2. Propriétés physique des pepins.....	8
I.3.3. Composition biochimique.....	9
I.4. Les valeurs nutritionnelles de la poudre de pépin de raisin.....	10
I.5. Antioxydants.....	10
I.5.1. Antioxydants endogènes.....	11
I.5.2. Antioxydants exogènes.....	11
I.6. Mécanisme d'action des radicaux libres.....	11
I.7. Les composés phénoliques de bais de raisin.....	11

I.7.1. Polyphenol.....	12
I.7.2. Acides phénoliques.....	12
I.7.3. Flavonoïdes.....	13
I.7.4. Tanins.....	13
I.7.5. Anthocyanidines.....	14
I.8. Classification des composés phénolique.....	14
I.9. Rôles et intérêts des composés phénoliques.....	15
I.10. Propriétés thérapeutiques des antioxydantes des pépins de raisin.....	15

CHAPITER II : généralités sur le café

II.1. Généralité sur le café.....	17
II.2. Définition de café arabica.....	17
II.3. Composition du café.....	18
II.4. Principaux pays producteurs du café.....	18
II.5. Principaux payes consommateurs du café.....	18
II.6. Intérêt thérapeutique du café.....	19
II.7. Effet de café sur le consommateur.....	19
II.8. Effets technologiques de torréfaction sur le café.....	19

Partie II : Expérimentale

CHAPITRE I : Matériel et méthodes

I. Echantillonnage et traitement des échantillons.....	23
I.1. Site échantillonnage.....	23
I.2. Traitement des échantillons.....	24
II. Méthode d'analyses.....	25

II.1. Analyse physico-chimique.....	25
II.1.1 Démentions physique de graine.....	25
II.1.2. Préparation de l'extrait.....	25
II.1.3. Détermination du pH.....	26
II.1.4. Détermination du l'humidité.....	26
II.1.5. Détermination du l'acidité titrable.....	27
II.1.6. Détermination du la teneur en cendre.....	28
II.2. Dosage des antioxydants.....	29
II.2.1. Dosage des polyphénols totaux.....	29
II.2.2. Dosage des flavonoïdes.....	30
II.3. Evaluation des activités antioxydantes.....	31
II.3.1. Détermination du l'activité antiradicalaire par la méthode de DPPH°	31
II.3.2. Détermination du l'activité antiradicalaire contre le radicale ABTS°	32
II.3.3. Le pouvoir réducteur.....	33
III. L'activité antibactérienne.....	34
IV. L'analyse statistique et corrélation.....	37

CHAPITRE II : Résultats et discussion

II.1. Caractéristique physico-chimique.....	38
II.1.1. pH.....	38
II.1.2. Humidité.....	39
II.1.3. Acidité titrable.....	40
II.1.4. Teneur en cendre.....	41
II.2. Dosage des antuoxydants.....	42

II.2.1. Polyphénol.....	42
II.2.2. Flavonoïdes.....	44
II.2.3. DPPH°	46
II.2.4. ABTS°	48
II.2.5. Pouvoir réducteur.....	50
II.3. Corrélation.....	52
II.4. Activité antibactérienne.....	54
Conclusion.....	56
Références bibliographiques	
Annexe	
Résumé	

Introduction

Introduction :

Le raisin est l'un des fruits les plus consommés au monde. Dans l'Europe ancienne, les feuilles et la sève des plants de raisin utilisées dans les remèdes traditionnels depuis des siècles. En plus d'être une source importante de vitamines et de fibres, les pellicule et les pépins de raisin sont riches en polyphénols, notamment en proanthocyanidines, qui peuvent être utilisés comme ingrédient fonctionnel pour traiter divers problèmes de santé en stimulant les processus biologiques naturels de l'organisme. Les pépins de raisin, un sous-produit des vignobles, sont facilement disponibles (**Gupta et al., 2020**). De nombreuses études ont prouvé que l'extrait de pépins de raisin, riche en composés phénoliques (acides phénoliques, flavonoïdes, tanins, etc.) aux propriétés antioxydantes (**Harbeoui, 2019**), notamment en proanthocyanidines, apporte des bénéfices contre de nombreuses maladies telles que les infections, les maladies cardiovasculaires, l'hypertension artérielle, le diabète, le cancer, les ulcères gastroduodénaux, les infections microbiennes et autres. Par conséquent, en plus d'être utilisé comme nutriment ou comme cosmétique, il a le potentiel de remplacer ou de compléter les médicaments existants dans le traitement des maladies en développant de nouvelles formulations pharmaceutiques pour un avenir prometteur (**Gupta et al., 2020**).

Ces pépins font l'objet de nombreuses études en raison de leurs effets anti-inflammatoires, antioxydants et anticancéreux. (**Harbeoui, 2019**) a étudié la composition chimique et l'activité antioxydante des pépins de raisin (*Vitis vinifera* L.), mettant en évidence leurs potentiels bienfaits pour la santé.

Le café joue un rôle important dans la société humaine depuis au moins 1200 ans. Il est composé d'un mélange de composés bioactifs, tels que les polyphénols, l'acide chlorogénique, les proanthocyanidines et la caféine (**Muriel et al., 2010**), ainsi que de nombreux autres composés qui contribuent à ses propriétés sensorielles, notamment le goût, la couleur et la saveur, qui se développent principalement lors de la torréfaction (**Nicoli et al., 1997 ; Brezova et al., 2009**). De nombreuses études ont mis en évidence les effets bénéfiques du café sur la santé à court et à long terme grâce à ses divers constituants bioactifs. Il a également été démontré que la consommation de café est associée à une réduction des risques de maladies coronariennes, de diabète de type 2, de Parkinson, d'Alzheimer et de certains cancers (**Stalmach et al., 2010**).

Le café est riche en antioxydants, qui sont activés lors de la torréfaction. Cependant, il est important de contrôler le processus de torréfaction, car une torréfaction inadéquate peut détruire ces antioxydants. Une torréfaction légère à moyenne est recommandée.

L'objectif de notre étude porte sur deux types de poudre : la poudre de pépins de raisin et la poudre de café, ce travail se divise en deux parties : une partie théorique et une partie expérimentale. La partie théorique comprend deux chapitres. Le premier chapitre aborde une généralité sur le raisin, les pépins de raisin et leurs antioxydants. Le deuxième chapitre est consacré au café.

Partie I

Synthèse bibliographique

Chapitre I

Généralités sur le raisin

Chapitre I : Généralités sur le raisin.

I. Généralité :

La vigne, plante fruitière à graines, se distingue par sa nature ligneuse et sa capacité à grimper grâce à ses vrilles. Elle est classée parmi les dicotylédones, appartenant à l'ordre des vitales et à la famille des Vitacées ou Ampélidacées. Les Vitacées, groupe de phanérogames comprenant environ 1100 espèces, sont largement répandues dans les régions intertropicales, où 80% d'entre elles sont concentrées (**Reynier, 2007**). Comme toute plante, la vigne développe un système racinaire qui s'étend dans le sol et le sous-sol pendant toute sa durée de vie, ainsi qu'un système aérien. Ce dernier se compose d'un tronc se ramifiant en bras portant des branches de taille variable, pouvant être longues (lattes, asters, arçons) ou courtes (coursons, cos). Ces branches, appelées sarments, portent des yeux, c'est-à-dire des groupes de bourgeons d'où émergeront des rameaux, qu'ils soient feuillus ou porteurs de fruits (**Boussadia et al., 2022**).

I.1. Le raisin de variété *Red globe* :

I.1.1. L'origine :

Le raisin, une baie classée parmi les fruits charnus à pépins, se présente sous forme de grappes composées de deux parties distinctes : la rafle, qui forme la structure principale, et les baies de raisin, les fruits proprement dits. Chaque baie est composée de trois éléments : la pellicule, la pulpe et les pépins. En règle générale, la rafle représente entre 3 et 6% du poids total de la grappe mûre, tandis que les baies en constituent entre 94 et 97%. La pulpe représente 75 à 85% du poids des baies, les pellicules entre 15 et 20%, et les pépins de 3 à 6% (**Cabanis et al., 1998**).



Figure 01: La baie de raisin (**Kechar, 2016**).

I.1.2. Description de baie de raisin :

Les baies sont des raisins à une peau épaisse et ferme, de couleur rouge violacé, et une pulpe charnue. Ce cépage est très résistant, notamment aux maladies et aux conditions climatiques difficiles. Il est également très sensible à l'ensoleillement, nécessitant une attention particulière pour éviter la brûlure des grappes exposées au soleil.

Concernant la structure de la baie, elle se compose de trois parties principales : la pellicule, la pulpe et les pépins. Leur taille peut varier entre 8 et 24 mm, et leur forme est variable selon les différentes espèces (**Kechar, 2016**).

➤ **La pellicule :**

La pellicule de la baie revêt une grande importance car elle renferme les arômes, les tanins et donne de la couleur au produits de transformation telle que jus.... Elle est constituée de plusieurs couches de cellules spécialisées. En surface, on trouve la cuticule recouverte d'une fine couche appelée pruine, qui attire les levures naturelles transportées par le vent. Ces levures sont piégées par la pruine. Just en dessous se situent l'épiderme (la couche superficielle) et l'hypoderme (la couche plus profonde), où sont concentrés les polyphénols tels que les tanins et les anthocyanes, ainsi que les arômes. Le foulage et la macération favorisent le transfert de ces composés dans le jus. La cellulose présente dans la pellicule constitue la majeure partie du dépôt lors du débouillage des vins blancs et du pressurage des vins rouges. Cependant, elle peut poser des problèmes lors de la filtration et du collage en raison de sa nature.

➤ **La pulpe :**

La pulpe constitue entre 85 et 90% du poids de la baie. Elle est principalement composée d'eau, de sucres et d'acides organiques. Ce sont les sucres présents dans la pulpe qui sont convertis en alcool par les levures lors de la fermentation. Les raisins destinés à la vinification ont généralement moins de pulpe que les raisins de table, ce qui se traduit par un diamètre plus petit. Par exemple, un raisin de cuve de Cabernet Sauvignon peut avoir un diamètre de 7 à 10 mm, tandis qu'un raisin de table plus gros, comme l'Italia, peut mesurer entre 20 et 28 mm.

➤ **Les pépins :**

Il devrait y avoir 4 comprimés, mais on trouve souvent 3 ou 2 comprimés. Ils sont situés au centre de la baie, baignés de pâte à papier et alimentés par des brosses, dérivées de poutres conductrices.

Les graines contiennent de l'eau, des tanins, des huiles et de la cellulose (**Anonyme, 2024**).

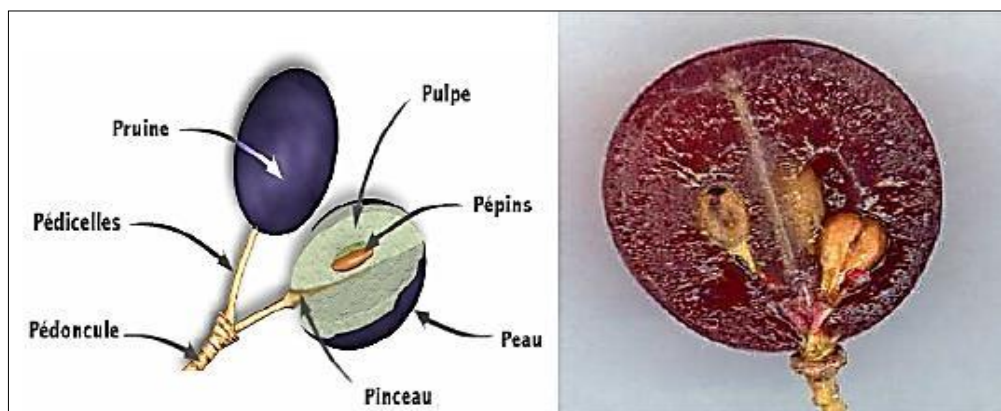


Figure 02: Schéma d'une baie de raisin (**GUEHAME et al., 2016**).

I.2. Situation socio-économique du raisin :

Le raisin est une culture mondiale majeure, avec une production de 68 millions de tonnes en 2010 (**Faostat, 2012**). Les principaux pays producteurs de raisins sont l'Italie, la France, l'Espagne et les Etats-Unis. Les raisins sont utilisés à 80% pour la production de vin (**Kammerer et al., 2004**), les 20% restant sont principalement consommés en tant que raisin de table (**Bail et a., 2008**).

Les résidus de raisin engendrés par le pressurage sont appelés marcs de raisin et se composent en général de 3% de rafles, de 70 à 80% de pellicules et de résidus de pulpes et de 15 à 25% de pépins. Si le marc représente un déchet pour l'industrie viticole, il est considéré actuellement comme un coproduit de cette production » (**Schieber et al., 2001**). Depuis que les propriétés antioxydants des composés phénoliques contenus dans le marc ont été mises en évidence, un nombre croissant d'études a porté sur l'extraction et la purification de ces composés, ainsi que sur leur pouvoir nutritionnel (**Bucić-Kojić et al., 2007 ; Gollucke et al., 2012**).

I.3. Le pépin de raisin :

La graine, issue de la fécondation de l'ovule, est composée de trois éléments essentiels: l'embryon, qui évoluera en plantule, l'albumen, qui assure les réserves nécessaires à la croissance de l'embryon, et le tégument, qui le protège ainsi que l'albumen. Dans une graine mature, ou pépin, l'embryon renferme déjà une racine en germe et deux feuilles embryonnaires, appelées cotylédons. Habituellement au nombre de quatre par baie, le

nombre de pépins peut varier si tous les ovules ne sont pas fécondés. Parfois, les raisins ne contiennent aucun pépin, on les qualifie alors d'apyrènes (**Kasraoui, 2011**).

I.3.1. Morphologie et microstructure des pépins :

- **Forme** : La morphologie des pépins est distinctive. Leur face ventrale comporte deux dépressions distinctes, séparées par une arête parcourue d'un cordon, le raphé, qui encercle la graine. Sur le plan transversal, leur forme est trigone.
- **Structure** : Le pépin est composé d'une cuticule, d'un épiderme et de trois couches d'enveloppes qui entourent l'albumen et l'embryon.
 - L'enveloppe externe est constituée de parenchyme et est relativement souple. Les cellules qui la composent renferment de l'amidon, des raphides d'oxalate de calcium et des tanins.
 - L'enveloppe moyenne est composée de deux couches de cellules fortement lignifiées, ce qui confère sa rigidité au pépin. Elle contient également des tanins.
 - L'enveloppe interne est formée de trois couches de cellules plus souples, capables de se dilater.
 - Les tanins présents dans les enveloppes représentent environ 7 à 8% du poids total des pépins.
 - L'albumen est constitué de cellules polygonales renfermant de l'aleurone et de l'huile.
 - L'embryon est doté de deux cotylédons charnus et blanchâtres, avec des nervures rudimentaires, situés au sommet de l'hypocotyle. Entre eux se trouve la gemmule, réduite à une petite masse d'environ cent à deux cent cellules (**Kechar, 2016**).

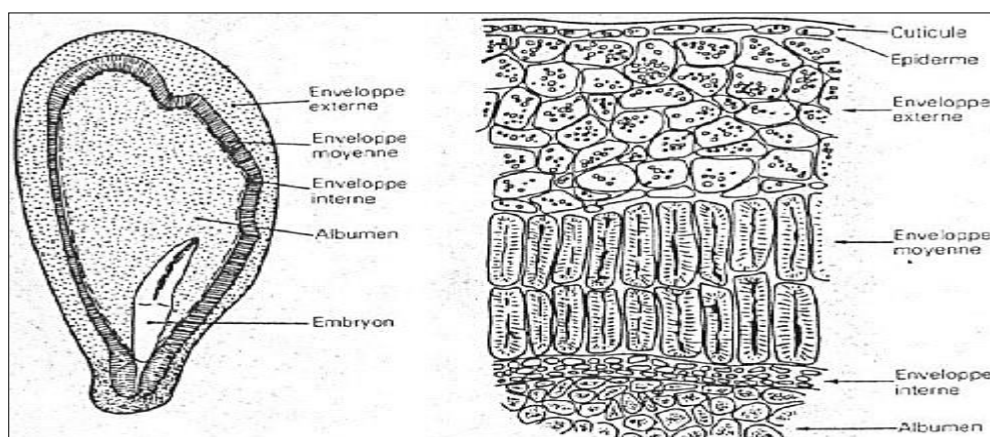


Figure 03: Coupe longitudinale dans une gaine de raisin (**Reynier, 1991**).

Selon la Figure N°3, qui démontre une coupe médiane d'une graine de raisin, celle-ci est composée de :

Les téguments séminaux sont constitués de plusieurs couches de cellules présentant une architecture différente, jouant un rôle protecteur.

- **L'albumen**, de couleur blanche nacré, occupe la plus grande partie de la graine et sert de réserve sous forme de grains d'aleurone, une substance protéique.
- **L'embryon**, localisé dans la région micropylaire, comprend les principaux territoires cellulaires : la zone radriculaire prolongée par le suspenseur, suivie de l'hypocotyle, puis du point végétatif très rudimentaire, serré dans un petit sillon et formé à la base des deux cotylédons (**Oubellil, 2013**).

D'un point de vue morphologique, la forme générale du pépin peut être analogiquement comparée à un "cœur", comportant à sa base un "bec" connu sous le nom de bec micropylaire. Il présente deux faces distinctes : une face ventrale et une face dorsale. Sur la face ventrale, une ligne médiane longitudinale, correspondant au raphé, est clairement visible. De chaque côté du raphé, les flancs du pépin s'enfoncent pour former deux fossettes symétriques. Sur la face dorsale, un prolongement court du raphé mène à un petit mamelon appelé chalaze. La forme de la chalaze, généralement située au tiers supérieur du pépin chez *Vitis vinifera*, ainsi que la longueur du raphé, sont des caractéristiques distinctives des différents cépages (**Rousserie, 2019**).

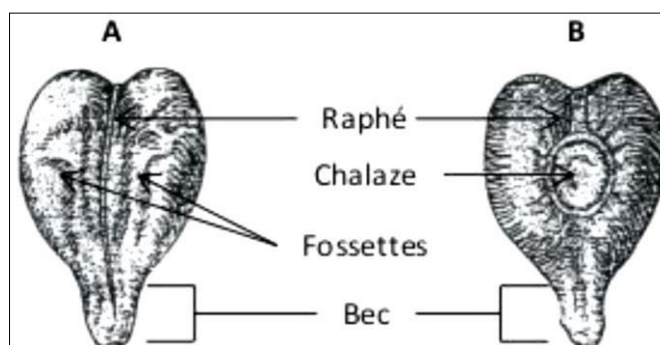


Figure 04: Représentation schématique d'un pépin de raisin, A face ventrale, B phase dorsale. (**Ristic et al., 2005**).

Structurellement, le pépin est segmenté en trois parties : les téguments, l'albumen et l'embryon. Les téguments constituent la couche externe du pépin et assurent principalement une fonction protectrice. On distingue deux types de téguments : le tégument externe et le tégument interne (**Rousserie, 2019**).

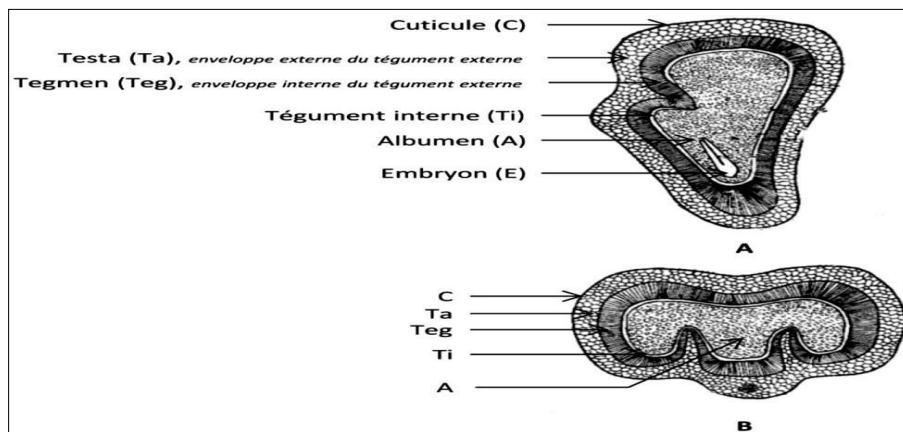


Figure 05: Représentation schématique d'une coupe de pépin de raisin à maturité A coupe longitudinale, B coupe transversale (**P. Pacottet, 2012**).

I.3.2. Propriétés physiques des pépins :

Le tableau ci-dessous présente les propriétés physiques des pépins de raisin.

Tableau I : Caractéristiques physiques des pépins de raisins. (**Juillet, 1985**).

Caractéristique physiques	Pépins de raisins
Constitution de la graine en amande	25 à 30%
Constitution de la graine en enveloppes	60 à 75%
Poids de 100graines	4 g
Masse volumique	446 à 558 kg/m ³
Longueur	4.5 à 7 mm
Largeur	3 à 5 mm
Epaisseur	2 à 3.5 mm
Angle d'inclinaison naturel	37 gradients

Les pépins de raisin présentent des caractéristiques physiques spécifiques, à savoir : une proportion d'amande comprise entre 25 et 30%, les enveloppes représentant 60 à 70% du poids total de la graine, un poids variant entre 20 et 21 grammes, une masse volumique de 446 à 558 kg/m³, une longueur de 4,5 à 7 mm, une largeur de 3 à 5 mm, une épaisseur de 2 à 3,5 mm, et un angle d'inclinaison naturel de 37 degrés (Yasmine Anissa, 2013).

I.3.3. Composition biochimique :

Tableau II : Composition biochimique des pépins en pourcentage (Cabanis *et al* ; 1998).

Composé	%
Eau	25 – 45
Composés glucidiques	34 – 36
Lipides	8 – 13
Polyphénols (tanins)	4 – 10
Composés azotés	4 - 6,5
Minéraux	2 – 4

A part les polysaccharides qui sont présents dans tous les tissus du pépin, les autres composés ont des localisations tissulaires particulières ; par exemple, les protéines se trouvent uniquement dans l'albumen, tout comme les lipides. L'huile est spécifiquement localisée dans l'albumen des pépins et présente une répartition particulière en acides gras, principalement linoléique, comme indiqué dans le tableau N°: II. (Elmiloud, 2018).

I.4. Les valeurs nutritionnelles de la poudre de pépin de raisin :

Tableau III : Les valeurs nutritionnelles moyennes pour 100g de la poudre de pépin de raisin (Barbara *et al.*, 2020).

Valeur calorifique	1 129 kJ / 273 kcal
Teneur en eau	6,1 g
Matière sèche	93,9 g
Protéine	10,4 g
Matière grasse	4,32 g
Glucides (sans fibres)	20,0 g
Sucre	5,7 g
Fibres	56,6 g
Cendre	2,7 g

I.5. Les antioxydants :

Les antioxydants sont reconnus comme des agents efficaces dans la promotion de la longévité et sont identifiés comme des composés indispensables dans la prévention des maladies dégénératives. Ils agissent comme des agents protecteurs en capturant les radicaux libres, ces derniers sont des composés hautement réactifs qui sont produits quotidiennement par l'organisme. Ces radicaux libres, indispensables à certains processus vitaux (Bartosz, 2003), peuvent devenir néfastes lorsqu'ils sont présents en excès, provoquant des dommages au niveau des protéines, des lipides (Pourrut, 2008) et des acides nucléiques (Favier, 2003), engendrant ainsi un stress oxydatif. Ce stress contribue au vieillissement cellulaire prématuré et au développement de diverses pathologies humaines, telles que les maladies cardiovasculaires, les cancers et l'artériosclérose. Pour prévenir la formation de radicaux libres ou limiter les

dommages oxydatifs qui en résultent, l'organisme dispose de systèmes de défense, à la fois endogènes et exogènes, dont certains sont d'origine nutritionnelle

I.5.1. Antioxydants endogènes :

Il s'agit d'enzymes telles que la superoxyde dismutase, la catalase et la glutathion peroxydase, ainsi que de simples protéines antioxydantes, produites par notre organisme en utilisant certains minéraux. Elles sont présentes en permanence dans notre organisme, mais leur quantité diminue avec l'âge (**Mika *et al.*, 2004**).

I.5.2. Antioxydants exogènes :

Les antioxydants exogènes se trouvent dans notre alimentation, et comprennent des vitamines telles que la vitamine A, C, E, ainsi que des composés phénoliques, notamment les flavonoïdes, et des cofacteurs pour les enzymes impliquées dans les systèmes antioxydants endogènes, tels que le sélénium, le zinc et le manganèse. Ces antioxydants nutritionnels sont essentiels, mais leur efficacité est limitée tant qu'ils ne sont pas régénérés (**Crépin Ibingou Dibala, 2017**).

I.6. Mécanisme d'action des radicaux libres :

Les radicaux libres sont des espèces chimiques dotées d'un électron non apparié sur leurs orbitales externes. Un radical libre réagit spontanément avec d'autres atomes ou molécules pour former un nouveau radical, ce qui provoque des réactions en chaîne interrompues seulement lorsque deux radicaux libres interagissent entre eux. Ces espèces sont très réactives et instables *in vivo*. Ils réagissent également avec divers composés cellulaires tels que les lipides, les protéines et les acides nucléiques, notamment lors de réactions en chaîne comme la peroxydation des lipides, qui est l'exemple le plus connu. Les radicaux libres issus de la réaction monovalente de l'oxygène sont appelés espèces réactives de l'oxygène (ERO) (**Boubali, 2017**).

I.7. Les composés phénoliques :

Les phénols se trouvent abondamment dans le règne végétal, notamment dans des produits tels que les raisins, les pommes, les poires et le thé. Ces composés, qui sont des métabolites secondaires, jouent différents rôles dans les mécanismes de défense des plantes contre les agents pathogènes. Leur action peut être associée à leurs propriétés antimicrobiennes, à leur contribution au renforcement des parois cellulaires, ainsi qu'à leur capacité à moduler et à induire les réponses de défense chez l'hôte (**Clériveret *et al.*, 1996**). De plus, les polyphénols offrent une variété de bienfaits pour la santé en raison de leurs propriétés antioxydantes, antibactériennes, analgésiques et anti-inflammatoires.

Leurs vertus sont largement étudiées dans les domaines de la médecine, de la pharmacologie et de la cosmétologie.

I.7.1. Polyphénol :

Le terme "polyphénol" définit la structure chimique des molécules de cette catégorie : "phénol" indique qu'elles possèdent un cycle aromatique contenant un ou plusieurs groupes hydroxyles, tandis que "poly" signifie qu'elles contiennent plusieurs de ces cycles aromatiques. Dans le raisin, les composés phénoliques se divisent en deux principales familles : les composés non-flavonoïdes et les composés flavonoïdes (Rousserie, 2019).

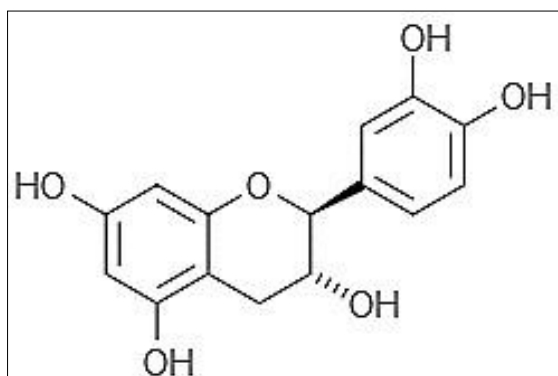


Figure 06: Structure chimique d'un polyphénol (Chira *et al.*, 2008).

Dans le péricarpe de raisin, on retrouve plusieurs familles de polyphénols : les acides phénoliques simples, les flavanols et les formes condensées des polyphénols, tels que les tanins. Ces composés jouent un rôle dans la limitation des échanges gazeux avec l'environnement extérieur et offrent une protection contre les insectes et les champignons. Étant des métabolites secondaires, leur présence et leur distribution dans les pépins dépendent de divers facteurs tels que le lieu et la période de récolte (conditions climatiques), le type de raisin et le stade de maturation des pépins (Belmiloud, 2018).

I.7.2. Acides phénoliques :

Il s'agit de composés organiques qui présentent au minimum une fonction carboxylique et un hydroxyle phénolique. Ils se subdivisent en deux sous-catégories : les dérivés de l'acide hydroxybenzoïque et ceux de l'acide hydroxycinnamique (Ordoudi *et al.*, 2006).

I.7.3. Flavonoïdes :

Les flavonoïdes sont des composés polyphénoliques constitués de 15 atomes de carbone formant une structure C6-C3-C6, c'est-à-dire deux noyaux aromatiques reliés par un pont de trois carbones. Ils sont les composés les plus abondants parmi tous les composés phénoliques. Ces métabolites secondaires jouent divers rôles dans les plantes, notamment dans les processus de défense contre les UV, la pigmentation, la stimulation des nodules de fixation de l'azote et la résistance aux maladies, par exemple (**Chira *et al.*, 2008**).

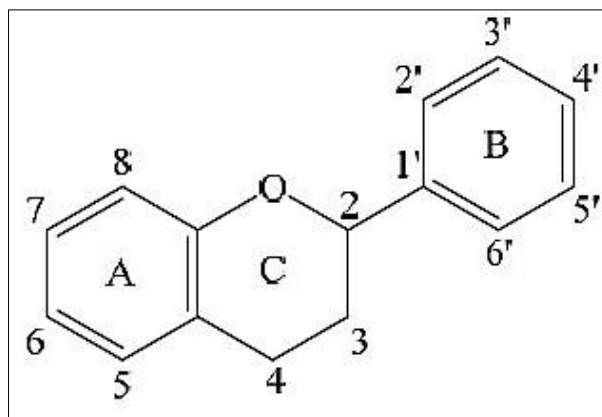


Figure 07: Structure de base des flavonoïdes (**Benchikh, 2015**).

I.7.4. Les tanins :

La définition essentielle du terme "tanin" est la suivante : il s'agit d'une substance d'origine végétale qui confère aux peaux une résistance à la décomposition. En conséquence, les tanins sont des molécules ayant la capacité de former des complexes macromoléculaires stables en se liant à des protéines et des polysaccharides.

Chimiquement, on distingue trois principaux types de tanins, qui se différencient tant par leur structure que par leur source : les tanins hydrolysables, qui incluent les gallotanins et les ellagitanins, les tanins condensés, ainsi que les tanins complexes (**Rousserie, 2019**).

Seuls les pépins les plus externes peuvent être extraits. Les tanins issus des pépins et des pellicules diffèrent de ceux présents dans les fûts de chêne. Ils ont une solubilité dans l'éthanol, qui augmente avec la chaleur. Ils ont également un fort appétit pour l'oxygène. Les tanins ont la capacité de se polymériser entre eux et de se lier à des protéines, des sucres, des acides et des anthocyanes, montrant ainsi une préférence pour l'interaction avec d'autres composés.

Dans les pellicules, les tanins s'accumulent jusqu'à la maturité, puis diminuent par dégradation. En revanche, dans les pépins, la quantité de tanins est plus importante

et ils sont présents avant la véraison. Avec la maturité, les tanins se polymérisent davantage et deviennent moins astringents. Dans les rafles, leur concentration est particulièrement élevée au moment de la véraison, mais ils ne subissent pas une polymérisation significative à ce stade. Les tanins présents dans les rafles sont durs, similaires à ceux des pépins (Anonyme, 2024).

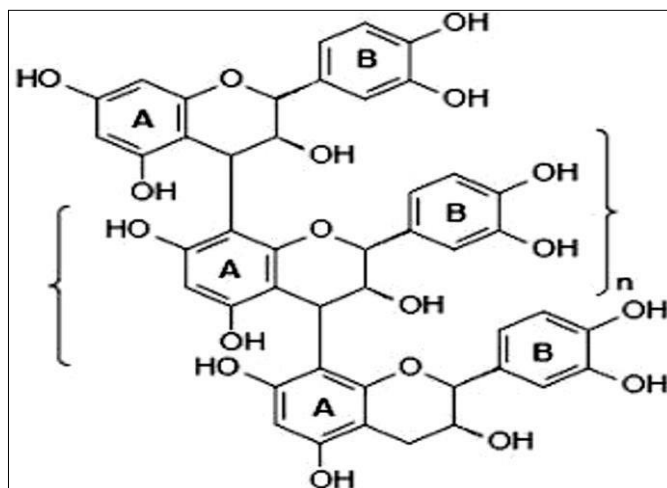


Figure 08: Structure de base des tannins (Benhamama, 2015).

I.7.5. Les anthocyanidines :

Les anthocyanidines sont abondantes dans le règne végétal, surtout sous forme de glycosides. Elles se trouvent principalement dans les pellicules des raisins noirs, conférant des teintes rouges, bleues et violettes qui varient selon le pH. Ces composés sont importants pour protéger les plantes contre les rayons solaires excessifs. Dans la *Vitis vinifera*, elles sont présentes en traces, dominées par la malvidine 3-O-glucoside et ses dérivés acylés. Les anthocyanines dans les raisins se situent généralement entre 500 et 3 000 mg/kg (Chira *et al.*, 2008).

I.8. La classification des composés phénolique :

Affirme que les plantes produisent diverses formes de polyphénols, dont beaucoup ont des propriétés antioxydantes (Hardman, 2014). Les polyphénols se caractérisent par la présence d'un ou plusieurs noyaux aromatiques, ce qui permet de les classer en sous-groupes (Denise *et al.*, 2020).

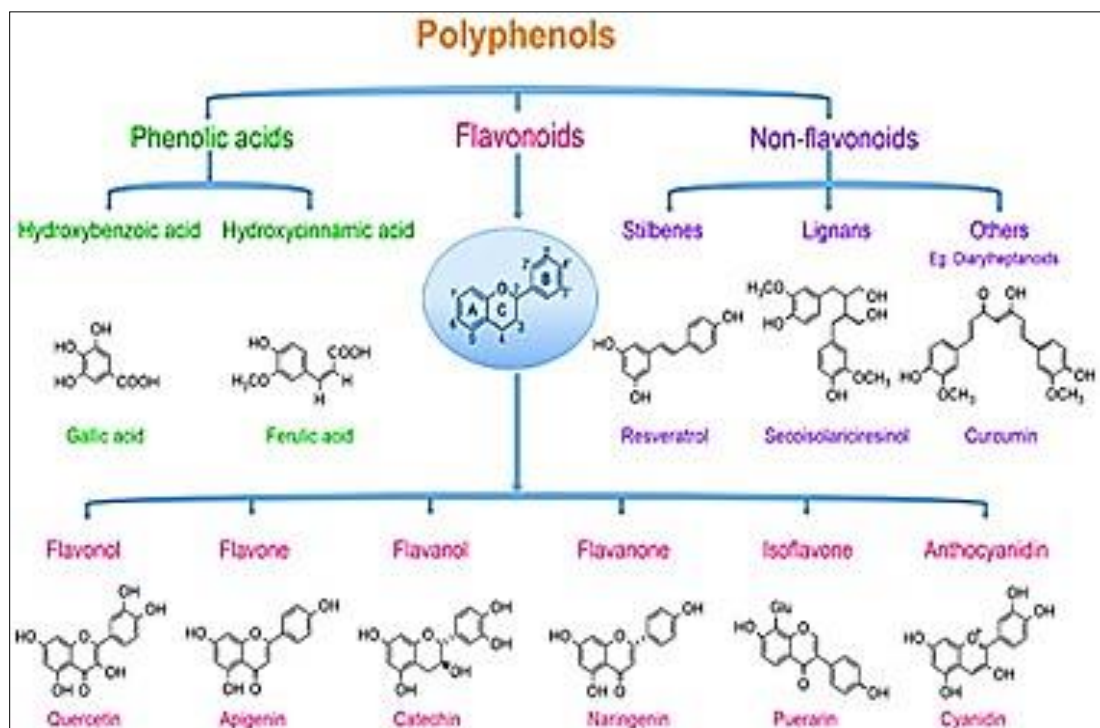


Figure 09: Classification des composés phénolique (Denise *et al.*,2020).

I.9. Rôles et intérêts des composés phénoliques :

D'après des recherches, il a été démontré que les polyphénols offrent une protection contre les accidents cardiovasculaires et les maladies coronariennes. Ces substances naturelles qui présentent une activité antioxydant intéressante sont liées de manière significative à la prévention des maladies inflammatoires et au traitement du cancer.

La nature, la concentration, la vitesse d'absorption dans l'intestin grêle et la dégradation par la flore intestinale déterminent leurs efficacités. Les polyphénols jouent un rôle essentiel en tant qu'antioxydants puissants, lutter contre le vieillissement et prévenir différentes affections chroniques telles que les maladies cardiovasculaires, les troubles neurodégénératifs et les malformations (Labbani, 2022).

I.10. Propriétés thérapeutiques des antioxydantes des pépins de raisin :

Les composés phénoliques du raisin démontrent clairement des propriétés thérapeutiques, en offrant notamment des avantages dans la gestion de pathologies chroniques telles que l'athérosclérose, le diabète, l'hypertension et certains types de cancer. Parmi les mécanismes d'action des composés phénoliques impliqués dans la prévention de ces affections (Derradji-Benmeziane, 2015), on peut citer :

- **Les maladies cardiovasculaires :** Les OPC réduisent les niveaux plasmatiques de LDL et simultanément augmentent ceux de HDL, offrant ainsi une protection contre

l'accumulation de dépôts gras dans les artères. De plus, ces flavonoïdes empêchent l'accumulation des lipides dans les tissus.

- **Le diabète de type 2** : les OPC diminuent la concentration de sucre dans le sang. Une glycémie élevée de façon chronique fragilise la paroi des vaisseaux sanguins, les rendant perméables. Les Oligo-proanthocyanidines sont capables de réparer efficacement les capillaires fragiles, renforçant ainsi leur résistance.
- **L'insuffisance veineuse** : les Oligo-proanthocyanidines extraits des pépins de raisin renforcent l'ensemble du système vasculaire. Ils ont la capacité de se lier au collagène et d'inhiber l'action des enzymes destructrices appelées collagénases.
- **Le cancer de la peau** : Les OPC représentent actuellement les antioxydants les plus puissants contre les radicaux libres. Leur présence est bénéfique pour atténuer les effets nocifs des rayons ultraviolets sur la peau. En les intégrant à votre alimentation quotidienne, vous pouvez protéger les tissus conjonctifs des dommages causés par les radicaux libres.
- **Les maladies d'Alzheimer** : L'extrait de pépin de raisin se révèle être un neuroprotecteur efficace pour prévenir les pertes cognitives liées à l'âge. En agissant au niveau de l'hippocampe, les OPC parviennent à retarder le développement de la maladie d'Alzheimer en évitant l'accumulation de substances connues pour former les plaques cérébrales associées à un déclin progressif de la mémoire (**Belmiloud, 2018**). (**Cette étude a été publiée dans la revue scientifique: Nature; article: Bien choisir son extrait de pépins de raisin riche en OPC**).

Chapitre II :

Généralité sur le café

Chapitre II : Généralité sur le café

II.1. Généralité

Le café demeure l'une des boissons les plus prisées à travers le monde, constituant également le produit alimentaire le plus significatif sur le plan économique. Son traitement peut être divisé en deux phases : la première implique le décorticage et le séchage du café, produisant ainsi les grains de café verts, principaux acteurs du commerce international du café. La seconde étape comprend la production de café torréfié et soluble.

Les grains de café sont issus du fruit du caféier, connu sous le nom de cerise. Chaque cerise, passant du vert au rouge à maturité, renferme deux grains de café vert. Appartenant à la famille des rubiacées, le caféier se décline en deux variétés principales: le "Coffea Arabica", qui donne l'Arabica renommé pour sa saveur douce, subtile et parfumée, et le "Coffea Canephora", qui produit le Robusta, caractérisé par un goût plus corsé et amer (Aissani *et al.*, 2019).

II.2. Définition de café arabica :

Le caféier arabica, le plus ancien et le plus apprécié, est un arbuste ramifié atteignant généralement entre 5 et 7 mètres de hauteur, produisant des fruits de taille moyenne (Jacques-Félix, 1968). L'espèce *Coffea arabica* prospère à des altitudes élevées, variant de 600 mètres jusqu'à 2 000 mètres. Ses grains sont généralement longs et larges, avec une forme plutôt plate et un sillon central sinueux, parfois de couleur bleutée. La teneur en caféine de l'arabica se situe entre 1 et 1,5 % et ses arômes sont souvent acidulés (Barel, 2008). Parmi les variétés d'arabica, on trouve le Bourbon, le Maragogype, le Mokka, le Typica, le Marella, le Laurina et le Caturra (Milan, 1988).

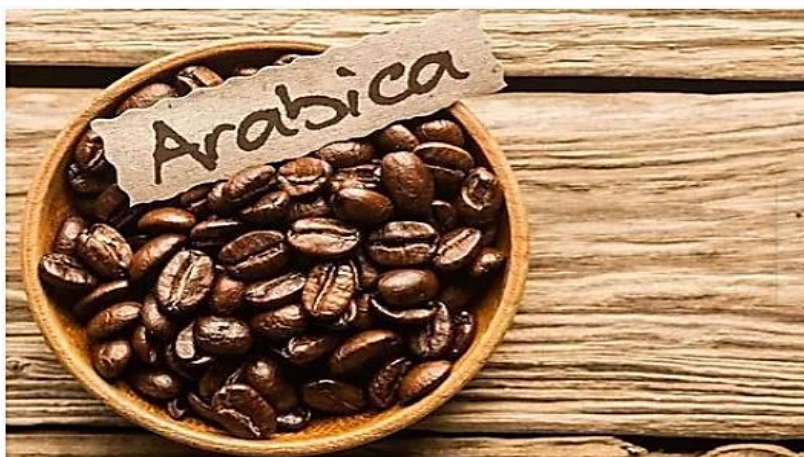


Figure 10: Café arabica (anonyme, 2024)

II.3. La composition du café :

La composition du café est extrêmement complexe, avec plus de 1000 constituants. La variété et l'espèce du café (Arabica), les méthodes de culture, le stade de maturité des baies, le processus de torréfaction et de préparation influent sur la richesse en composés. Bien que la caféine soit le composé le plus connu du café, cette boisson renferme de nombreuses autres substances actives, telles que des antioxydants, des vitamines, des minéraux, des oligoéléments, des polyphénols, la caféine, la trigonelline.... (Otmami, 2020).

II.4. Les principaux pays producteurs du café :

La culture du café est présente dans environ 80 pays du Sud, mais les trois principaux producteurs rassemblent près de 40 % de la production mondiale et plus de la moitié des exportations. Le Brésil est reconnu comme le principal producteur, exerçant ainsi une influence majeure sur les prix mondiaux du café. Ces pays du Sud incluent principalement des nations situées en Amérique latine, en Afrique et en Asie du Sud-Est, où les conditions climatiques sont favorables à la culture du café. Les deux autres acteurs majeurs sur le marché sont la Colombie et le Vietnam, chacun représentant plus de 10 % de la production mondiale. (Khalid, 2010).

II.5. Les principaux pays consommateurs du café :

La demande mondiale de café est en hausse dans les pays importateurs tels que l'Asie et l'Océanie, avec une mention spéciale pour la Turquie et le Japon. L'Amérique du Nord, notamment les États-Unis, est également un marché notable. En revanche, la

consommation en Europe est plus modérée, avec des taux similaires pour l'Amérique du Sud, tandis que l'Amérique centrale et le Mexique affichent une consommation relativement stable. Enfin, la consommation de café en Afrique connaît une tendance à la hausse, dépassant même la moyenne mondiale (OIC, 2016).

II.6. Intérêt thérapeutique du café

Diverses études ont mis en évidence les impacts bénéfiques du café sur la santé humaine en raison de ses constituants biologiquement actifs, une conclusion validée à la fois par des recherches expérimentales et épidémiologiques. Ceci est particulièrement remarquable dans son rôle de lutte contre certaines maladies ; Cancer, Maladies cardiovasculaires, Diabète type 2, Maladie de Parkinson, Maladie d'Alzheimer.....

II.7. L'effet de café sur le consommateur :

La consommation de caféine a des effets différents en fonction de la quantité ingérée. Une consommation modérée (entre 1 et 4 tasses) est associée à des effets positifs sur les fonctions cognitives, tandis qu'une consommation excessive peut avoir des effets négatifs. Les impacts de la caféine sur les compétences intellectuelles varient également selon le sexe, l'âge, le moment de la prise, et la consommation régulière ou non de café.

Les effets de la caféine sont plus prononcés le matin, pendant la nuit chez les personnes fatiguées, lors de la réalisation de tâches de longue durée, et chez les consommateurs occasionnels. Ces effets dépendent également de la dose consommée. La caféine compense la perte de vigilance en augmentant l'attention, et elle améliore les réactions perceptives et motrices en les rendant plus rapides et plus vives.

Cependant, au-delà de 4 tasses de café, il n'y a plus de diminution du temps de réaction observée (Saint-Jean, 2020).

II.8. Les effets technologiques de torréfaction sur le café :

➤ La couleur :

C'est pendant la torréfaction que le grain de café vert commence à développer son arôme. Ce processus provoque des changements profonds dans le grain. En effet, le grain gonfle, augmentant de volume de 50 à 80 %, change de structure et de couleur, passant du vert au brun. À la fin de la torréfaction, le grain perd entre 13 et 20 % de son poids (Badoud *et al.*, 2001). L'augmentation de la température entraîne des modifications successives dans le grain de café. À 100 °C, le café jaunit et perd son

eau, dont la vapeur conserve l'odeur de café vert. Vers 150 °C, la teinte jaune se réchauffe avec des nuances rousses tandis que l'eau de constitution commence à s'échapper, se chargeant de fumée aromatique. Aux alentours de 200 °C, le café devient brun-marron et double de volume. À 230 °C, il atteint un point critique où se forme l'arôme typique du café. Lorsque la torréfaction est jugée suffisante, le café est immédiatement refroidi par brassage à l'air, provoquant une brusque condensation des produits aromatiques sur le grain. Ensuite, il est débarrassé des débris calcinés de la pellicule argentée, devenant ainsi prêt à la consommation. (**Jacques-Félix, 1968**).

➤ **La teneur en eau :**

La teneur en eau du café torréfié se situe entre 1 % et 5 %, en fonction de la matière première, du degré de torréfaction, de la durée et de la température de torréfaction, ainsi que des méthodes de refroidissement employées (**Alessandrini et al., 2008**).

➤ **Les composés volatiles :**

Environ la moitié des composés volatils générés durant la torréfaction reste piégée dans les grains de café torréfiés entiers, nécessitant jusqu'à plusieurs mois pour être complètement libérée. Lors du broyage, une partie de ces composés volatils est libérée, mais une quantité résiduelle importante continue de s'échapper progressivement pendant le stockage. La formation des composés volatils pendant la torréfaction augmente la pression interne des grains de café. Par conséquent, les modifications structurelles des grains de café torréfiés, telles que l'augmentation de leur volume et de leur porosité, sont étroitement liées à la quantité et au taux de libération des composés volatils. (**Anderson et al., 2003**).

➤ **Les compositions chimiques :**

Les réactions chimiques induites par la torréfaction entraînent une modification de la composition des haricots de café grillés, qui dépend fortement du profil temps température de la torréfaction et du degré de torréfaction (**Dybkowska et al., 2017**). La composition chimique de Café *Arabica* et café *Robusta*, les deux espèces de café les plus importantes sur le plan commercial, avant et après la torréfaction, est résumé dans le tableau IV.

Tableau IV : La composition chimique des grains de café vert et torréfié (en %) (Wei *et al.*, 2015).

	Arabica		Robusta	
	Vert	Torréfié	Vert	Torréfié
Polysaccharides	50 - 55	24 - 39	37 - 47	/
Oligosaccharides	6 - 8	0 - 3,5	5 - 7	0 - 3,5
Lipides	12 - 18	14,5 - 20	9 - 13	11 - 16
Acides aminés	2	0	2	0
Protéines	11 - 13	13 - 15	11 - 13	13 - 15
Acides chlorogénique	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
Trigonelline	1 - 1,2	0,5 - 1	0,6 - 0,8	0,3 - 0,6
Acides gras	1,5 - 2	1 - 1,5	1,5 - 2	1 - 1,5
Minéraux	3 - 4,2	3,5 - 4,5	4 - 4,5	4,6 - 5,6
Mélanoïdine	/	16 - 17	/	16 - 17

Partie I

Expérimentale

CHPITRE I

Matériel et méthode

L'objectif de notre étude est d'analyser la poudre de pépins de raisin de la variété *Red Globe* (*Vitis vinifera* L), en suivant les étapes distinctes :

- ✓ Réaliser des analyses physico-chimiques de la poudre de pépins de raisin ;
- ✓ Les activités antioxydantes ;
- ✓ Effectuer quelques analyses microbiologiques ;
- ✓ Préparer des mélanges de poudre de pépins de raisin torréfiée et non torréfiée, et les ajouter au café ;
- ✓ Traitements des données ;

I. Echantillonnage et traitement des échantillons :

I.1. Site échantillonnage :

➤ Matériel végétal :

Le fruit (raisin) utilisé pour notre étude *Red Globe* a été récolté à la ferme (A) à mi-juillet et le début d'aout 2023, les échantillons sont en provenance de la région d'amizour, au niveau de la wilaya de Bejaia.



Figure 11: Site échantillonnage. Latitude 36°38'24''N et longitude 4°54'04''E (google earth).

I.2. Traitement des échantillons :

➤ Préparation de l'échantillon de la poudre de pépin de raisin :

Les pépins de raisin séparés de leur pulpe ils sont ensuite pesés et mesurés (longueur, largeur et épaisseur) , Puis on a Sécher ces pépins à l'air libre. En fin on les Broyer l'aide d'un broyeur électrique puis passé la poudre au tamis pour obtenir une poudre fine.

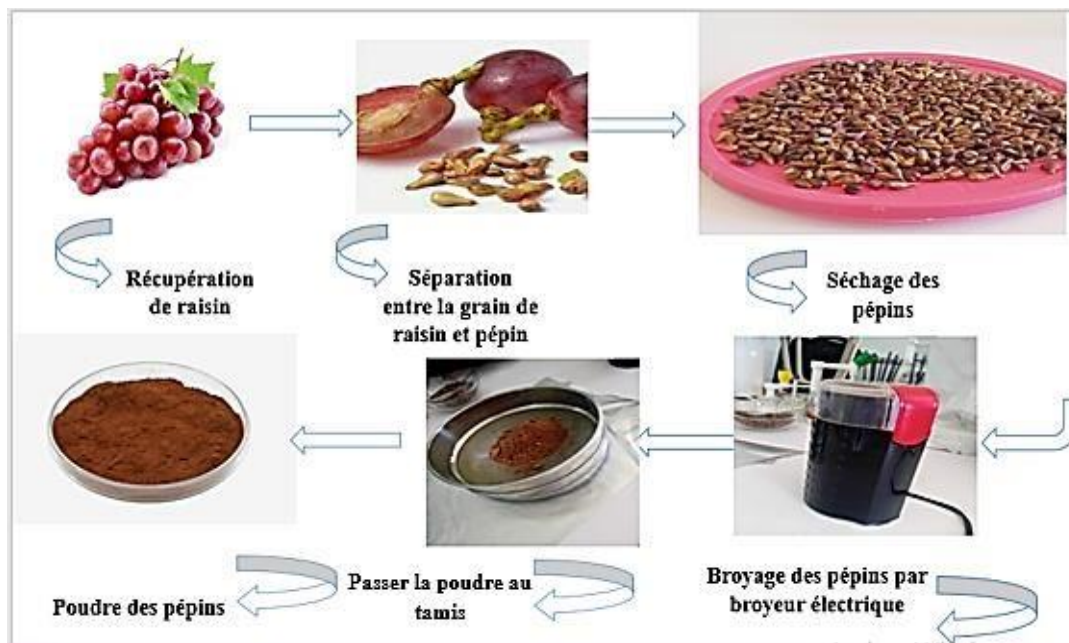


Figure 12: Les étapes des préparations de la poudre de pépin de raisin.

➤ Torréfaction de la poudre de pépins de raisin :

Chauffer une quantité de la poudre dans une étuve à une température à 40°C pendant 2 jours pour obtenir une torréfaction optimale.

➤ Préparation des mélanges :

Un Mélange de proportion de 20% de poudre de pépins de raisin (torréfiée et non torréfiée) avec du café arabica.

II. Méthodes d'analyses :

II.1. Analyse physico-chimique :

II.1.1. Démontions physique :

Les dimensions physiques des pépins de raisin de la variété Red Globe sont évaluées à travers les trois stades de maturité.

➤ **La longueur :**

La longueur de pépin de raisin est mesurée à l'aide d'un pied à coulisse, suivi par la lecture des mesures obtenues "7 mm". (Voir l'annexes 03)

➤ **La largeur :**

La largeur des pépins de raisin est mesurée à l'aide d'un pied à coulisse, suivi par la lecture des mesures obtenues "5mm". (Voir l'annexes 03)

➤ **L'épaisseur :**

On utilise le pied à coulisse pour mesurer l'épaisseur avec précision. On place le pépin de raisin entre les mâchoires du le pied à coulisse et on ajuste jusqu'à ce qu'il soit bien fixé sans le comprimer. Ensuite, on lit la mesure affichée. (Voir l'annexes 03)

II.1.2. Préparation de l'extrait :

Pour préparer l'extrait hydro- alcoolique de pépins de raisin, par la technique de macération ,1 g de poudre de pépins de raisin a été mélangé avec 25 ml d'éthanol à (90%, V/V). Ensuite, le mélange a été soumis à une agitation pendant une période de 15 minutes pour faciliter l'extraction des composés souhaités des pépins de raisin dans la solution d'éthanol. Après cette étape d'agitation, le mélange a été filtré et préservé a des températures basses.

Ces étapes sont répétées trois fois jusqu'à l'épuisement totale de résidu.



Figure 13: Les étapes de préparation de l'extrait de poudre de pépin.

II.1.3. pH :

➤ **Mode opératoire :**

Dans un bécher, un mélange composé de 2 g de poudre de pépins et de 20 ml d'eau distillée a été soumis à l'agitation à l'aide d'un agitateur magnétique tournant à une vitesse de 3000 tr/min pendant une durée de 30 minutes dans le but d'homogénéiser le mélange. Ce dernier a ensuite été filtré à travers du papier filtre de type Wattman N°1. Après un repos de 6 heures, le mélange ainsi obtenu a été utilisé pour mesurer le pH à l'aide d'un pH-mètre étalonné ; en appliquant la méthode décrite par AOAC (1998).



Figure 14: pH d'un échantillon.

II.1.4. Taux d'humidité :

➤ **Mode opératoire :**

Un échantillon de 4 g de poudre de pépins de raisin a été prélevé et soumis à un processus de séchage à 103 °C, effectué en trois étapes distinctes ($t_1 = 4$ h, $t_2 = 2$ h, $t_3 = 2$ h). Avant chaque mesure de poids, l'échantillon a été placé dans un

dessiccateur pendant une période de 5 minutes, permettant ainsi de le maintenir à l'abri de l'humidité. Cette procédure a été répétée jusqu'à ce que l'échantillon atteigne un état de stabilisation.

Suivant cette formule pour déterminer le taux d'humidité :

$$H (\%) = \frac{(P \text{ Avant} - P \text{ Après})}{P \text{ Avant}} * 100$$

P Avant : poids d'échantillon avant mise à l'étuve en gramme.

P Après : poids d'échantillon après mise à l'étuve en gramme.

II.1.5. L'acidité titrable :

➤ Mode opératoire :

Selon la méthode **ISO 750 (1998)** ; Dans un bécher, 10 g de poudre de pépins de raisin ont été introduits avec 100 ml d'eau distillée. Le mélange a été agité à l'aide d'un agitateur tournant 3000tr/min pendant 15 min jusqu'à obtention d'une homogénéité, puis filtré à travers du papier Wattman N°1. Enfin, de NaOH (0.1N) a été ajouté au mélange jusqu'à atteindre un pH de 8,1.



Figure 15: L'acidité de la poudre de pépin de raisin.

Suivant cette formule pour déterminer l'acidité titrable :

$$\text{L'acidité titrable} = (C \text{ NaOH} * V \text{ NaOH} * 0.064) * 100 / \text{prise d'essai.}$$

Acidité titrable : exprimée en g d'acide citrique par 100 g de poudre.

C_{NaOH} : concentration de la solution de soude (0,1 mol/l).

V_{NaOH} : volume (ml) de soude ajouté pour atteindre le pH de 8,1.

Prise d'essai : poids de l'échantillon utilisé pour le test.

0,064 : facteur conventionnel établi pour l'acide citrique.

II.1.6. Le taux de cendre (matière minérales) :

Une masse de 5g de poudre de pépin de raisin ont été placée dans trois creusets en porcelaine et calciné à 500 °C pendant 5h dans un four à moufle, jusqu'à l'obtention d'une couleur grise clair ou blanchâtre, puis les capsules sont retirées et refroidis au dessiccateur et pesé.

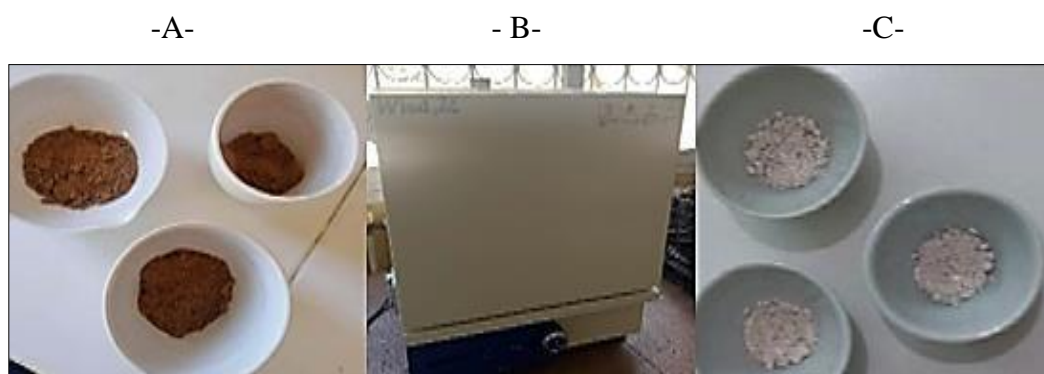


Figure 16: Détermination de la matière minérale. **A** : échantillon **B** : Four à moufle ; **C** : Echantillon incinéré.

Suivant cette formule pour déterminer le taux de cendre :

$$\text{MO}\% = [(M_i - M_f) / P] * 100$$

$$\text{Ci}\% = 100 - \text{MO}\%$$

$$\text{C}\% = \Sigma \text{Ci}\% / 3$$

Soit :

MO % : Matière organique.

M_i : Masse de la capsule + la prise d'essai avant la calcination.

M_f : Masse de la capsule + les cendres.

P : Poids de la prise d'essai en gramme.

II.2. Dosage des antioxydants :

II.2.1. Dosage des polyphénols :

➤ Principe :

La quantification des polyphénols se fait par spectrophotométrie selon la méthode de **Folin Ciocalteu**. Ce réactif jaune est composé d'un mélange d'acide phosphotungstique (H₃PW₁₂O₄₀) et d'acide phosphomolybdique (H₃PMo₁₂O₄₀). Lorsque les polyphénols sont oxydés, ils réduisent le réactif Folin-Ciocalteu en un complexe bleu contenant de l'oxyde de tungstène (W₈O₂₃) et de molybdène (Mo₈O₂₃). La couleur bleue formée a une absorption maximale autour de 720 nm, proportionnelle à la concentration des composés phénoliques dans l'échantillon (**Safer, 2018**).

➤ Mode opératoire :

Le total phénolique dans la poudre de pépin de raisin à partir d'extraits éthanoliques elle a été déterminée par spectrophotométrie à l'aide de la méthode « Folin-Ciocalteu ». La méthode de dosage des polyphénols utilisée est celle décrite par (**Velioglu et al., 1998**).

Un volume de 200 µL d'extrait éthanolique a été combiné avec 750 µL de Folin Ciocalteu. Après 5 minutes, 400 µL de carbonate de sodium à 7,5 % (Na₂CO₃) ont été ajoutés dans un tube à essai. Après agitation pendant 30 minutes, le mélange a été laissé dans l'obscurité pendant 90 minutes à température ambiante. Ensuite, l'absorbance a été mesurée à 720 nm à l'aide d'un spectrophotomètre UV-visible.

Les résultats obtenus sont exprimés en mg équivalent d'acide gallique par 100g de poudre.

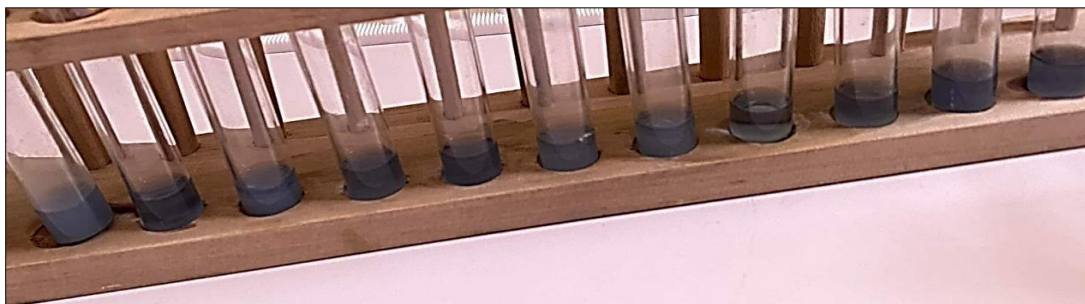


Figure 17: Dosage des polyphénols totaux.

II.2.2. Dosage des flavonoïdes :

➤ **Principe :**

Les flavonoïdes ont été quantifiés par spectrométrie UV-Visible en utilisant du trichlorure d'aluminium ($AlCl_3$). En présence de ce composé, les flavonoïdes forment un complexe acide stable de couleur jaunâtre, avec un pic d'absorption maximal autour de 430 nm (SAFER, 2018).

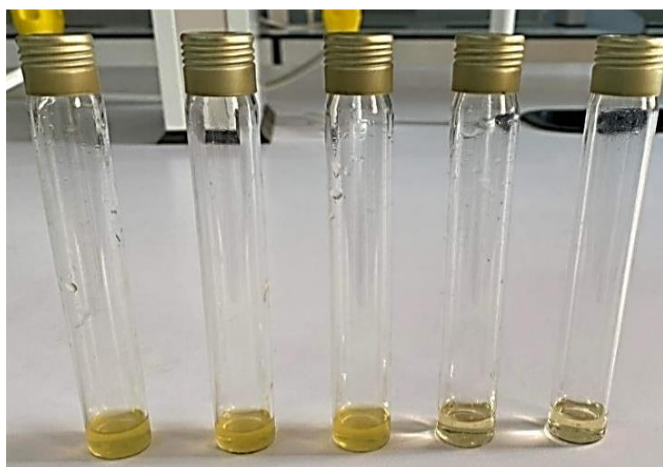


Figure 18: Dosage des flavonoïdes.

➤ **Mode opératoire :**

La méthode de (Djeridane *et al.*, 2006) pour déterminer la teneur en flavonoïdes implique de mélanger 1 ml de l'extrait éthanolique avec une solution de chlorure d'aluminium $AlCl_3$ à 2%. Ce mélange est laissé à l'obscurité pendant 15 minutes à température ambiante. Après cette incubation, l'absorbance est

mesurée à 430 nm. Les résultats obtenus sont exprimés en mg équivalent de quercétine par 100 gramme de poudre.

En appliquant la courbe d'étalonnage de le standard quercétine (voir annexe01)

II.3. Détermination des activités antioxydantes :

II.3.1. Détermination du pouvoir anti radicalaire par la méthode au DPPH° :

➤ **Principe :**

La méthode de mesure du pouvoir antioxydant par le DPPH° (1,1'-diphényl-2picrylhydrazyl) repose sur la capacité d'un composé à réduire le radical DPPH°, induisant ainsi un changement de couleur de la solution de violet à jaune en présence d'un composé anti radicalaire. Cette réaction est évaluée en mesurant l'absorbance de la solution à 517 nm par spectrophotométrie, où le changement de couleur est directement proportionnel au pouvoir antioxydant (**Laraba et al., 2016**).

Le protocole décrit par **Brand-Williams et al., (1995)** a été suivi.

➤ **Mode opératoire :**

Dans cette expérience, 100 µl d'une solution éthanolique contenant un extrait phénolique sont combinés avec 1 ml d'une solution éthanolique de DPPH° dans une cuvette. Après une incubation de 30 minutes, l'absorbance est mesurée à une longueur d'onde de 517 nm. Ces étapes sont répétée trois fois pour chaque concentration d'extrait dilué.



Figure 19: test de DPPH°.

Le pourcentage d'activité antioxydant (%) est calculé selon la formule suivante :

$$\text{DPPH}^{\circ}\% = \frac{A_{\text{bst}} - A_{\text{bse}}}{A_{\text{bst}}} * 100$$

A_{bst} : absorbance du témoin.

A_{bse} : absorbance de l'échantillon.

II.3.2. Détermination de l'activité anti radicalaire contre le radical ABTS° :

➤ Principe :

Le principe de l'évaluation de l'activité antioxydantes par l'inhibition du radical ABTS (sel d'ammonium de l'acide 2,2'-azinobis-(3-éthylbenzothiazoline-6-sulfonique) repose sur la formation d'un cation résultant de l'interaction entre le radical ABTS et un oxydant tel que le dioxyde de manganèse ou le persulfate de potassium. Lorsque le radical ABTS est exposé à un donneur de H⁺, il se transforme en ABTS⁺ avec une conséquente décoloration.

➤ Mode opératoire :

Le pouvoir anti radicalaire contre le radical ABTS° est déterminé selon la méthode préconisé par **RE *et al.*, (1999)**. Le cation radicalaire ABTS a été généré en faisant réagir une solution mère d'ABTS de concentration 7 mM avec du persulfate de potassium à une concentration de 2,45 mM. Ce mélange a été incubé dans l'obscurité à température ambiante pendant 16 heures avant son utilisation. La solution ainsi obtenue, a été diluée avec une solution saline tamponnée au phosphate de concentration 5 mM et pH 7,4 jusqu'à ce qu'elle atteigne une absorbance de 0,70 à une longueur d'onde de 730 nm. Après l'ajout de 100 µL d'ABTS dilué à l'échantillon de solution, les lectures d'absorbance ont été enregistrées après une période d'incubation de 15 minutes à 30°C.



Figure 20: Solution d'ABTS°.

Le pourcentage d'activité antioxydant (%) est calculé selon la formule Suivante :

$$\text{ABTS}^\circ\% = \frac{(\text{Abst} - \text{Abse})}{\text{Abst}} * 100$$

A_{bst} : absorbance du témoin.

A_{bse} : absorbance de l'échantillon.

II.3.3. Le pouvoir réducteur :

➤ Principe :

Le pouvoir réducteur se définit comme la capacité des antioxydants contenus dans les extraits à convertir le fer ferrique en fer ferreux en présence d'un agent chromogène, selon la méthode décrite par (**Oyaizu, 1986**). Le ferricyanure de potassium, dans un milieu acidifié avec de l'acide trichloracétique (TCA). La formation de la forme réduite se traduit par l'apparition d'une couleur verte dont l'intensité est directement proportionnelle au pouvoir réducteur de l'extrait.

➤ Mode opératoire :

Dans un bécher, 250 μl d'extrait ont été mélangés avec un volume équivalent de solution tampon à pH 6,6 et à une concentration de 0,2 M, ainsi qu'avec 250 μl

de perchlorure de potassium à une concentration de 1 %. Le mélange a été incubé à une température de 50 °C dans un bain-marie pendant 20 minutes. Ensuite, 250 µl d'acide trichloroacétique à une concentration de 10 % et 250 µl de chlorure ferrique à une concentration de 0,1 % ont été ajoutés. Après une incubation supplémentaire de 10 minutes, l'absorbance a été mesurée à une longueur d'onde de 700 nm.

Les résultats obtenus sont exprimés en mg équivalent d'acide ascorbique par 100g de poudre. En utilisant l'équation de la régression linéaire de la courbe d'étalonnage tracée d'acide ascorbique.



Figure 21: test de pouvoir réducteur.

II.4. L'activité antibactérienne :

➤ **Principe :**

L'activité antibactérienne des différents extraits a été évaluée in vitro sur trois souches bactériennes en utilisant la méthode de diffusion sur disques. Cette technique, consiste à appliquer des disques imprégnés d'une concentration déterminée de l'extrait sur un milieu de culture solide préalablement ensemencé par les microorganismes à tester. Lorsqu'une activité antimicrobienne est présente, elle se manifeste par une zone d'inhibition clair autour des disques (Aissani *et al.*, 2019).

➤ **Mode opératoire :**

✓ **Préparation des suspensions bactériennes :**

Les souches testées comprennent deux bactéries à Gram négatifs (*Escherichia coli* ATCC87393 et *Klebsiella* sp.) et une souche à Gram positif (*Staphylococcus aureus* ATCC4330). Ces microorganismes ont été fournis par le laboratoire de microbiologie de la faculté des sciences de l'université de Bouira.

Les différentes bactéries ont été d'abord repiquées sur milieu gélose nutritive et incubées à 37°C pendant 24h. À partir de ces cultures, des suspensions bactériennes ont été préparées dans de l'eau physiologique (0,9% NaCl) et leurs concentrations ont été fixées à 0,5 McFarland à l'aide d'un spectrophotomètre (620nm).

✓ **Réalisation de l'antibiogramme :**

A l'aide d'un écouvillon stérile, les différentes suspensions bactériennes ont été ensemencées en surface par la méthode des stries sur des boîtes de Pétri contenant le milieu Muller-Hinton. Par la suite, des disques de papier Wattman n°1 ayant un diamètre de 6 mm ont été déposés sur la surface du milieu de culture. Ces disques ont été imprégnés chacun avec 20 µl d'extrait de poudre de raisin à différentes concentrations (préparées dans du DMSO). Un témoin négatif a été préparé dans les mêmes conditions en utilisant uniquement le DMSO. L'activité antibactérienne a été évaluée en mesurant le diamètre de la zone d'inhibition exprimé en millimètres après une période d'incubation de 24 heures à 37°C.

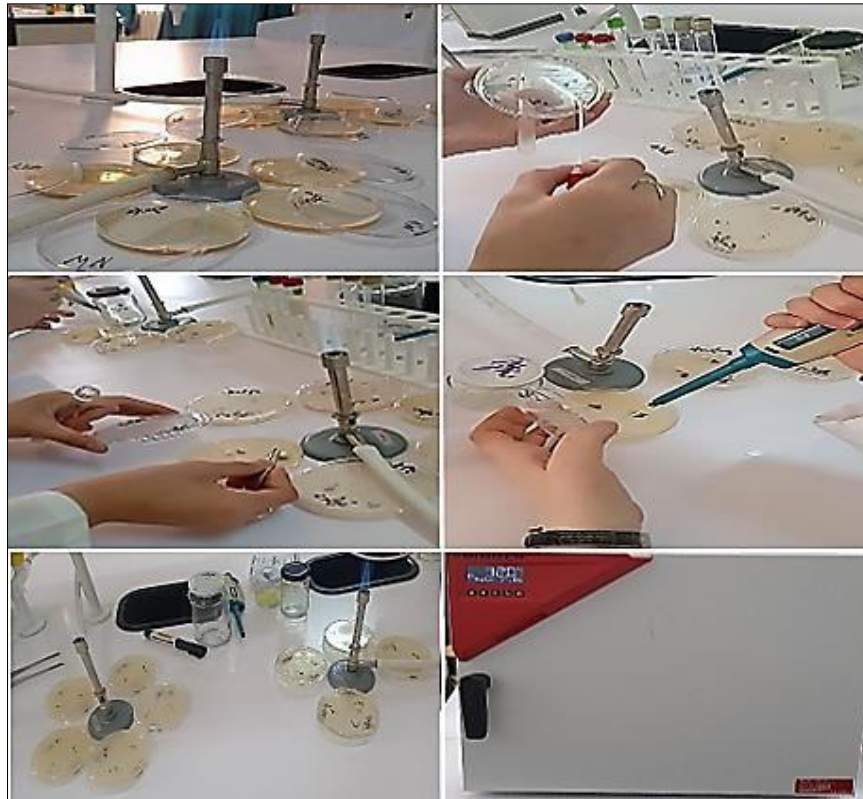


Figure 22: Etapes de manipulation de l'activité antibactérienne.

II.5. L'analyse statistique :

Toutes les données obtenues étaient la moyenne de trois essais. Les paramètres de la statistique descriptive (moyennes et écarts types) ont été calculés à l'aide du programme Excel de Microsoft Office 2010. La comparaison entre les différentes moyennes est faite grâce au test ANOVA-tukey du logiciel STATISTICA 10.0 à un niveau de signification de $p < 0,05$.

L'étude des corrélations est réalisée à l'aide de même logiciel statistique, en utilisant, la matrice de corrélation à trois différents niveaux de signification ($p < 0,05$ et $p < 0,01$; $p < 0,001$).

CHAPITRE : II

Résultats et discussions

II.1. Caractéristiques physico-chimiques :

II.1.1. pH :

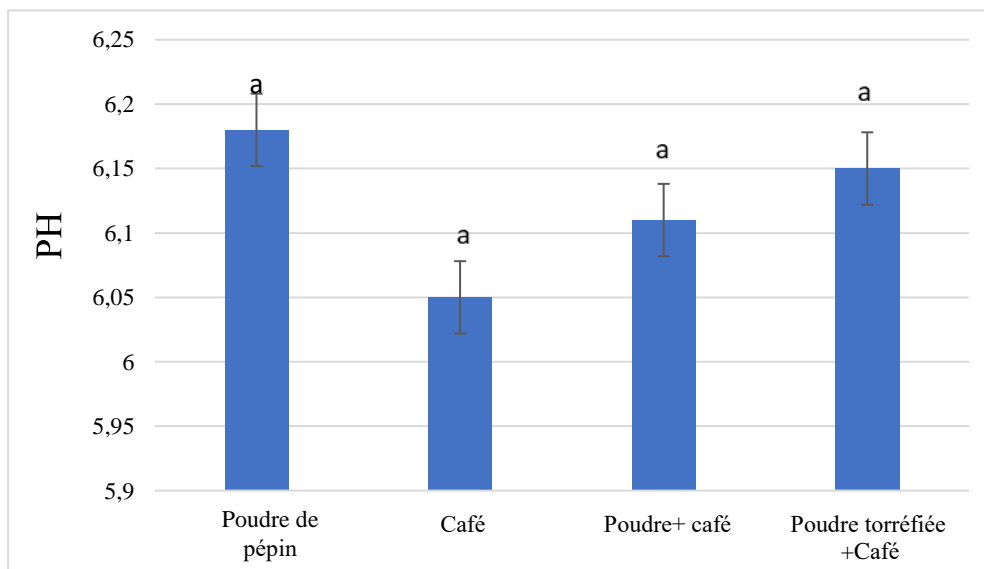


Figure 23: pH des quatre échantillons.

- ✓ *Les barres verticales représentent les écarts types.*
- ✓ *Les lettres différentes indiquent les valeurs significativement différentes par test tukey ($P < 0,05$).*
- ✓ *$a > b > c > d$.*

L'analyse statistique montre qu'il n'y a pas de différence significative de pH entre les quatre échantillons $p < 0,05$. Cela signifie que les valeurs de pH de Ces échantillons sont assez similaires, de sorte que les différences observées peuvent être dues à des variations normales plutôt qu'à de réelles différences entre les produits.

II.1. 2. Taux d'humidité (%) :

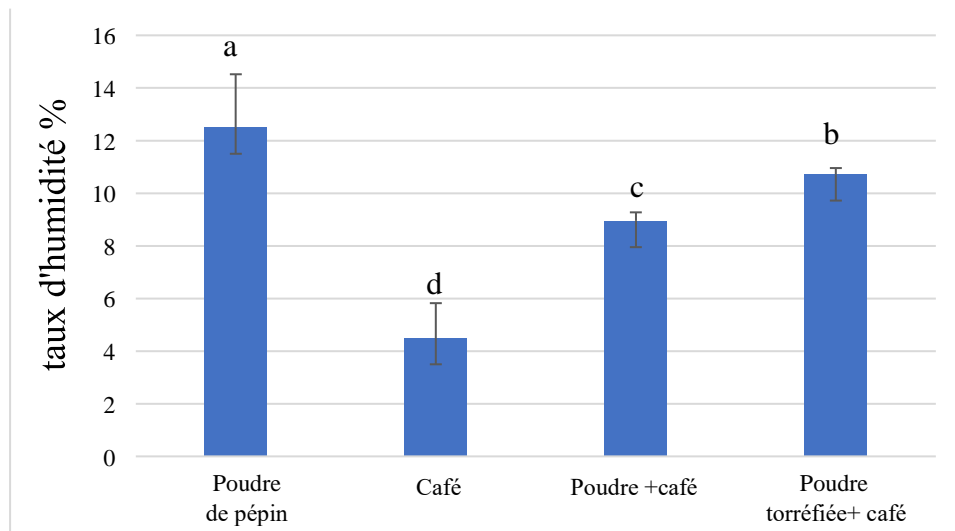


Figure 24: Taux d'humidité des quatre échantillons.

- ✓ Les barres verticales représentent les écarts types.
- ✓ Les lettres différentes indiquent les valeurs significativement différentes par le test tukey ($P < 0,05$).
- ✓ $a > b > c > d$.

L'analyse statistique des tenures en humidité dans les divers extraits révèle des différences significatives, avec un seuil de signification de $P < 0,05$.

La teneur en humidité de la poudre $12,5 \pm 2,02\%$ est la plus élevée parmi tous les échantillons. Cela indique que la poudre de pépin de raisin contient une quantité importante d'eau.

Le café a la plus faible teneur en eau $4,5 \pm 1,32\%$, ce qui signifie qu'il est relativement à un aspect sec par rapport aux autres échantillons. Une faible teneur en humidité est souvent souhaitable pour le café car elle peut améliorer sa conservation.

Ce mélange (poudre non torréfié et café) a une teneur en humidité intermédiaire $8,95 \pm 0,32\%$, l'ajout de poudre non torréfiée au café augmente la teneur en humidité par rapport au café seul, mais elle reste inférieure à celle de la poudre de pépin.

Le mélange (poudre torréfiée et café) a une teneur en humidité $10,72 \pm 0,23\%$ plus élevée que celle du mélange non torréfié, mais reste inférieure à celle de la poudre seule. La torréfaction semble avoir une influence sur la teneur en humidité, probablement en réduisant légèrement la teneur en eau de la poudre.

Ces observations illustrent comment la teneur en humidité des produits peut varier en fonction de leur composition et des traitements appliqués.

Des études antérieures sur d'autres types de graines suggèrent de les sécher à des températures de 80 à 100 °C avant toute extraction. Cela permet d'éliminer un maximum d'eau et d'augmenter les rendements en matière sèche (**Haidara, 1996**).

D'après les conclusions de l'étude menée par **Belmiloud, (2018)**, il est observé que les pépins de la région de MASCARA affichent une humidité de 14,516 %, tandis que ceux de BELABES présentent un taux de 11,644 %. En revanche, notre propre résultat indique une humidité de 12,5 %. Ainsi, nos résultats montrent une différence notable par rapport à l'étude antérieure, avec une humidité relativement plus proche de celle des pépins de la région de BELABES que de ceux de MASCARA.

(**Bouden et al., 2019**) ont constaté que le café robusta présente un taux d'humidité inférieur de 4,17 % par rapport à notre café arabica, dont le taux est de 4,5 %. Notre café arabica respecte les standards commerciaux en termes de caractéristiques, notamment sa teneur en humidité, qui est de 5,40 %, conformément aux normes établies par le décret exécutif (N°17-99 du 20 février 2017) JORA.

II.1.3. L'acidité titrable :

L'acidité titrable est une mesure de l'ensemble des acides organiques présents dans un aliment. Son absence peut rendre l'aliment fade, tandis qu'une acidité excessive lui confère un goût désagréable. Elle fournit également des informations sur la quantité d'acides organiques contenus dans l'échantillon (**Ferhoum, 2010**). Ces acides organiques, généralement des métabolites intermédiaires, jouent un rôle crucial dans les processus métaboliques. Ils influent sur la croissance des microorganismes et affectent la qualité de conservation des produits. Ainsi, ils sont directement impliqués dans la croissance, la maturation et le vieillissement des fruits, tout en impactant leurs propriétés sensorielles (**Jadhav et Andrew, 1997 ; Siebert, 1999 ; Al-Farisi et al., 2005**).

D'après ces résultats, on constate que la valeur d'acidité titrable obtenues sont accord avec les valeurs de pH enregistrées pour la poudre de pépin. La valeur d'acidité titrable mesurée pour les pépins de raisin est de 0,12g /100g.

II.1.4. Taux de cendre :

La détermination de la teneur en matière minérale permet d'évaluer la qualité nutritionnelle de l'échantillon analysé. En effet, la teneur en cendres des aliments doit respecter un seuil maximal pour être appropriée à la consommation humaine et animale.

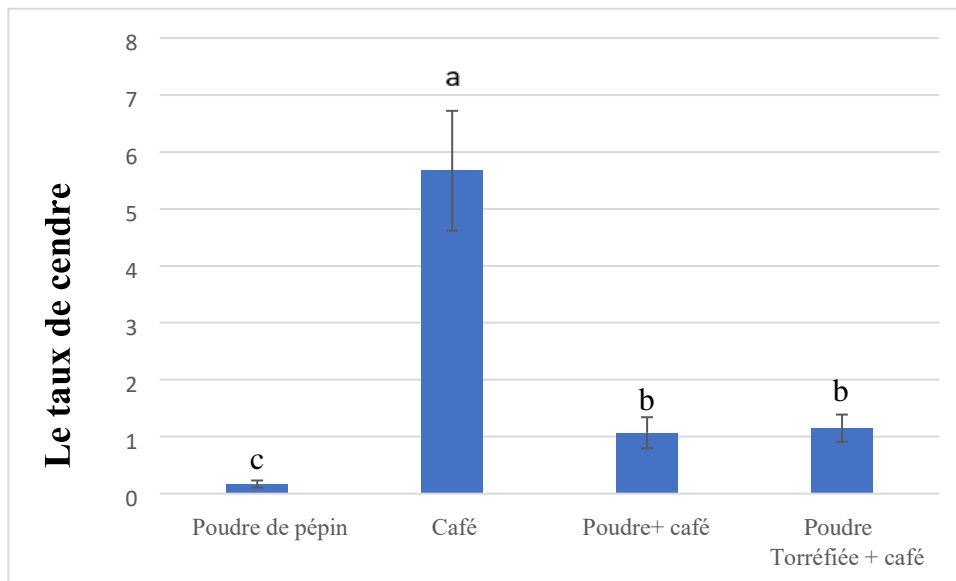


Figure 25: Tenure en cendre des quatre échantillons.

- ✓ Les barres verticales représentent les écarts types.
- ✓ Les lettres différentes indiquent les valeurs significativement différentes par le teste tukey ($P < 0,05$).
- ✓ $a > b > c$

Selon les résultats obtenus, la poudre de pépins de raisin présente une teneur en cendres de $0,17 \pm 0,06$ %, nettement inférieure à celle des mélanges de poudre non torréfiée et torréfiée ajoutés au café ($1,07 \pm 0,27$ % et $1,15 \pm 0,23$ % respectivement). Cela montre que la poudre de pépins de raisin contient très peu de résidus minéraux. Ainsi, l'ajout de poudre non torréfiée et torréfiée au café réduit la proportion de matières minérales. En revanche, la teneur en cendres du café seul est de $5,67 \pm 1,05$ %, indiquant qu'il contient une proportion significative de résidus minéraux par rapport aux autres

produits. Les différences de teneur en cendres entre la poudre de pépins de raisin et les trois autres échantillons étudiés sont statistiquement significatives $P < 0,05$.

D'après les conclusions de, (**Djemaoun, 2017**) le taux de cendre de robusta est 2,82 %. Il est à noter que les valeurs obtenues restent généralement proches et sont inférieures à 6 %, le seuil maximal de teneur en cendres toléré dans les cafés torréfiés, tel que stipulé dans le décret exécutif (**N° 17-99 du 26 février**) 2017(**JORA**), régissant les caractéristiques du café et les conditions de sa consommation.

Selon nos résultats, notre échantillon de café arabica présente une teneur en cendres $5,67 \pm 1,05$ %, Ces constatations confirment que nos résultats respectent les normes technologiques établies.

La matière organique dans nos échantillons est présente à hauteur de 99,83 % pour la poudre de pépins de raisin, 98,93 % pour le mélange de poudre non torréfiée ajouté au café, 98,85 % pour le mélange de poudre torréfiée ajouté au café, et 94,33 % pour le café. Cela démontre que nos échantillons sont très riches en matière organique.

II.2. Dosage des antioxydants :

II.2.1. Dosage des polyphénols :

La méthode de Folin-Ciocalteu est utilisée pour évaluer la quantité totale de polyphénols présente dans les extraits. Ce protocole permet d'estimer de manière globale la présence de diverses classes de composés phénoliques.

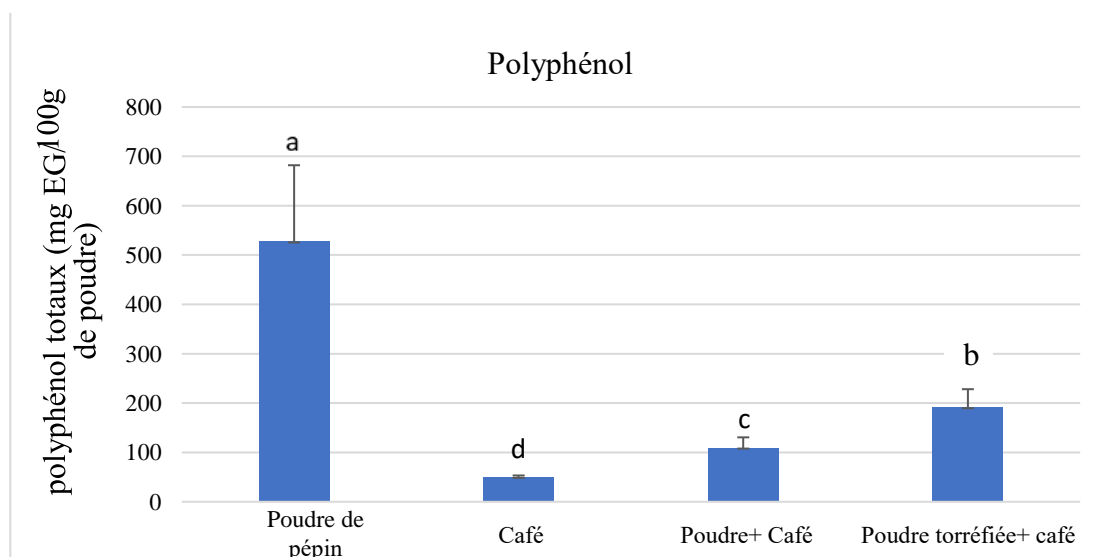


Figure 26: Dosage des polyphénols totaux des quatre échantillons.

- ✓ *Les barres verticales représentent les écarts types.*
- ✓ *Les lettres différentes indiquent les valeurs significativement différentes par le test tukey ($P < 0,05$).*
- ✓ *$a > b > c > d$.*

La teneur en polyphénols totaux est déterminée à partir de la courbe d'étalonnage réalisée avec l'acide gallique (annexe 01).

Selon la figure 26 en constatant que la poudre contient une concentration très élevée de polyphénols $526,58 \pm 155,31$ mg EAG/100g, ce qu'indique qu'elle est une source riche en ces composés. Suivi par celle de café avec $49,43 \pm 3,84$ mg EAG/100g de polyphénol. Cela indique que le café contient des polyphénols, mais en quantités significativement inférieures à celles de la poudre.

La combinaison de la poudre et du café montre une concentration en polyphénols $108,80 \pm 21,73$ mg EAG/100g qui est supérieure à celle du café, mais bien inférieure à celle de la poudre. Cela peut indiquer une interaction entre les composés de la poudre et du café qui réduit la disponibilité des polyphénols.

La poudre torréfiée combinée avec le café présente une concentration de polyphénols $190,6 \pm 37,54$ mg EAG/100g plus élevée que la combinaison de la poudre non torréfiée et du café, mais encore inférieure à celle de la poudre. La torréfaction se montre ainsi augmenter la concentration de polyphénols ou leur disponibilité lorsqu'ils sont combinés avec le café.

Cette diminution progressive des concentrations pourrait indiquer des réactions chimiques influençant les polyphénols pendant les mélanges et les traitements.

Les résultats de l'étude de **Macheix et ses collaborateurs (1990) (Belmiloud, 2018)** indiquent que la teneur en composés phénoliques des poudres de pépins de raisin est estimée à 146 mg EAG/100g pour la variété Belabes et à 919 mg EAG/100g pour la variété Mascara.

Les différences entre nos résultats et ceux rapportés par les auteurs concernant la poudre de pépins de raisin peuvent s'expliquer par plusieurs facteurs, notamment l'origine botanique, le climat, les conditions de stockage et le mode d'extraction.

Pour le café, la teneur obtenue dans ce travail est trois fois inférieure à celle rapportée par (**Vignoli *et al.*, 2011**), qui ont enregistré une teneur de 166,9 mg EAG/100g. En revanche, (**Haddoudi *et al.*, 2013**) ont trouvé des teneurs en composés phénoliques totaux de 3000 mg EAG/100g.

Selon les résultats obtenus, notre échantillon de café arabica présente une teneur en polyphénols relativement faible comparée à celle rapportée par d'autres auteurs.

Les concentrations en composés phénoliques totaux des différents mélanges de café additionnés de poudre de pépins de raisin torréfiée et non torréfiée sont 190,60mg EAG/100g et 108,8mg EAG/100g respectivement.

L'abondance de la quantité de polyphénol dans les graines augmente à mesure que leur degré de torréfaction augmente.

L'analyse statistique indique de composés phénoliques dans les divers extraits montre des différences significatives à un niveau de signification de $P < 0,05$. Les résultats révèlent que la poudre présente la teneur la plus élevée avec $526,85 \pm 155,31$ mg EAG/100g, suivie du mélange (poudre torréfiée et non torréfiée) avec $190,60 \pm 37,54$ mg EAG/100g et $108,8 \pm 21,73$ mg EAG/100g respectivement. En revanche, le café affiche la plus faible teneur avec $49,43 \pm 3,84$ mg EAG/100g.

II.2.2. Dosage des flavonoïdes :

Les flavonoïdes sont des pigments qui jouent un rôle essentiel dans la croissance et la protection des plantes.

Ils possèdent des propriétés antioxydantes, anti-inflammatoires, antiallergiques, anticancéreuses et anti-athérosclérotiques, ce qui leur permet de contribuer à la prévention de diverses maladies (**Majewska *et al.*, 2011**).

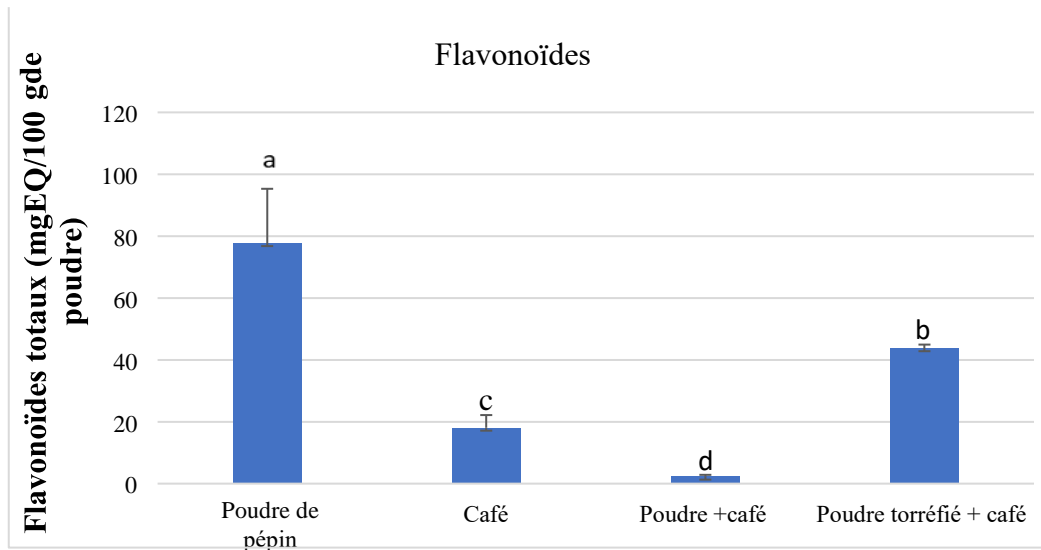


Figure 27: Dosage des flavonoïdes des quatre échantillons.

- ✓ Les barres verticales représentent les écarts types.
- ✓ Les lettres différentes indiquent les valeurs significativement différentes par le test tukey ($P < 0,05$).
- ✓ $a > b > c > d$.

La quantité de flavonoïdes présente dans l'extrait éthanolique a été mesurée en suivant le protocole recommandé par la méthode de Djeridane en utilisant la courbe d'étalonnage et le standard utilisé est le quercitine (annexe 01).

L'analyse statistique des concentrations de flavonoïdes dans les divers extraits révèle des différences significatives, avec un seuil de signification de $P < 0,05$.

D'après les résultats obtenus du dosage des flavonoïdes dans quatre produits, on trouve que la poudre à la tenure en flavonoïdes la plus élevée, avec $77,79 \pm 17,51$ mg EQ/100g. en suite le mélange de poudre torréfié additionné au café présente une tenure de $43,81 \pm 1,14$ mgEQ/100g. puis le café, avec $18,12 \pm 4,05$ mgEQ/100g. Finalement, le mélange de poudre non torréfié à la tenure en flavonoïdes la plus faible avec $2,3 \pm 0,55$ mgEQ/100g.

La valeur de $77,79 \pm 17,51$ mg EQ/100g indique une concentration relativement élevée de flavonoïdes dans la poudre. Cela signifie que la poudre seule possède une bonne capacité antioxydante.

La valeur de $18,12 \pm 4,05$ mg EQ/100g pour le café est beaucoup faible que celle de la poudre. Cela suggère que, dans cet échantillon spécifique, le café a une concentration de flavonoïdes plus faible et donc une capacité antioxydante moindre par rapport à la poudre.

La combinaison de poudre et de café donne une valeur de $2,3 \pm 0,55$ mg EQ/100g, qui est significativement inférieure à celles des composants pris séparément. Cela pourrait indiquer une interaction entre les composés présents dans la poudre et le café qui réduit la concentration globale de flavonoïdes. Nous en concluons qu'il y a certains composants de la poudre ou du café diminuent l'extraction des flavonoïdes lorsqu'ils sont mélangés.

La combinaison de poudre torréfiée et de café donne une valeur de $43,81 \pm 1,14$ mg EQ/100g. Cette valeur est plus élevée que celle du café et du mélange non torréfié, mais inférieure à celle de la poudre. Cela suggère que la torréfaction de la poudre augmente la concentration de flavonoïdes lorsqu'elle est combinée avec du café, mais pas au niveau de la poudre seule. La torréfaction pourrait modifier les composés chimiques de la poudre, augmentant ainsi la disponibilité ou l'extraction des flavonoïdes lorsqu'elle est mélangée avec du café.

Les quantités de flavonoïdes extractibles dans les divers mélanges de café, qu'ils contiennent de la poudre de pépins de raisin torréfié ou non est comme suite $43,81 \pm 1,14$ mg EQ/100g et $2,3 \pm 0,55$ mg EQ/100g.

Plus le degré de torréfaction de la poudre de pépin de raisin augmente, plus la concentration de flavonoïdes augmente.

II.2.3. Activité anti-radical DPPH° :

Pour évaluer l'activité antioxydante de la poudre de pépins de raisin, nous avons employé la méthode du DPPH°. Ce radical synthétique prend une teinte violette, mais lorsqu'il est neutralisé par des antioxydants, il prend une teinte jaune. La transition de cette coloration ainsi que l'intensité de la décoloration de la solution varient en fonction de la nature, de la concentration et de l'efficacité du composé anti-radicalaire.

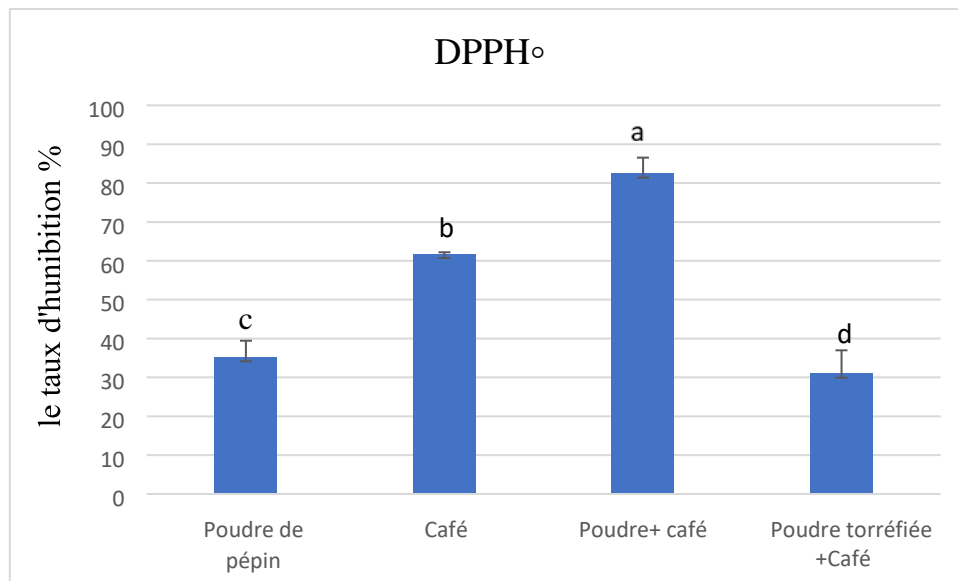


Figure 28: Activité de piégeage du radical DPPH°.

- ✓ Les barres verticales représentent les écarts types.
- ✓ Les lettres différentes indiquent les valeurs significativement différentes par le test tukey ($P < 0,05$).
- ✓ $a > b > c > d$.

Figure 28 présente les résultats de l'activité antioxydante, mesurée par la méthode DPPH°, de différents échantillons. Les valeurs sont exprimées en pourcentage d'inhibition du radical DPPH°.

L'analyse statistique des niveaux d'activité antioxydante dans les différents extraits révèle des différences significatives avec un niveau de signification de $P < 0,05$.

La poudre, prise seule, présente une capacité antioxydante mesurable $35,14 \pm 4,29\%$, bien qu'elle soit inférieure à celle du café.

Avec une capacité antioxydante de $61,71 \pm 0,48\%$, le café seul présente une capacité antioxydante plus élevée que celle de la poudre, indiquant qu'il contient des antioxydants efficaces.

Le mélange de poudre et de café montre une capacité antioxydante plus élevée $82,38 \pm 4,16\%$ que celle des deux composants pris séparément. Cela suggère une

interaction synergique où les antioxydants des deux sources travaillent ensemble pour offrir une capacité antioxydante globale supérieure.

Le mélange de poudre torréfiée et de café présente une capacité antioxydante $30,92 \pm 6,05\%$ inférieure à celle de la poudre seule, du café seul, et du mélange poudre + café. La torréfaction de la poudre pourrait dégrader certains composés antioxydants, réduisant ainsi l'efficacité antioxydante globale du mélange.

L'interaction observée dans le mélange de poudre et de café peut être qualifiée de synergique, où les antioxydants des deux ingrédients se complètent pour augmenter l'efficacité antioxydante globale.

En revanche, l'interaction dans le mélange de poudre torréfiée et de café semble être inhibiteur, car la torréfaction pourrait détruire ou inactiver certains antioxydants, diminuant ainsi la capacité antioxydante totale par rapport à celle des composants individuels ou non torréfiés.

II.2.4. Le radical ABTS° :

L'activité antioxydante des échantillons est déterminée en mesurant leur capacité à inhiber le radical ABTS°.

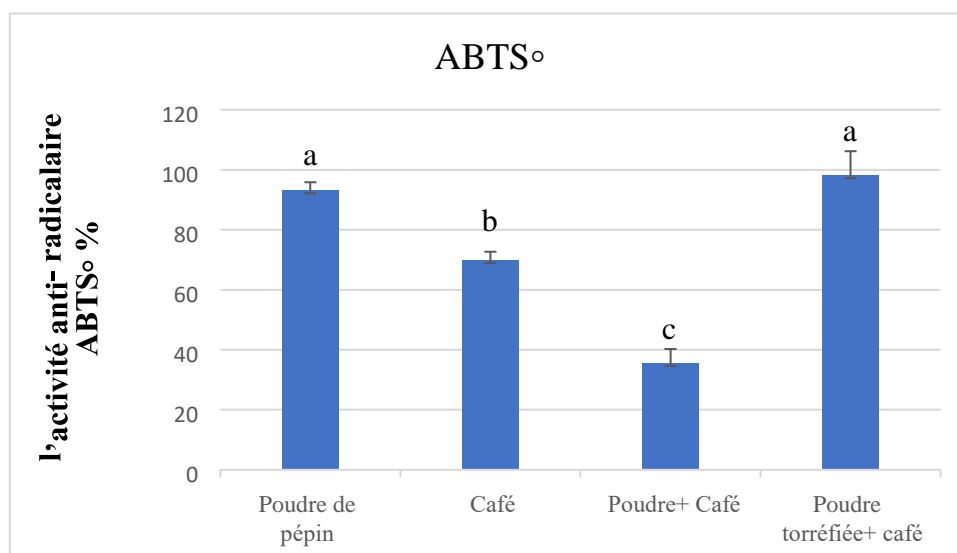


Figure 29: Activité de piégeage du radical ABTS°.

- ✓ Les barres verticales représentent les écarts types.
- ✓ Les lettres différentes indiquent les valeurs significativement différentes par le test tukey ($P < 0,05$).
- ✓ $a > b > c$.

D'après les résultats de l'activité anti-radicalaire mesurée par la méthode ABTS°, de quatre échantillons montrent que la poudre de pépin de raisin présente une capacité antioxydante élevée $93,16 \pm 2,68\%$. Cette valeur indique que les graines de raisin contiennent une concentration très importante de composés antioxydants, principalement des polyphénols. Ces résultats confirment l'excellent potentiel antioxydant des graines de raisin, qui peuvent contribuer de manière significative à la neutralisation des radicaux libres.

Le café a également une capacité antioxydante notable $69,9 \pm 2,78\%$, bien que beaucoup plus faible que celle de mélange torréfié. Le café est reconnu pour sa teneur en antioxydants naturels, tels que les polyphénols et les acides chlorogénique, qui contribuent à cette capacité. Cependant, en comparaison avec la poudre de graines de raisin, le café seul possède une efficacité antioxydante moindre.

Lorsque de la poudre de graines de raisin est ajoutée au café, la capacité antioxydante du mélange, évaluée à $35,53 \pm 4,74\%$, est inférieure à celle de la poudre de graines de raisin seule, mais supérieure à celle du café seul. Cela suggère que l'effet antioxydant des graines de raisin est dilué dans le mélange, ou qu'il existe une interaction entre les composants des deux ingrédients qui limite l'efficacité globale des antioxydants. Néanmoins, le mélange présente toujours une amélioration par rapport au café seul. Le type d'interaction pourrait être une interaction chimique où certains composés présents dans le café et les graines de raisin peuvent se lier ou réagir, réduisant ainsi l'activité antioxydante totale disponible.

La torréfaction des graines de raisin avant leur mélange avec le café semble augmenter la capacité antioxydante $98,2 \pm 8\%$, par rapport au mélange non torréfié. La torréfaction peut induire des changements dans les composés phénoliques, parfois augmentant leur activité antioxydante. Cela suggère que la torréfaction des graines de raisin pourrait être une méthode efficace pour maximiser leurs propriétés antioxydantes lorsqu'elles sont incorporées dans des mélanges alimentaires.

Selon (**Gomez-Ruiz *et al* ; 2008**), la capacité antiradicalaire de café *robusta* déterminée par l'ABTS° est de 65% . Ce résultat est inférieur de $69,9 \pm 2,78\%$ à ceux obtenus dans notre étude.

D'après la figure 29 ; l'activité antiradicalaire d'ABTS° est plus élevée pour le mélange de la poudre torréfiée que pour celui contenant de la poudre de raisins secs non torréfiés.

La concentration d'antioxydants dans la poudre augmente à mesure que leur degré de torréfaction augmente.

L'étude statistique révèle que la capacité antiradicalaire ABTS° diffère significativement $p < 0,05$ entre les quatre produits. Le mélange de poudre torréfié additionné au café a développé une capacité antioxydante supérieure à celle de poudre, ensuite le mélange de poudre non torréfié et en fin le café.

Ces observations mettent en lumière le potentiel des graines de raisin Red Globe comme puissant complément antioxydant et suggèrent que leur incorporation dans le café, en particulier après torréfaction, pourrait offrir des bénéfices santé accrus grâce à une meilleure activité antioxydante.

II.2.5. Pouvoir réducteur :

Les métaux de transition, comme le fer, ont un effet néfaste sur l'organisme vivant en participant à la production de radicaux libres d'oxygène. Ces radicaux libres peuvent endommager les molécules biologiques par oxydation, affectant les lipides membranaires, les protéines et les acides nucléiques. Pour prévenir ces dommages oxydatifs, la chélation de ces métaux est essentielle pour protéger les systèmes biologiques et les matrices alimentaires.

Le pouvoir réducteur mesure la capacité d'une substance à agir comme un agent réducteur, c'est-à-dire à céder des électrons dans une réaction chimique.

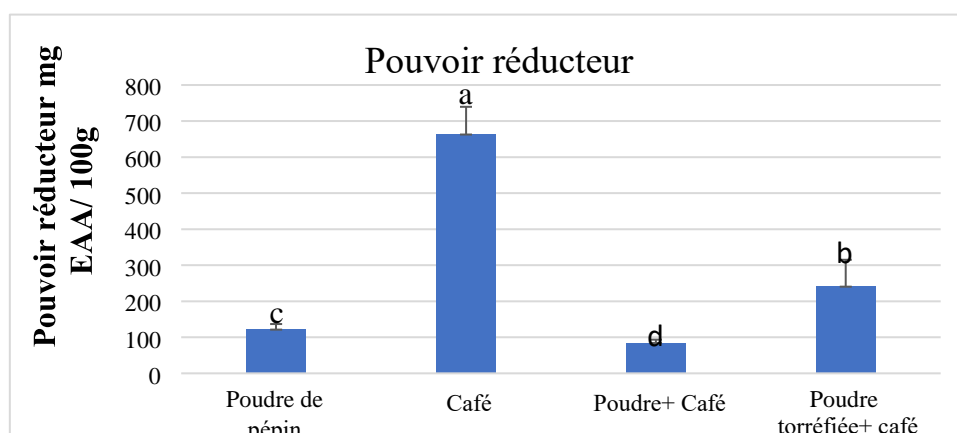


Figure 30: Pouvoir réducteur des extraits des quatre échantillons.

- ✓ *Les barres verticales représentent les écarts types.*
- ✓ *Les lettres différentes indiquent les valeurs significativement différentes par le test tukey ($P < 0,05$).*
- ✓ *$a > b > c > d$.*

Le potentiel réducteur est déterminée à partir de la courbe d'étalonnage réalisée avec L'acide ascorbique (annexe 01). La comparaison des potentiels réducteurs entre les différents échantillons révèle des différences significatives à $p < 0,05$. L'examen des résultats obtenus permet de relever une variabilité dans la capacité réductrice des extraits analysés, dont l'intensité suit l'ordre décroissant suivant : café ($663,63 \pm 75,94$ mg EAA/100g) > le mélange poudre torréfié additionné au café ($241,51 \pm 73,61$ mg EAA/100g) > la poudre ($122,36 \pm 14,49$ mg EAA/100g) > le mélange poudre non torréfié additionné au café ($85 \pm 8,52$ mg EAA/100g).

La valeur de $122,36 \pm 14,49$ mg EAA/100g indique le pouvoir réducteur de la poudre seule. Cette valeur est relativement basse par rapport aux autres échantillons, ce qui suggère que la poudre a un pouvoir réducteur modéré.

La valeur de $663,63 \pm 75,94$ mg EAA/100g pour le café est la plus élevée parmi les mesures. Cela indique que le café a un très fort pouvoir réducteur, probablement en raison de la présence d'antioxydants comme les acides chlorogéniques.

La combinaison de poudre et de café donne une valeur de $85 \pm 8,52$ mg EAA/100g, ce qui est inférieur aux valeurs de la poudre et du café seuls. Cette diminution significative du pouvoir réducteur pourrait être due à une interaction entre les composants de la poudre et ceux du café, entraînant une réduction de l'efficacité globale du mélange en tant qu'agent réducteur. Il est possible que certains composés présents dans la poudre inhibent les propriétés réductrices des composants actifs du café.

La combinaison de poudre torréfiée et de café donne une valeur de $241,51 \pm 73,61$ mg EAA/100g. Cette valeur est supérieure à celle de la poudre seule et de la combinaison poudre avec café, mais inférieure à celle du café seul. La torréfaction de la poudre pourrait modifier les composants chimiques de la poudre, augmentant ainsi son pouvoir réducteur lorsqu'elle est combinée avec du café. Cependant, cette augmentation n'atteint pas le niveau du café seul, ce qui suggère que bien que la

torréfaction améliore le pouvoir réducteur de la poudre, elle ne suffit pas à atteindre le niveau du café.

D'après les résultats obtenus, le Café robusta a montré un pouvoir réducteur élevé avec 2235 mg EAA/100g, tandis que le Café arabica a démontré une activité plus faible avec 663,63 mg EAA/100g. (Mokhtari *et al.*, 2012)

D'après la figure 30, le pouvoir réducteur est plus élevé pour le mélange contenant de la poudre torréfiée que pour celui avec de la poudre de raisins secs non torréfiés. La concentration du pouvoir réducteur de la poudre augmente avec l'intensité de la torréfaction.

II.3. Corrélation :

Certains paramètres présentent des interactions positives entre eux, tandis que d'autres interagissent négativement. Les résultats des corrélations obtenues pour les paramètres

	Flavonoïde	Polyphénol	DPPH	ABTS	Pouvoir réducteur	Humidité	PH	Cendre
Flavonoïde	1.00							
Polyphénol	0.81**	1.00						
DPPH	-0.81**	-0.62*	1.00					
ABTS	0.55	0.27	-0.87***	1.00				
Pouvoir réducteur	-0.27	-0.49	0.14	-0.07	1.00			
Humidité	0.64*	0.82**	-0.52	0.33	-0.79**	1.00		
PH	0.14	0.13	-0.05	-0.09	0.22	0.11	1.00	
Cendre	-0.44	-0.63*	0.30	-0.19	0.96***	-0.87***	-0.28	1.00

analysés sont représentés dans la table de corrélation.

Tableau V : Matrice de corrélation des résultats des quatre poudres

r : coefficient de corrélation.

(*) corrélation significative ($P < 0.05$).

(**) corrélation hautement significative ($P < 0.01$).

(***) corrélation très hautement significative ($P < 0.001$).

D'après l'analyse obtenus, il existe une corrélation hautement significative entre les flavonoïdes et les polyphénols cela est confirmé par le coefficient de corrélation de $r=0.81$. Cela signifie qu'une augmentation des flavonoïdes est associée à une augmentation des polyphénols.

L'humidité est également fortement corrélée aux polyphénols a coefficient de corrélation de $r=0.82$, indiquant qu'une teneur en humidité plus élevée est associée à une plus grande quantité de polyphénols.

L'humidité est également fortement corrélée aux flavonoïdes a coefficient de corrélation de $r=0.64$, indiquant qu'une teneur en humidité plus élevée est associée à une plus grande quantité de flavonoïdes.

Il existe une corrélation positive très hautement significative entre le pouvoir réducteur et les cendres le coefficient de corrélation de $r=0.96$, ce qui suggère que les échantillons avec un pouvoir réducteur élevé ont également une teneur en cendres plus élevée, ce qui peut être dû à la présence de minéraux qui participent aux réactions oxydant réduction. Cette relation a des implications importantes pour la qualité, la production, et la recherche sur les produits riches en antioxydants.

Les flavonoïdes sont négativement corrélés avec le DPPH en montrant le coefficient de corrélation de $r=-0.81$, ce qui signifie qu'une augmentation des flavonoïdes est associée à une diminution de l'activité DPPH, ce qu'on suggère qu'il y a d'autre composés bioactifs existant dans les matrices analysées autre que les flavonoïdes comme le cas de tanins, anthocyanidines et autre. Par ailleurs c'est avéré nécessaire de faire d'autre investigation plus approfondies et de comprendre des mécanisme antiradicalaire.

Les polyphénols montrent également une corrélation négative significative avec le DPPH a coefficient de corrélation de $r=-0.62$.

Une teneur en humidité plus élevée est associée à un pouvoir réducteur plus faible a coefficient de corrélation de $r= -0.79$, cette relation étant hautement significative.

Une teneur en cendres plus élevée est très hautement significative associée à une diminution de l'humidité a coefficient de corrélation de $r = -0.87$.

Polyphénol plus élevée est significative associée à une diminution de teneur en cendre a coefficient de corrélation de $r = -0.63$.

DPPH° montrent également une corrélation négative très hautement significative avec l'ABTS° a coefficient de corrélation de $r = -0.87$.

II.4. L'activité antibactérienne :

Les résultats obtenus pour l'évaluation de l'activité antibactérienne des extraits étudiés sont représentés dans le Tableau VI. On remarque que les extraits de café sont les seuls à avoir une activité antibactérienne contre l'ensemble des souches étudiées.

Tableau VI : Activité antibactérienne (zone d'inhibition en mm) des différents extraits hydro-alcooliques testés

Extrait	Concentration (mg/ml)	Espèces bactériennes		
		Gram-		Gram+
		<i>Escherichia coli</i> <i>ATCC87393</i>	<i>Klebsiella sp.</i>	<i>Staphylococcus aureus</i> <i>ATCC43300</i>
Pépin de raisin	100	10	0	8
	20	10	0	8
Café	100	10	0	12
	20	10	0	11
Pépin de raisin + café	100	12	0	10
	20	11	0	9
Pépin de raisin torréfié + café	100	11	0	10
	20	9	0	9

Les extraits montrent une sensibilité de la souche *E.coli ATCC87393* vis-à-vis de l'ensemble des bactéries testées avec des zones d'inhibition situées entre 9 mm et 12 mm. Une efficacité similaire des extraits de pépins de raisin et d'extrait de café a été observée. Toutefois, le mélange des deux extraits montre un effet synergique qui se manifeste avec une légère augmentation des zones d'inhibition. On remarque que la torréfaction des graines de raisin n'induit aucun changement dans l'activité antibactérienne.

Dans le cas de *Klebsiella* sp. Une importante activité antibactérienne ne montre aucun effet sur cette souche bactérienne.

Pour *Staphylococcus aureus ATCC43300*, les diamètres d'inhibition obtenues varient entre 8 mm et 12 mm. Les extraits de café montrent une activité antibactérienne notable contre *S.aureus ATCC43300* suivie des extraits de pépins de raisin. L'activité antibactérienne diminue légèrement avec le mélange des deux extraits.

L'effet antibactérien des extraits étudiés pourrait être expliqué par la présence des composés phénoliques dans nos extraits. En effet, les résultats du dosage des composés phénoliques réalisés ont montré des niveaux importants. Plusieurs études ultérieures ont déjà indiqué les effets antibactériens des extraits éthanoliques des plantes et leur relation avec la présence des composés phénoliques en particulier les flavonoïdes (Cushnie, 2011 et Xie, 2015). Ces composés exercent leurs effets en agissent principalement au niveau de la membrane bactérienne en induisant sa destruction. Une différence dans l'activité antibactérienne des composés phénolique pourrait également être liée à leurs structures (Oulahal et Degraeve, 2022).

Conclusion

Conclusion :

Les analyses de la poudre de pépins de raisin montrent qu'elle est riche en nutriments et les composés phénoliques. Elle possède d'importantes propriétés antioxydantes, ce qui la rend bénéfique pour la santé et utile dans les industries alimentaire et pharmaceutique. La composition et l'activité antioxydante varient selon que la poudre soit torréfiée ou non, avec la torréfaction améliorant la libération des composés phénoliques et augmentant le potentiel antioxydant. Ainsi, intégrer de la poudre de pépins de raisin torréfiée dans le café enrichir son profil bioactif et ses bienfaits pour la santé.

La présente étude nous a permis de déterminer l'impact de formulation de poudre du grain de raisin (le café, la poudre de pépin de raisin torréfiée et non torréfiée additionné au café) sur les paramètres physico chimiques et les dosages des Antioxydant, on trouve l'humidité 4 à 12,5%, le pH présente des valeurs allant jusqu'à 6 et l'acidité titrable est 0,12 g/100g, les cendres varie entre 0,17 à 5,67 %. Des teneurs en composées phénoliques totaux sont détectées dans les différents produits, allant 526,58mg EAG/100g pour la poudre de pépin de raisin , le café 49,43mgEAG/100g, La combinaison de la poudre et du café montre 108,80mgEAG/100g , La poudre torréfiée combinée avec le café 190,6 mg EAG/100g. flavonoïdes dans quatre produits, la teneur en flavonoïdes de poudre 77,79mg EQ/100g, le café à la teneur en flavonoïdes 18,12mgEQ/100g, de 43,81mgEQ/100g, de 2,3mgEQ/100g. l'activité anti radicalaire par DPPH , la poudre 78,856 % , le café 61,71 % , le mélange de poudre torréfié additionné au café 74,571 %, le mélange de poudre non torréfié 82,381 %. L'activité anti radicalaire contre ABTS, la poudre 93.16%, le café 69,9%, le mélange de poudre torréfié additionné au café 35,53%, le mélange de poudre non torréfié 14127%. La valeur de 122,36 mg EAA/100g indique le pouvoir réducteur de la poudre 663,63 mg EAA/100g pour le café, et la valeur de 85 mg EAA/100g de La combinaison de poudre et de café. La combinaison de poudre torréfiée et de café donne une valeur de 241,51 mg EAA/100g.

Les extraits montrent une sensibilité de la souche *E.coli ATCC87393* et *Staphylococcus aureus ATCC43300* vis-à-vis de l'ensemble des bactéries testées avec des zones

d'inhibition situées entre 8 mm et 12 mm. Donc les extraits de pépins de raisin et de café présentent une efficacité comparable.

Cependant, le mélange de ces deux extraits montre un effet synergique, se traduisant par une légère augmentation des zones d'inhibition. Il est également la torréfaction des graines de raisin n'entraîne aucun changement dans leur activité antibactérienne.

Par contre dans le cas de *Klebsiella sp.* Une importante activité antibactérienne ne montre aucun effet sur cette souche bactérienne

La matrice de corrélation a révélé plusieurs corrélations très hautement significatives entre les différents paramètres analysés. Le DPPH présente une relation négative avec les flavonoïdes et les polyphénols ($r = -0.81$). De plus, une corrélation négative existe entre l'humidité et le pouvoir réducteur ($r = -0.79$), ainsi qu'entre l'humidité et la teneur en cendres ($r = -0.87$). En revanche, le pouvoir réducteur est positivement corrélé avec la teneur en cendres ($r = 0.96$). Par ailleurs, l'humidité et les flavonoïdes montrent des corrélations significatives avec les polyphénols ($r = 0.82$).

En guise de perspectives, il serait souhaitable de faire une analyse nutritionnelle complète de poudre de pépin de raisin et de déterminer d'autres activités biologiques de compléter ces résultats

- Analyser les macronutriments et les micronutriments tels que les protéines, les lipides, les glucides, les vitamines et les minéraux.
- Étudier en détail la présence de composés bioactifs comme les polyphénols, les flavonoïdes et les anthocyanines
- Tester l'impact de la poudre de pépin de raisin sur le goût, la texture et l'arôme des produits enrichis.
- Réaliser des études d'acceptabilité auprès des consommateurs pour déterminer le potentiel commercial.
- Réaliser des études sur les effets d'interactions emballage-produit.

En réalisant ces analyses supplémentaires, une compréhension plus complète des bénéfices nutritionnels et de santé de la poudre de pépin de raisin peut être obtenue, ce qui améliorerait son application dans les industries alimentaires et nutraceutique.

Références Bibliographiques

Références bibliographiques

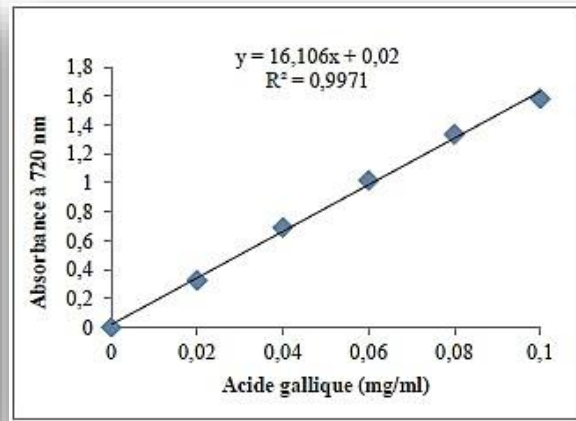
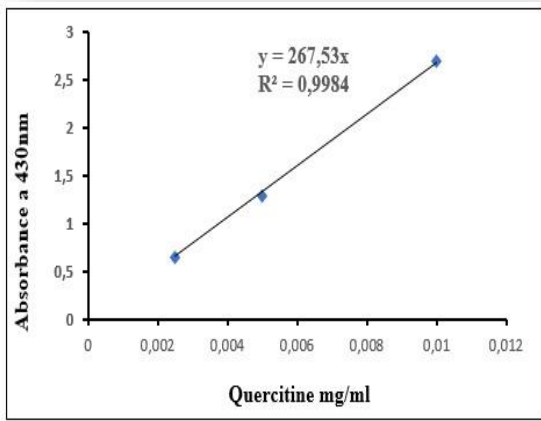
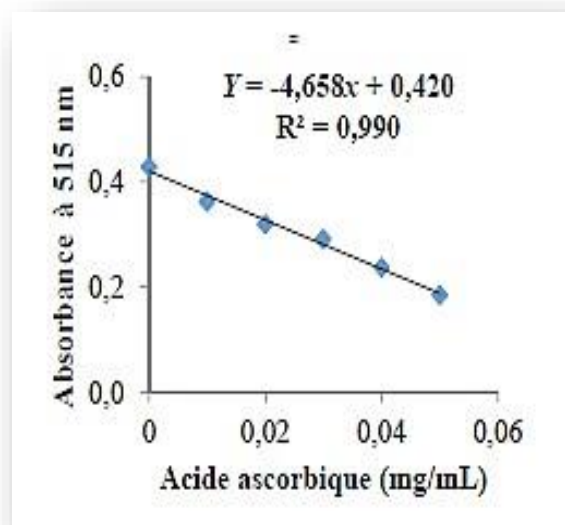
- AOAC (1998). Association of Official Analytical Chemists, Official Methods of Analysis, 16th Edition, 4th Revision, AOAC International, Gaithersburg MD, method 943.02.
- Aissani, O., & Derouiche, O. (2019). *Investigation chimique, phytochimique et biologique du café et du marc de café* [Mémoire].
- Alessandrini, L., Romani, S., Pinnavaia, G., & Dalla Rosa, M. (2008). Near Infrared Spectroscopy: An Analytical Tool to Predict Coffee Roasting Degree.
- Anderson, B. A., Shimoni, E., Liardon, R., & Labuza, T. P. (2003). The Diffusion Kinetics of Carbon Dioxide in Fresh Roasted and Ground Coffee.
- Anonyme. (2024). Les différents constituants du raisin et du vin.
- Anonyme. (2024). Morphologie et anatomie de la vigne.
- Anonyme.(2024).café arabica <https://semencecanada.com/produit/cafe-arabica>.
- Badel, M., & Bauer, W. (2001). Le café. In Les boissons. Université de Lausanne.
- Barel, M. (2008). Café : de la cerise à la tasse.
- Bartosz, G. (2003). Generation of reactive oxygen species in biological systems.
- Belmiloud, S. (2018). Effet antimicrobien de l'huile de pépins de raisin sur certaines bactéries pathogènes [Mémoire].
- Benchikh, Y. (2015). Étude de l'effet du stade de maturité sur les caractéristiques physico-chimiques, les propriétés antioxydantes et les profils phénoliques de trois variétés de *Ceratonia siliqua* L. [Mémoire].
- Benhamama, L. (2015). Contribution à l'étude phytochimique et évaluation de l'activité antioxydante de la plante médicinale *Crataegus monogyna*.
- Boussadia, H., & Boudraa, N. (2022). Contribution à la caractérisation de la phyllosphère des grappes de raisin de table (Étude comparative).
- Brezová, V., Šlebodová, A., & Staško, A. (2009). Coffee as a source of antioxidants: An EPR study. Food Chemistry.
- Cabanis, J. C., Cabanis, M. T., Cheynier, V., & Teissedre, P. L. (1998). Caractérisation de la matière première et des produits élaborés. Dans *OEnologie: fondements scientifiques et technologiques*.

- Cabanis, J., Cheynier, V., & Teissedre, P. (1998). Caractérisation de la matière première et des produits élaborés, pp. 291-336.
- Chira, K., & Teissedre, P. (2008). Les polyphénols du raisin.
- Clériver, A., Alami, I., Breton, F., Garcia, D., & Sanier, C. (1996). Les composés phénoliques et la résistance des plantes aux agents pathogènes. *Comments on Toxicology*.
- Crépin Ibingou Dibala, M. (2017). Composés phénoliques et propriétés biologiques de deux plantes de la pharmacopée traditionnelle utilisées contre les toxi-infections alimentaires au Burkina Faso [Mémoire].
- Cushnie, T. P., & Lamb, A. J. (2011). Antimicrobial activity of flavonoids. *International Journal of Antimicrobial Agents*, 26(5), 343-356.
- Derradji-Benmeziane, F. (2015). Effet de la nature du sol sur la teneur en antioxydants de quelques variétés de raisin de la région d'el-Tarf [Thèse].
- Djemaoun, N. (2017). Contrôle de la qualité physico-chimique et analyse sensorielle d'un mélange de café (Robusta et Arabica).
- Dybkowska, E., Sadowska, A., Rakowska, R., Dębowska, M., Świdorski, F., & Świąder, K. (2017). Assessing polyphenols content and antioxidant activity in coffee beans according to origin and the degree of roasting.
- Favier, A. (2003). Le stress oxydant. Intérêt conceptuel et expérimental dans la compréhension des mécanismes des maladies et potentiel thérapeutique.
- Gomez-Ruiz, J. A., Ames, J. M., & Leake, D. S. (2008). Antioxidant activity and protective effects of green and dark coffee components against human lowdensity lipoprotein oxidation.
- Guehame, W., & Lamrani, C. (2016). Evaluation de la qualité physico-chimique et microbiologique des fruits déshydratés : raisins et figes.
- Jacques-Félix, H. (1968). Usages et propriétés du café. In *Le café*. Université de France.
- Juillet, A. (1985). Les oléagineux et leurs tourteaux.
- Kasraoui, F. (2011). La Vigne (*Vitis vinifera* L.).
- Kechar, C. (2016). Étude de la compatibilité et de l'affinité de 04 variétés de raisin de table (cardinale, victoria, Red globe, Italia) sur 03 portes greffe (1003p, SO4, 41B) avec un double greffage pour Red globe sur 1003p) [Mémoire].

- Khalid, K. (2010). Le café : Marché et tendances. Revue de la filière agroalimentaire. Food Magazine.
- Labbani. (2022). Les composés phénoliques.
- Laraba, M., Serrat, A., & Ouassaa, G. (2016). Étude in vitro de l'activité antioxydantes des polyphénols isolés à partir d'une plante médicinale [Mémoire].
- Majewska, M., Skrycki, M., Podsiad, M., & Cieczot, H. (2011). Evaluation of antioxidant potential of flavonoids: An in vitro study. Acta Poloniae Pharmaceutica-Drug Research.
- Maria Barbara, Braun, M., & Braun, J. (2020). Extrait de pépins de raisin à efficacité biologique positive accrue, son procédé de fabrication et ses utilisations.
- Mika, A., Minibayeva, F., Beckett, R., & Lüthje, S. (2004). Possible functions of extracellular peroxidases in stress-induced generation and detoxification of active oxygen species.
- Milan, A. (1988). De la plante au grain torréfié. In Livre de café. Bourdas S.A.
- Mokhtari, L., & Ouazene, S. (2012). Évaluation de l'activité antioxydante des graines de café torréfié (*Coffea arabica* et *Coffea robusta*).
- Muriel, P., & Arauz, J. (2010). Coffee and liver diseases.
- Nicoli, M.-C., Anese, M., Manzocco, L., & Lericci, C.-R. (1997). Antioxidant properties of coffee brews in relation to the roasting degree. Lebensm-Wiss.
- Ordoudi, S., Tsimidou, M. Z., Vafiadis, A. P., & Bakalbassis, E. G. (2006). Structure-DPPH scavenging activity relationships: Parallel study of catechol and guaiacol acid derivatives. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 54, 5763-5768.
- Organisation internationale du café. (2016). Le rapport sur le marché du café.
- Oubellil, Y. (2013). Extraction et caractérisation physico-chimique de l'huile de pépins de raisin [Mémoire].
- Oyaizu, M. (1986). Studies on products of browning reactions: Antioxidative activities of products of browning reaction prepared from glucosamine.
- Pacottet, P. (2012). Viticulture. Rungis: Maxtor.

- Portes, E. (2008). Synthèse et études de tétrahydrocurcuminoïdes : Propriétés photochimiques et antioxydantes, applications à la préservation de matériaux d'origine naturelle [Thèse].
Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M., & Rice-Evans, C. (1999). Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolourisation assay.
- Reynier, A. (1991). Manuel de viticulture (6ème éd.). JB.
- Reynier. (2007). Manuel de viticulture. Édit Lavoisier, Tec.
- Ristic, R., & Iland, P. G. (2005). Relationships between seed and berry development of *Vitis vinifera* L. Cv Shiraz: Developmental changes in seed morphology and phenolic composition. *Australian Journal of Grape and Wine Research*.
- Rousserie, P. (2019). De la biosynthèse des flavanols aux tanins du vin: Quelle place pour les pépins de raisin ? [Thèse].
- SAFER, S. (2018). Teneur en polyphénols, tannins et flavonoïdes et capacité antioxydantes d'extrait éthanolique d'une plante.
- Saint-Jean, M. (2020). Le café et la santé.
- Stalmach, A., Steiling, H., Williamson, G., & Crozier, A. (2010). Bioavailability of chlorogenic acids following acute ingestion of coffee by humans with an ileostomy. *Archives of Biochemistry and Biophysics*.
- Vignoli, J. A., Viegas, M. C., Bassoli, D. G., & Benassi, M. de T. (2014). Roasting process affects differently the bioactive compounds and the antioxidant activity of Arabica
- Xie, Y., Yang, W., Tang, F., Chen, X., & Ren, L. (2015). Antibacterial activities of flavonoids: Structure-activity relationship and mechanism. *Curent Medicinal Chemistry*, 22(1), 132-149.

Annexes

Annexes 01: courbes d'étalonnage.**Figure 01:** Dosage des flavonoïdes.**Figure 02:** Dosage des polyphénols totaux.**Figure 03:** Droites d'étalonnage de l'acide ascorbique.

Annexes 02 : préparation des réactifs.

Préparation de carbonate de sodium à 7.5% :

7.5g de NaCO_3 dans 100ml d'eau distillé

Préparation Folin Ciocalteu :

Mélanger 1ml de Folin avec 9ml d'eau distillé.

Préparation chlorure d'Aluminium à 2% :

Faire dissoudre 2g chlorure dans 100ml d'éthanol.

Préparation de solution tampon (0.2M):

5g de NaH_2PO_4 dans 50ml d'eau distillé.

4g de H_3PO_4 dans 50ml d'eau distillé.

On ajoute l'acide au base jusqu'à Ph 6.6.

Annexes 03 :



Figure 04: La longueur de pépin de raisin.



Figure 05: La largeur des pépins de raisin.



Figure 06: L'épaisseur de pépin de raisin.

Résumé

Le raisin, fruit de la vigne, est un fruit très apprécié pour sa saveur délicate et ses multiples utilisations dans l'alimentation, la vinification et les produits dérivés. En plus de leur valeur nutritionnelle, les raisins sont une riche source d'antioxydants, notamment des polyphénols, des flavonoïdes et des anthocyanidines. Ces composés jouent un rôle essentiel dans la protection des cellules contre les dommages oxydatifs causés par les radicaux libres, ce qui contribue à prévenir de nombreuses maladies chroniques et à maintenir la santé publique. Les pépins de raisin, en particulier, sont riches en antioxydants et offrent un potentiel prometteur pour des applications dans les aliments thérapeutiques et les produits nutritionnels.

Dans notre étude, nous nous sommes concentrés sur les propriétés physiques et chimiques et les activités biologiques des pépins de raisin Red Globe, en plus de leur utilisation dans la formulation de poudre de café enrichie en poudre de pépins de raisin. Les analyses révèlent une richesse en composés phénoliques et une forte capacité antioxydante des graines. La poudre de café enrichie contenant jusqu'à 20 % de pépins de raisin conserve son bon goût, améliorant ainsi la valeur nutritionnelle et les bienfaits de la boisson pour la santé. Le mélange de poudre de pépins de raisin, torréfiés ou non, est destiné à enrichir la boisson en composés bioactifs bénéfiques. Tandis que les graines non torréfiées conservent un niveau plus élevé d'antioxydants naturels et d'autres nutriments. Cette combinaison améliore potentiellement les propriétés antioxydantes du café, tout en offrant une expérience gustative unique.

Mot clé : Variété Red Globe, pépin de raisin, café, composés phénoliques, activité antioxydante.

Abstract

Grapes, the fruit of the vine, are a highly valued fruit for their delicate flavor and multiple uses in food, winemaking and derivative products. In addition to their nutritional value, grapes are a rich source of antioxidants, including polyphenols, flavonoids and anthocyanidins. These compounds play an essential role in protecting cells from oxidative damage caused by free radicals, which helps prevent many chronic diseases and maintain public health. Grape seeds, in particular, are rich in antioxidants and offer promising potential for applications in therapeutic foods and nutritional products.

In our study, we focused on the physical and chemical properties and biological activities of Red Globe grape seeds, in addition to their use in the formulation of coffee powder fortified with grape seed powder. Analyzes reveal a richness in phenolic compounds and strong antioxidant capacity in the seeds. Enriched coffee powder containing up to 20% grape seeds retains its great taste, improving the nutritional value and health benefits of the drink. The grape seed powder mixture, whether roasted or not, is intended to enrich the drink with beneficial bioactive compounds. While unroasted seeds retain a higher level of natural antioxidants and other nutrients. This combination potentially enhances the coffee's antioxidant properties, while providing a unique taste experience.

Keyword: Red Globe variety, grape seed, coffee, phenolic compounds, antioxidant activity.

المخلص

العنب، ثمرة الكرمة، هو ثمرة ذات قيمة عالية لنكهته الرقيقة واستخداماته المتعددة في الغذاء وصناعة النبيذ والمنتجات المشتقة. بالإضافة إلى قيمته الغذائية، يعد العنب مصدرًا غنيًا لمضادات الأكسدة، بما في ذلك البوليفينول والفلافونويد والأنثوسيانين. وتلعب هذه المركبات دوراً أساسياً في حماية الخلايا من الأضرار التأكسدية التي تسببها الجذور الحرة، مما يساعد على الوقاية من العديد من الأمراض المزمنة والحفاظ على الصحة العامة. بذور العنب، على وجه الخصوص، غنية بمضادات الأكسدة وتوفر إمكانات واعدة للتطبيقات في الأغذية العلاجية والمنتجات الغذائية.

ركزنا في دراستنا على الخواص الفيزيائية والكيميائية والأنشطة البيولوجية لبذور عنب ريد جلوب، بالإضافة إلى استخدامها في تركيب مسحوق القهوة المدعم بمسحوق بذور العنب. تكشف التحليلات عن ثراء في المركبات الفينولية وقدرة قوية مضادة للأكسدة في البذور. يحتفظ مسحوق القهوة المخصب الذي يحتوي على ما يصل إلى 20% من بذور العنب بمذاقه الرائع، مما يحسن القيمة الغذائية والفوائد الصحية للمشروب. يهدف خليط مسحوق بذور العنب، سواء كان محمصاً أم لا، إلى إثراء المشروب بالمركبات النشطة بيولوجياً المفيدة. بينما تحتفظ البذور غير المحمصة بمستوى أعلى من مضادات الأكسدة الطبيعية والمواد المغذية الأخرى. من المحتمل أن يعزز هذا المزيج خصائص القهوة المضادة للأكسدة، مع توفير تجربة طعم فريدة من نوعها.

الكلمة المفتاحية: نوع Red Globe، بذور العنب، القهوة، المركبات الفينولية، النشاط المضاد للأكسدة.