

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

People's Democratic Republic of Algeria

The Minister of Higher Education and Scientific Research

ⵜⴰⴳⴷⴰⵢⵜ ⵜⴰⵎⴻⵔⴰⵏⵜ ⵜⴰⵖⵔⴰⵏⵜ ⵜⴰⵙⴰⵎⵓⵔⵜ ⵜⴰⵖⵔⴰⵏⵜ

ABOU BEKR BELKAID UNIVERSITY
TLEMCEN
FACULTY OF MEDICINE- Dr. B. BENZERDJE
PHARMACY DEPARTMENT



جامعة أبو بكر بلقايد - تلمسان
كلية الطب - د. ب. بن زرجب
قسم الصيدلة

**MEMOIRE DE FIN D'ETUDES POUR
L'OBTENTION DU DIPLOME DE DOCTEUR EN PHARMACIE**

THÈME:

**Estimation de la teneur en caféine dans le café commercialisé en Algérie par
spectroscopie UV-Visible**

Présenté par :

BENKOU Wafaa

TEBBAL Nour El Houda Fatima

Soutenu le

04/06/2025

Jury

Président

Dr BENCHACHOU Khadidja

Maitre-assistante en hydrobromatologie

Membres

Dr HADJILA Amina

Maitre-assistante en hydrobromatologie

Dr GHENIMI Fatima Zahra

Maitre-assistante en chimie analytique

Encadrant

Dr NORDINE Ibrahim Zakaria

Maitre-assistant en chimie analytique

Co-encadrant

Dr BOUBRIS Bouchra

Maitre-assistante en chimie analytique

Année universitaire : 2024-2025



Remerciements

Nous exprimons tout d'abord notre profonde gratitude à Allah, le Tout-Puissant, pour nous avoir accordé la force, la patience et la persévérance nécessaires à l'achèvement de ce travail.

*Nous adressons nos remerciements les plus sincères à notre encadrant, **Dr Nordine Ibrahim Zakaria**, maître-assistant en chimie analytique, pour ses conseils précieux, son aide inestimable, sa bienveillance et le temps qu'il nous a généreusement consacré.*

*Nous exprimons également notre profonde reconnaissance à notre co-encadrante, **Mme Boubri Bouchra**, maître-assistante en chimie analytique, pour son accompagnement attentif, sa disponibilité constante et la qualité de ses conseils, qui ont largement contribué à la réussite de ce travail.*

*Nos remerciements s'adressent également à **Dr Benchachou Khadidja**, pour avoir accepté de présider notre jury, ainsi qu'aux membres du jury, **Dr Hadjila Amina** et **Dr Ghenimi Fatima Zahra**, pour avoir accepté d'évaluer notre mémoire.*





Dédicaces

*C'est avec la grâce de Dieu Tout-Puissant que j'ai pu achever ce modeste travail, que je
dédie avec reconnaissance et gratitude :*

A ma très chère mère



*Tu es mon plus grand soutien, ma source d'amour et de réconfort inépuisable. Tes sacrifices,
tes encouragements et ta tendresse m'ont portée jusqu'ici. Ce travail est aussi le tien, car sans
toi, rien n'aurait été possible. Merci pour tout, du fond du cœur.*



A mon très cher père

*Tu as toujours été un modèle de force, de sagesse et de générosité. Ton soutien indéfectible et
tes encouragements m'ont donné la motivation d'avancer et de croire en moi. Ce travail est
aussi le fruit de tes sacrifices et de ton amour. Merci pour tout.*



A mon frère Aissa, et mes sœurs :

Khadija, Malika et Sara

A mes collègues,

A tous les membres de ma famille, petits et grands

A tous les enseignants qui ont contribué à ma formation

A tous mes amis sans aucune exception.

Wafaa



Dédicaces

*Je rends grâce à Dieu pour son soutien et son réconfort tout au long de mon
parcours universitaire.*

*À mon père de son histoire est née la force que je suis devenue
Maman,*



*Ma force, mon repère, celle qui a toujours cru en moi, même dans les moments les
plus difficiles. Ton amour et ton soutien ont été ma lumière tout au long de ce
parcours.*

À mes deux frères, Walid et Oussama,

*Vous avez été là à chaque étape, votre présence, vos encouragements et vos
sacrifices ont fait de moi ce que je suis aujourd'hui. Vous avez été mon pilier et
mon soutien indéfectible.*

À ma petite sœur Abir,

*Ton innocence et ton sourire m'ont souvent redonné courage. Merci d'avoir été
ma petite source de joie.*

À mes grands-parents,



*À ma grand-mère, qui nous a quittés trop tôt : ton sourire, gravé dans mon cœur, ne
s'effacera jamais.*

*À mon grand-père, votre amour l'un pour l'autre a laissé en moi une empreinte
profonde, Je vous porte tous les deux dans mon cœur.*

À ma meilleure amie Meriem,

Ma sœur de cœur, ton amitié est un cadeau rare, un reflet de mon âme.

Abi (mon beau-père),

Tu es toujours là pour m'encourager, et me rappeler l'importance de rester forte.

Ta sagesse et ton soutien me sont précieux. Merci pour tout.

Reda (mon futur mari)

Enfin docteur en pharmacie,

Je t'ai gardé pour la fin, car tu es la force discrète qui a soutenu chaque pas.

Ta patience et ton amour ont été mon refuge.

Main dans la main, inshallah, nous avancerons ensemble vers la réussite

Nour el Houda Fatima



Table des matières

Remerciements	i
Dédicaces.....	ii
Liste des abréviations	viii
Liste des tableaux	ix
Liste des figures	x
Introduction	1
Synthèse bibliographique	3
Chapitre I : Généralités sur le café	4
1. Étymologie	4
2. Définition	4
3. Historique	4
4. Botanique.....	5
4.1. La classification botanique du café	5
4.2. La plante.....	5
5. Culture de café.....	6
6. Différentes variétés de café	7
6.1. Arabica (<i>Coffea arabica</i>).....	7
6.2. Robusta (<i>Coffea canephora</i>).....	7
7. Les principaux pays producteurs de café	8
8. Traitement des cerises de café.....	8
8.1. La méthode sèche	8
8.2. La méthode humide	8
9. La torréfaction des grains de café vert	9
10. Principaux facteurs qui influencent la qualité du café.....	10
10.1. Séchage	10
10.2. Stockage	10
10.3. Transport	10
11. Effets bénéfiques du café sur la santé	10
11.1. Activité antioxydante	11
11.2. Activité anti-cancérigène ou antimutagène.....	11
11.3. Autres effets bénéfiques possibles	11
12. Les effets préjudiciables du café sur la santé	11

12.1. L'activité hypocholestérolémiant	11
12.2. L'activité mutagène ou génotoxique	12
12.3. Autres effets préjudiciables possibles	12
Chapitre II : La caféine	13
1. Historique	13
2. Définition	13
3. Propriétés physico-chimiques	14
4. Principales sources de la caféine	14
4.1. Le café	14
4.2. Le thé	15
4.3. Le cacao	16
4.4. La noix de cola	16
5. Effets sur la santé de l'organisme	17
5.1. Effets physiologiques	17
5.2. Risques d'intoxication	19
5.3. Risques par groupes de personnes sensibles	20
6. La dose limite recommandée	21
Chapitre III : Spectroscopie UV-Visible	22
1. Introduction à la spectroscopie UV-Visible	22
2. Bases théoriques de la spectroscopie UV-Visible	22
2.1. Domaine spectral	22
2.2. Interaction de la lumière avec la matière	23
2.3. Principe	23
2.4. Loi de Beer-Lambert	23
2.5. Absorbance et transmittance	23
2.6. Transitions électroniques des composés organiques en spectroscopie UV-Visible	24
2.7. Chromophores et absorption UV-Visible	25
2.8. Absorption UV-Visible de la caféine	26
3. Appareillage et instrumentation	26
3.1. Source lumineuse	26
3.2. Monochromateur	27
3.3. Cuve et solvant	27
3.4. Détecteur	27

4.	Facteurs influençant les mesures spectroscopiques.....	27
4.1.	Effet du solvant	27
4.2.	Effet de la concentration.....	27
4.3.	Interférences et erreurs possibles.....	28
5.	Avantages et limites de la spectroscopie UV-Visible	28
5.1.	Avantages	28
5.2.	Limite	28
6.	Applications de la spectroscopie UV-Visible dans l'analyse du café	28
6.1.	Détection et quantification de la caféine	28
6.2.	Analyse d'autres composés phénoliques.....	28
6.3.	Études comparatives entre différentes marques de café	28
	Partie expérimentale.....	29
	Matériel et méthodes	30
1.	Objectifs de l'étude.....	31
1.1.	Objectifs principaux	31
1.2.	Objectif secondaire	31
2.	L'enquête de consommation du café.....	31
2.1.	Type d'étude.....	31
2.2.	Durée de l'étude	31
2.3.	Méthode.....	31
2.4.	Considérations éthiques.....	31
3.	Identification de la caféine standard par spectrophotométrie d'absorption dans l'IR	31
3.1.	Matériel	31
3.2.	Méthodes	32
4.	Détermination de la teneur en caféine des échantillons de café par spectrophotométrie UV-Visible	34
4.1.	Type d'étude.....	34
4.2.	Lieu et durée de l'étude	34
4.3.	Échantillon d'étude.....	34
4.4.	Matériels.....	34
4.5.	Méthodes	35
	Résultats.....	40
1.	Résultats de l'enquête de consommation du café	41

1.1. Profil du participant	41
1.2. Habitude de consommation de café.....	44
1.3. Impact sur la santé.....	52
2. Résultats de l'identification de la caféine standard par spectroscopie IR	56
3. Résultats de l'analyse quantitative de la caféine des échantillons de café	57
3.1. La courbe d'étalonnage	57
3.2. Teneur en caféine des échantillons de café.....	58
Discussion.....	60
1. Discussion des résultats de l'enquête de consommation du café.....	61
2. Discussion des résultats de l'identification de la caféine standard par spectroscopie IR	63
3. Discussion des résultats de l'analyse quantitative de la caféine des échantillons	64
Conclusion	66
Références bibliographiques	68
Annexes	79

Liste des abréviations

ATR : Attenuated total reflectance (Réflexion totale atténuée)

DCM : Dichlorométhane

DDF : Date de fabrication

DDP : Date de péremption

EFSA : European food safety autorité (Autorité européenne de sécurité des aliments)

FTIR : Fourier transform infrared (Spectroscopie infrarouge à transformée de fourier)

IR : Infrarouge

OM : Orbitale moléculaire

R²: Coefficient de corrélation

SCR : Substance chimique de référence

UV: Ultraviolet

λ_{max} : Longueur d'onde maximale

% m/m : Pourcentage massique

Liste des tableaux

Tableau I : Avantages et inconvénients par type de transformation .	9
Tableau II : Principaux effets physiologiques de la caféine chez l'homme	18
Tableau III : Signes toxiques engendrés par la caféine .	19
Tableau IV : Limites recommandées de l'apport quotidien maximal en caféine chez la population en bonne santé	21
Tableau V : Les caractéristiques des échantillons de café analysés dans l'étude.	34
Tableau VI : Nombres d'onde d'absorption de la caféine dans l'IR.	57
Tableau VII : Paramètres de la courbe d'étalonnage de la caféine ($\lambda_{\text{max}} = 272 \text{ nm}$).	58
Tableau VIII : Teneur en caféine des échantillons analysés exprimée en mg/L et en % m/m.	58

Liste des figures

Figure 1 : Le caféier (<i>Coffea arabica</i>)	6
Figure 2 : Les fruits de caféier (<i>Coffea arabica</i>)	6
Figure 3 : Graines des deux principales variétés du café : Arabica et Robusta	8
Figure 4 : Aspect de graines du café au cours de la torréfaction à différents degrés	9
Figure 5 : La torréfaction du café	10
Figure 6 : Structure chimique de la caféine	13
Figure 7 : <i>Coffea arabica</i>	15
Figure 8 : <i>Coffea canephora</i>	15
Figure 9 : <i>Camellia sinensis</i>	16
Figure 10 : <i>Theobroma cacao</i>	16
Figure 11 : <i>Cola acuminata</i>	17
Figure 12 : Région UV-Visible	22
Figure 13 : Transitions électroniques des composés organiques simples	25
Figure 14 : Structure de la caféine	26
Figure 15 : Principe de fonctionnement d'un spectrophotomètre UV-Visible	27
Figure 16 : Spectrophotomètre infrarouge à transformée de fourier (FTIR) IRSpirit de Shimadzu équipé de l'accessoire ATR QATR-S.....	32
Figure 17 : Rappel de la structure chimique de la caféine	33
Figure 18 : Pesée de l'échantillon de café Siglo à l'aide d'une balance analytique (photo originale). ..	36
Figure 19 : Chauffage de la solution à l'aide d'une plaque chauffante (photo originale).	37
Figure 20 : Dispositif d'extraction de la caféine par le DCM (photo originale).	38
Figure 21 : Solutions extraites au DCM contenant la caféine des 11 échantillons de café (photo originale).	38
Figure 22 : Sexe des participants.	41
Figure 23 : L'âge des participants.....	42
Figure 24 : Statut social des participants.....	43
Figure 25 : Niveau d'éducation des participants.	44
Figure 26 : Fréquence de consommation de café.....	45
Figure 27 : Nombre moyen de tasses de café consommées par jour.....	46
Figure 28 : Moments de consommation du café.....	47
Figure 29 : Variété de café préféré.	48
Figure 30 : Marques du café consommées.	49

Figure 31 : Critères de choix d'un café.	50
Figure 32 : Types de conditionnement du café achetés.....	51
Figure 33 : Préférences de consommation de café.....	52
Figure 34 : Raisons de consommation du café.	53
Figure 35 : Perception des bienfaits du café sur la santé.....	54
Figure 36 : Bienfaits associés à la consommation du café.	55
Figure 37 : Effets secondaires et risques associés à la consommation de café.....	56
Figure 38 : Spectre d'absorption dans l'infrarouge de la caféine standard (en rouge) et la caféine de référence (en noir).....	56
Figure 39 : Courbe d'étalonnage de la caféine à 272 nm.....	57

Introduction

Introduction

Le café est l'une des boissons les plus consommées dans le monde. Présent dans la vie quotidienne de millions de personnes, il occupe une place importante tant sur le plan culturel qu'économique. Deuxième produit le plus échangé à l'échelle mondiale après le pétrole, le café séduit non seulement par ses arômes, mais aussi par ses effets physiologiques, principalement liés à la caféine, son composé actif majeur (1).

La caféine est un alcaloïde naturellement présent dans les grains de café. Elle agit comme un stimulant du système nerveux central, favorisant l'éveil, la concentration et la réduction de la sensation de fatigue. Toutefois, une consommation excessive peut entraîner divers effets indésirables, tels que des troubles du sommeil, une nervosité accrue ou une élévation de la pression artérielle (2).

En Algérie, le marché du café est caractérisé par une grande diversité de produits, allant des cafés moulus aux cafés instantanés, proposés par de nombreuses marques locales et importées. Ces produits diffèrent par leur composition (Arabica, Robusta ou un mélange des deux), ce qui influence directement sur leur teneur en caféine. La réglementation algérienne reste cependant floue en matière de seuils de caféine tolérés ou recommandés, contrairement à certains pays où des normes strictes sont imposées. Par exemple, l'Autorité européenne de sécurité des aliments (EFSA) recommande de ne pas dépasser 400 mg de caféine par jour pour un adulte en bonne santé (3). D'autres pays comme le Canada ou les États-Unis exigent un étiquetage précis de la teneur en caféine pour certains produits alimentaires (4,5). Dans ce contexte, la problématique suivante se pose :

La teneur en caféine des cafés disponibles sur le marché algérien est-elle conforme aux recommandations internationales en vigueur ?

Face à ce constat, cette étude a pour objectifs de déterminer la teneur en caféine présente dans les cafés consommés en Algérie à l'aide de la spectroscopie UV-Visible et de reconnaître les habitudes de consommation du café à travers une enquête.

Pour atteindre ces objectifs, ce manuscrit est structuré en deux grandes parties :

- La première partie, consacrée à la revue de la littérature, se subdivise en trois chapitres : le premier présente des généralités sur le café ; le second est dédié à la caféine (structure,

Introduction

propriétés, effets physiologiques) ; et le troisième aborde les principes de la spectroscopie UV-Visible ainsi que son application à l'analyse de la caféine.

- La deuxième partie est consacrée à l'étude expérimentale. Elle débute par une enquête menée auprès des consommateurs afin de recueillir des informations sur les critères influençant leur choix, les bienfaits perçus du café et ses effets indésirables. Ensuite, une analyse spectrophotométrique a été réalisée pour déterminer la teneur en caféine dans différentes marques de café disponibles sur le marché algérien, en détaillant le matériel et les méthodes utilisés pour l'analyse. Les résultats obtenus sont ensuite discutés et comparés aux données de la littérature scientifique.

Synthèse bibliographique

Chapitre I : Généralités sur le café**1. Étymologie**

Le « café » vient du mot arabe "cahouah" ou "qahwah" qui désignait cette boisson. Il s'est ensuite transformé en "kahvè" en turc, puis en "caffè" en italien, d'où le terme français de "café" qui est apparu vers 1600. En France, on emploie familièrement l'argot caoua, dérivé de l'arabe d'Algérie et repris par les militaires au XIX^e siècle. Le café est une boisson psychoactive obtenue à partir des graines du caféier (6).

2. Définition

Le café est l'une des boissons les plus consommées dans le monde et constitue le deuxième produit échangé à l'échelle mondiale après le pétrole (7). Le Brésil est le principal producteur et exportateur (8). Depuis plus de 40 ans, la consommation mondiale de café est en constante augmentation. Cette consommation élevée est attribuée à ses caractéristiques organoleptiques et stimulantes, ainsi qu'aux effets bénéfiques pour la santé en raison de la présence de composés bioactifs (9).

Il y a deux catégories principales de café : Arabica et Canephora, généralement appelé Robusta. Les cafés commercialisés peuvent être de type Arabica, Robusta ou un mélange des deux. L'Arabica est reconnu comme la variété de café la plus appréciée (10).

Les composés chimiques bioactifs complexes présents dans les grains de café comprennent des composés phénoliques, des composés volatils et non volatils, de la caféine, de l'acide chlorogénique, des diterpènes, de la trigonelline, des protéines, des lipides et des minéraux. La caféine est le principal composant alcaloïde des grains de café (11).

3. Historique

L'emploi du café en tant que boisson est si ancien qu'il y a de multiples légendes liées à la découverte du café. Selon l'une de ces légendes, un jeune berger nommé « Khaldi » aurait constaté que ses chèvres étaient très agitées et n'arrivaient pas à dormir après avoir consommé les petits fruits rouges des arbustes qui les entouraient (12).

Le café fut introduit au début du XVI^e siècle. Les premiers commerçants de café le vendaient en Europe. Durant la période de 1800 à 1850, le café a été cultivé pour la première

fois à Rio de Janeiro et s'est progressivement développé, devenant finalement la principale source économique du Brésil (13).

Dans les années 1970, pour les Nord-Américains, premiers consommateurs du monde, la ville la plus pluvieuse des États-Unis a donné naissance à une culture du café, également appelée culture "latte". De nos jours, on peut savourer du bon café dans toutes les grandes villes du monde, de Londres à Sydney en passant par Tokyo. Et demain, non seulement on en consommera davantage, mais surtout, on boira un café de meilleure qualité (14).

4. Botanique

4.1. La classification botanique du café

Règne : Plantae ;

Division : Angiospermae ;

Classe : Dicotyledoneae ;

Sous - classe : Sympetalae ou Metachlamydeae ;

Ordre : Rubiales ;

Famille : Rubiaceae ;

Genre : *Coffea* (15).

4.2. La plante

Le caféier est un arbuste pouvant atteindre 12 mètres. Il pousse dans les régions intertropicales, devient productif après 5 ans, et sa longévité varie de 25 à 50 ans. Il donne des fruits charnus, généralement rouges ou violets, qui ressemblent à des cerises, « cerises de café ». Ces fruits contiennent généralement deux graines de café. Le caféier est une plante pérenne appartenant à la famille des Rubiacées, qui regroupe plus de 500 genres et plusieurs milliers d'espèces. Parmi celles-ci, les deux espèces les plus répandues sont le *Coffea arabica* et le *Coffea canephora*, communément nommé Robusta (16).



Figure 1 : Le caféier (*Coffea arabica*) (17).



Figure 2 : Les fruits de caféier (*Coffea arabica*) (17).

5. Culture de café

On cultive de l'Arabica à des densités variant entre 3 000 et 10 000 pieds par hectare. Il commence à produire des fruits après 2 ou 3 ans. La floraison peut être déclenchée par le froid ou par une période de sécheresse. Quand la période de sécheresse est particulièrement prononcée, une ou deux floraisons peuvent survenir chaque année. Dans les conditions froides et toujours pluvieuses des hautes montagnes, il est possible d'observer 4 ou 5 floraisons, voire davantage, qui se prolongent sur plusieurs mois. La maturation des fruits varie de six à dix mois. Le suivi annuel se restreint aux travaux de taille, de désherbage, de fertilisation et potentiellement aux traitements phytosanitaires contre les insectes et les affections (18).

La culture du Robusta est presque semblable à celle de l'Arabica. Néanmoins, il est généralement cultivé en exposition au soleil et à des densités réduites (1 000 à 3 000 pieds par hectare). Le fruit du Robusta mûrit plus rapidement. Un hectare de caféier, cultivé dans des conditions optimales, peut produire entre 6 et 7 tonnes de cerises qui produiront entre 1,2 et 1,3 tonnes de café commercialisé suite à la transformation. Lorsque les prix du café sont extrêmement bas, les producteurs de café font

peu d'investissements dans leurs cultures. Ils laissent l'ombrage croître et se contentent d'un entretien minimal. Dans ce contexte, un hectare produit entre 600 kg et 1 tonne de cerises, soit une quantité comprise entre 100 et 200 kg (18).

Dans des conditions de culture intensive au soleil, une importante plantation peut assurer une production optimale sur une durée de 30 ans. Les caféiers en terrasse, qui sont peu productifs et mal entretenus, ont généralement une durée de vie comprise entre 50 et 100 ans (18).

6. Différentes variétés de café

Il n'y a pas une grande variété de caféiers, mais uniquement deux d'entre eux sont cultivés à travers le monde : *Coffea arabica* et *Coffea canephora* (Robusta) (19).

6.1. Arabica (*Coffea arabica*)

La culture de l'Arabica (ou *Coffea arabica*) est plus complexe et moins fructueuse que celle du Robusta. C'est pourquoi il est principalement cultivé dans des plantations situées entre 1000 et 2000 mètres d'altitude en climat tropical influencé par la hauteur, comme celles de l'Amérique du Sud, de l'île de la Réunion ou de l'Indonésie. Le *Coffea arabica* représente environ 60 % de la production mondiale de café, grâce à ses caractéristiques aromatiques qui dépassent celles du Robusta. En moyenne, son coût est de 20 à 25 % supérieur à celui du robusta. Néanmoins, sa concentration en caféine demeure nettement plus faible que celle du Robusta (17).

6.2. Robusta (*Coffea canephora*)

Le *Coffea canephora* est la source du Robusta. Il est originaire d'Afrique centrale et occidentale. En second lieu, en termes de production (40%), il est principalement cultivé dans les plaines africaines (Afrique occidentale, Ouganda, Angola, Afrique du Sud, etc) , ainsi qu'en Asie du Sud-Est (Viêtnam, Inde, Indonésie, Philippines) (17).

Cette espèce est particulièrement robuste. Elle présente une résistance supérieure à celle de l'arabica et donne plus de rendements par hectare. Cette espèce se développe en zone tropicale et tolère des conditions climatiques variées. Elle se caractérise par une saveur intense et corsée, ainsi qu'une teneur en caféine supérieure à celle de l'Arabica. (20).



Figure 3 : Graines des deux principales variétés du café : Arabica et Robusta (21).

7. Les principaux pays producteurs de café

Quelques 80 nations du Sud cultivent le café ; cependant, les trois producteurs majeurs contribuent à presque 40% de la production mondiale et représentent plus d'un quart des exportations. On considère le Brésil comme étant le principal producteur. Il a un impact significatif sur les prix mondiaux du café. Par conséquent, la Colombie et le Vietnam constituent deux autres piliers du marché, contribuant chacun à plus de 10% de la production mondiale (22).

8. Traitement des cerises de café

Il existe deux méthodes, adaptées aux ressources économiques des pays producteurs, par voie sèche ou par voie humide (23).

8.1. La méthode sèche

La méthode naturelle, également connue sous le nom de voie sèche, est la plus ancienne, la plus simple et ne nécessite que peu de ressources matérielles (17). On sèche le fruit soit directement au soleil sur des tables ou des terrasses en ciment, en brique ou même en asphalte, soit à l'aide de séchoirs mécaniques (23), on peut obtenir du « café en coque ».

8.2. La méthode humide

La division mécanique des parties du fruit donne la pulpe comme sous-produit et la parche comme produit principal. Le mucilage qui l'enveloppe peut être éliminé par fermentation, puis lavé ou éliminé directement par la machine sans fermentation. En général, on utilise le soleil de manière intensive pour sécher la parche (24,25).

La différence entre ces deux types de transformation est représentée dans le tableau suivant :

Tableau I : Avantages et inconvénients par type de transformation (25).

	Avantages	Inconvénients
Voie humide	-Café de meilleure qualité. -Payé au "bord du champ". -Après la récolte, le planteur ne s'occupe plus de son café.	-Nécessite plusieurs passages lors de la récolte.
Voie sèche	-Récolte plus rapide car nécessite moins de passage. -Rôle d'épargne.	-Café de mauvaise qualité. -Surveillance lors du séchage.

9. La torréfaction des grains de café vert

Lors de la torréfaction, le grain vert est chauffé selon un couple temps-température déterminant l'intensité de la cuisson. En combinant température et temps, on obtient différents degrés de torréfaction, allant du « clair » au « foncé » en passant par le « moyen » (26).

Il existe plusieurs niveaux de torréfaction :

- **Légèrement torréfié** : New England ou blond ;
- **Torréfaction normale** : American ou ambrée ;
- **Torréfaction moyennement intense** : Light French ou robe de moine ;
- **Torréfaction intense** : French ou brun ;
- **Torréfaction extrêmement intense** : French sombre, Italian ou très brun (27).



Figure 4 : Aspect de graines du café au cours de la torréfaction à différents degrés (28).



Figure 5 : La torréfaction du café (29).

10. Principaux facteurs qui influencent la qualité du café

10.1. Séchage

Le séchage (traitement humide et sec) joue un rôle essentiel dans la détermination de la qualité du café. Lorsque les conditions climatiques sont humides, il nécessite un séchage prolongé pour éviter la réabsorption de l'humidité. Dans ces conditions, les moisissures peuvent se développer et produire des mycotoxines (30).

10.2. Stockage

Le stockage constitue une étape essentielle susceptible d'influencer la qualité du café. En effet, une conduite incorrecte peut entraîner la dégradation ou la diminution de la qualité des grains. Il est donc important de prendre en compte les paramètres d'humidité, les conditions et la durée de stockage. Par ailleurs, il est primordial de ne pas faire de réhydratation lors du stockage et du transport (30).

10.3. Transport

Les pays producteurs ne transportent que du café en vrac vers les pays consommateurs, généralement dans des conteneurs de 18 à 22 tonnes. La présence d'eau résiduelle dans ces volumes de café peut entraîner une condensation ou une réhumidification locale, ce qui peut provoquer une redistribution de l'humidité et favoriser le développement de moisissures (30).

11. Effets bénéfiques du café sur la santé

De très nombreuses études ont mis en évidence des effets bénéfiques de la consommation de café sur la santé, principalement une activité anti-oxydante, anti-cancérogène et antimutagène.

11.1. Activité antioxydante

Le café est l'une des principales sources d'antioxydants de notre alimentation, tout comme les fruits, les légumes, le cacao et le thé. L'objectif des antioxydants est de combattre le vieillissement cellulaire en neutralisant les radicaux libres (31).

11.2. Activité anti-cancérogène ou antimutagène

Différents composants du café semblent avoir une action protectrice contre certains cancers, notamment celui du côlon. La caféine, les polyphénols (y compris les acides chlorogéniques) et une fraction lipidique principalement composée de cafestol et de kahwéol font partie de ces composés (32).

Plusieurs recherches ont été réalisées sur la capacité de la boisson café à prévenir le cancer colorectal (33). En effet, la consommation de café (au moins 3 ou 4 tasses par jour) est liée à une diminution de la prévalence du cancer du côlon ou du rectum.

11.3. Autres effets bénéfiques possibles

- **Maladie de Parkinson** : de nombreuses études montrent que la consommation de café est associée à une diminution du risque de la maladie de Parkinson (31).
- **Maladies cardiovasculaires** : malgré de nombreuses études, il est encore difficile de dire si le café est bénéfique ou néfaste (31).
- **Diabète de type 2** : le risque de diabète de type 2 est diminué de 35 % lors de la consommation de six tasses de café par jour.
- **Cancer** : Plusieurs études suggèrent une association entre la consommation de café et une réduction du risque de certains types de cancers : cancers colorectal, gastrique ou cancer du sein (31).

12. Les effets préjudiciables du café sur la santé

12.1. L'activité hypocholestérolémiant

De nombreuses recherches épidémiologiques ont révélé une corrélation entre la consommation de café bouilli et une augmentation du taux de cholestérol dans le sang (34).

On a constaté que cet effet est lié à la présence des deux diterpènes : cafestol et kahwéol dans la boisson (34,35).

12.2. L'activité mutagène ou génotoxique

Il y a peut-être un lien entre consommation de café et cancer de la vessie, mais cela n'a pas pu être clairement prouvé, car les études sont contradictoires. Donc, si un risque existe, il est modéré(36).

On reste également incertain quant à la relation entre consommation de café et cancer du pancréas, bien que les études antérieures ne montrent aucune relation entre le café et ce type de cancer (37).

12.3. Autres effets préjudiciables possibles

La consommation de café provoque une hausse de la tension artérielle, en raison de la présence de caféine (38).

Il est établi que la consommation de caféine chez les femmes enceintes peut entraîner un avortement spontané ou une fausse couche. Il est donc recommandé aux femmes enceintes de ne pas dépasser 3 tasses de café par jour, ce qui équivaut à une consommation quotidienne d'environ 300 mg de caféine (38).

Chapitre II : La caféine

1. Historique

La consommation de caféine par les hommes remonte à l'âge de la pierre (39). Il existe des rapports qui remontent au passé ; les individus ont pris l'habitude de mâcher les graines, l'écorce ou les feuilles de certaines plantes en raison du fait qu'elles avaient été liées à une augmentation du moral et une diminution de la fatigue. Au fil du temps, ils ont compris que plonger ces plantes dans de l'eau chaude intensifiait leur effet stimulant (40). Pour la première fois, en 1819, un chimiste allemand, Friedrich Runge, a identifié la caféine dans les particules de café. Ensuite, en 1821, Pierre Joseph Pelletier et Pierre Jean Robiquet, des chimistes français, l'ont décrit. Oudry a identifié une substance dans les feuilles de thé en 1827. Ce n'est qu'en 1838 que Gerhardus Mulder et Lobat ont démontré que ces deux substances ne constituaient en fait qu'une seule (41). Cependant, ces deux appellations restent utilisées aujourd'hui.

2. Définition

La caféine, désignée scientifiquement sous le nom de 1,3,7-triméthylxanthine, est un alcaloïde naturel appartenant à la classe des méthylxanthines, présent dans les feuilles, les graines ou les fruits de plus de soixante espèces végétales distinctes (42). Elle agit comme un stimulant du système nerveux central (SNC), soulageant temporairement la somnolence et facilitant le rétablissement de la vigilance (43).

La caféine est reconnue comme le composé psychoactif le plus ingéré dans le monde (44). Les sources de caféine les plus connues sont le café, les fèves de cacao, les noix de kola et les feuilles de thé (45).

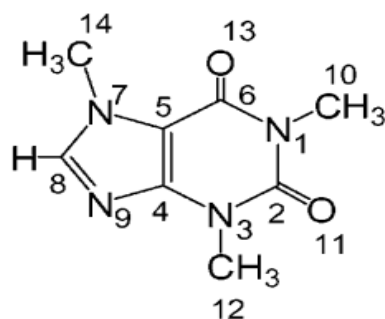


Figure 6 : Structure chimique de la caféine (43).

3. Propriétés physico-chimiques

La caféine est une substance organique constituée de quatre composants les plus fréquemment rencontrés : le carbone, l'hydrogène, l'azote et l'oxygène. Elle possède la formule moléculaire $C_8H_{10}N_4O_2$ et présente une masse molaire de 194,19 g/mol. Le groupe méthyle présent dans la caféine, associé au premier, troisième et septième groupe d'azote, lui confère la désignation chimique de 1,3,7-triméthylxanthine (43).

Dans son état pur, il s'agit d'une poudre incolore et inodore à température ambiante. Cependant, son goût est légèrement amer. Selon les études, la caféine atteint son absorbance maximale à 272 nm, ce qui correspond à une plage UV favorable de 250 à 280 nm (46). Dans les milieux acides et basiques, la caféine se manifeste sous forme de base faible capable de réagir avec des acides pour produire des sels. Néanmoins, dans une solution aqueuse neutre, elle n'est pas ionisée (47). Elle présente une faible solubilité dans la majorité des solvants polaires, cependant, elle présente une grande solubilité dans les solvants moins polaires. Le point de fusion se situe entre 234 et 239 °C (43), et la température de sublimation à la pression d'atmosphère se situe entre 178 et 180 °C (48).

4. Principales sources de la caféine

Le café, les fèves de cacao, les noix de cola et les feuilles de thé constituent les principales sources de caféine. La teneur en caféine dans les produits alimentaires dépend de la taille, de la portion, du type de produit et de la méthode de préparation. Dans le cas des thés et des cafés, la variété de la plante a également un impact sur la concentration en caféine (45).

4.1. Le café

Le café figure parmi les boissons les plus populaires à travers le monde. La documentation la plus ancienne sur le café remonte au Xe siècle. Toutefois, le café peut avoir été cultivé en Éthiopie, où il est indigène, dès 575 après JC (49).

Deux principaux types de grains de café sont à l'origine de l'approvisionnement mondial en café, Arabica (*Coffea arabica*) (Figure 7) et Robusta (*Coffea canephora*) (Figure 8), qui se distinguent par diverses caractéristiques et par leur concentration en caféine. L'Arabica est favorisé : en raison de son arôme, de sa saveur et de sa texture plus fine, il renferme 1 % de caféine. Le Robusta, en revanche, est neutre et renferme deux fois plus de caféine (50).

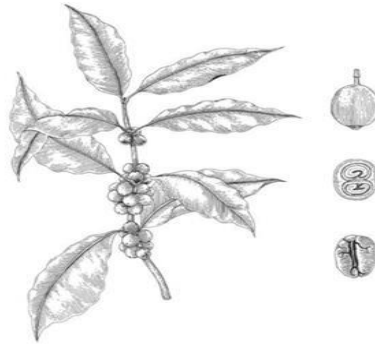


Figure 7 : *Coffea arabica* (51).



Figure 8 : *Coffea canephora* (51).

4.2. Le thé

Tous les types de thé proviennent de la même plante, *Camellia sinensis* (Figure 9) (52). Cette dernière est originaire de Chine, d'Asie du Sud et du Sud-Est, mais elle est maintenant cultivée à travers le monde dans les régions tropicales et subtropicales (53). Le thé est divisé en trois catégories selon le processus de fermentation : le thé vert non fermenté, le thé Oolong partiellement fermenté et le thé noir fermenté (54). Le thé est la boisson la plus consommée à l'échelle mondiale. Au cours de ces dernières années, il est de plus en plus consommé en raison de ses propriétés préventives contre certaines maladies humaines (55). De plus, il possède des propriétés de rafraîchissement, un léger stimulant et une sensation de bien-être. Ces deux dernières caractéristiques ont été supposées être attribuées à la caféine, avec une concentration d'environ 3,5 % (56,57).



Figure 9 : *Camellia sinensis* (51).

4.3. Le cacao

Les humains consomment des aliments issus des fèves de cacao depuis au moins 460 à 480 après JC (50). Le cacaoyer, également connu sous le nom de *Theobroma cacao* (Figure 10), est un petit arbre à feuilles persistantes originaire des régions tropicales profondes d'Amérique centrale et du Sud (40). On distingue trois grandes variétés de cacao : les criollo, les forastero et les trinitario (58). Les graines de cacao (fèves de cacao) sont employées pour la production de poudre de cacao, de chocolat ou de boisson cacao (40), qui renferment différents éléments biologiquement actifs. Les alcaloïdes puriques, la théobromine, la théophylline et la caféine font partie de ceux-ci (50) par une teneur comprise entre 0,3 à 1 % (59).



Figure 10 : *Theobroma cacao* (51).

4.4. La noix de cola

Le cola (Figure 11) est un genre d'environ 125 espèces d'arbres indigènes originaires de la région africaine des forêts tropicales humides. Il existe deux espèces principales : le *Cola*

acuminata et le *Cola nitida* (60,61). La graine du fruit correspond à la partie utilisée, avec cinq à six graines appelées noix de cola (62).

Les noix contiennent entre 2 et 3 % de caféine, ce qui est supérieur à celui du café. C'est pourquoi la noix de cola est utilisée comme un complément pour augmenter l'énergie ou comme un aromatisant dans diverses boissons (61).



Figure 11 : *Cola acuminata* (60).

5. Effets sur la santé de l'organisme

5.1. Effets physiologiques

La caféine a de multiples effets physiologiques sur le fonctionnement du cerveau, du cœur, de la digestion et du système respiratoire. Son action influence également la fonction rénale et les muscles squelettiques (63).

5.1.1. Système nerveux central (SNC)

La caféine agit principalement comme un stimulant du système nerveux central. Elle favorise les capacités intellectuelles, en particulier le temps de réaction. Elle renforce la vigilance et la focalisation, contribuant de ce fait à l'apprentissage (64).

5.1.2. Système cardiovasculaire

Le système cardio-vasculaire est également stimulé par la caféine. La caféine est aussi un stimulant du système cardio-vasculaire. Elle entraîne une accélération du rythme cardiaque pouvant causer des palpitations et une augmentation de la tension artérielle, une telle augmentation étant d'environ 6 à 8 mm Hg pour 250 mg de caféine. Elle favorise une contraction des vaisseaux sanguins, d'où ses propriétés d'anti migraine (65).

5.1.3. Système gastro-intestinal

En stimulant la production d'acide gastrique dans l'estomac, la caféine peut accentuer le reflux gastro-œsophagien et les ulcères gastro-œsophagiens. Elle diminue le désir de nourriture et simplifie la digestion en favorisant la production de bile par le pancréas, via la vésicule biliaire (66).

La caféine, qui a pour effet d'étendre les muscles du sphincter anal interne, ne devrait pas être administrée aux individus atteints de diarrhée, du trouble irritable de l'intestin et d'incontinence fécale (67).

5.1.4. Système squelettique

Une étude récente démontre que la caféine pourrait affecter la masse osseuse, particulièrement chez les femmes lorsqu'elles ont un manque de calcium. La caféine favoriserait l'élimination du calcium par les urines et les selles, tout en réduisant son assimilation dans l'intestin (68).

Les principaux effets biologiques de la caféine (pour des doses faibles à moyennes) recensés chez l'homme par différents auteurs, sont résumés dans le tableau ci-dessous :

Tableau II : Principaux effets physiologiques de la caféine chez l'homme (69).

Systèmes affectés	Effets biologiques de la caféine
SNC (Système Nerveux Central)	- Effet stimulateur ; - Légère stimulation de l'activité électrique cérébrale ; stimulation de divers centres cérébraux ; - Diminution du débit sanguin des vaisseaux cérébraux - Augmentation de la vigilance, de la sensation de bien-être, des facultés intellectuelles ; - Diminution de la sensation de fatigue et d'ennui, du temps de sommeil.
Système cardio-vasculaire	- Augmentation du rythme cardiaque ; - Effet vasoconstricteur.
Fonction rénale	- Augmentation de la diurèse par augmentation de la filtration glomérulaire et diminution de la réabsorption tubulaire.
Système gastro-intestinal	- Augmentation des sécrétions gastriques ; - Augmentation des sécrétions intestinales d'eau et de sodium, absorption de macromolécules ou de l'alcool ; - Relaxation du muscle lisse intestinal.
Système respiratoire	- Effet vasodilatateur (augmentation du débit sanguin dans les poumons).

Métabolisme énergétique	- Augmentation de la lipolyse ; - Amélioration du stockage du glycogène.
-------------------------	---

5.2. Risques d'intoxication

Une consommation excessive de caféine peut mener à un trouble d'intoxication chronique nommé « caféinisme ». Le dépassement de la dose maximale recommandée de caféine (400 mg/jour) peut entraîner des effets néfastes importants sur la santé. La dose létale, quant à elle, est estimée à environ 10 grammes par jour (70).

Ces risques se manifestent par diverses réactions indésirables, comme l'anxiété, la nervosité, l'irritabilité, l'insomnie, les maux de tête et une augmentation de la diurèse (48).

Quant au niveau cardiovasculaire, elle peut entraîner une tachycardie, une arythmie, une irrégularité du pouls, ainsi qu'une augmentation de la fréquence et de l'athérosclérose (48,71). La caféine a un impact significatif sur la contraction cardiaque, ce qui entraîne une augmentation du volume systolique et du débit cardiaque (72). La caféine accroît aussi le taux d'angiotensine II (un vasoconstricteur puissant), ce qui entraîne une augmentation de la tension artérielle (71). La caféine peut provoquer des effets gastro-intestinaux tels qu'une indigestion acide, des brûlures d'estomac, des douleurs abdominales, des signes de gaz ou de constipation, des vomissements et une stimulation de la vésicule biliaire (50).

La caféine a un effet sur la contractilité des muscles squelettiques. Les tremblements sont un effet secondaire fréquent de la consommation de caféine (50).

Le tableau suivant récapitule les manifestations cliniques observées selon la dose de caféine ingérée :

Tableau III : Signes toxiques engendrés par la caféine (73–75).

	Quantités faibles à modérées (1-3 mg/kg)	Consommation de 4 à 12 mg/kg	Symptôme d'intoxication
Signes	- Augmentation de l'endurance physique - Amélioration de la cognition - Diminution du temps de réaction - Amélioration de l'humeur avec privation de sommeil	- Anxiété - Nervosité - Maux de tête - Fatigue	- Tremblements - Tachycardie - Palpitations - Maux d'estomac - Douleurs abdominales - Hallucinations Plus grave :

			- Accident vasculaire cérébral - Paralysie - Altération de la conscience - Convulsions - Arythmies - Mort
--	--	--	---

5.3. Risques par groupes de personnes sensibles

5.3.1. Chez les diabétiques

Les individus atteints de diabète doivent éviter une consommation excessive de caféine, car il apparaît qu'elle provoque une augmentation de la glycémie, surtout en fin de journée (76).

5.3.2. Chez le sportif

Au cours de l'effort, la caféine peut avoir un impact négatif sur le plan physiologique. Effectivement, son influence sur l'aldostérone (hormone antidiurétique) est fréquente, ce qui entraîne une importante rétention d'eau. Ainsi, suite à une séance de sport, la caféine présente un effet diurétique qui restreint le processus de réhydratation en stimulant la production d'urine pendant le repos du corps. Par conséquent, il est préférable de ne pas boire de café avant ou après un exercice physique. En effet, l'hydratation du sportif est primordiale durant cette période (77).

5.3.3. Chez les femmes enceintes ou allaitantes

L'Autorité européenne de sécurité des aliments recommande une consommation maximale de caféine de 200 mg par jour pour les femmes enceintes et allaitantes, ce qui est inférieur à la recommandation de 300 mg de Santé Canada (78). La caféine stimule le système nerveux de la femme et du fœtus, ce qui pourrait altérer le sommeil (79). En outre, compte tenu du besoin important en fer de la femme enceinte, il est recommandé d'éviter le café ou le thé pendant les repas (80). Dans le lait maternel de la femme qui allaite, la caféine est présente entre 1 et 3 heures après son ingestion. Ainsi, elle peut s'accumuler dans le corps de l'enfant et affecter son sommeil (81). La consommation de caféine durant la grossesse pourrait provoquer une diminution de la croissance et du poids à la naissance. Elle peut stimuler les contractions utérines, augmentant ainsi le risque d'avortement spontané (82).

5.3.4. Chez les enfants et adolescents

La consommation de caféine quotidienne maximale recommandée par Santé Canada pour les enfants en bonne santé âgés de 12 ans et moins est de 2,5 mg/kg/jour de poids corporel, c'est-à-dire de 45 à 85 mg par jour selon le groupe d'âge (tableau IV). Chez l'enfant normal, en bonne santé, des effets indésirables minimes seraient observés avec de faibles doses de caféine, soit 3 mg/kg. Lorsqu'on utilise des doses plus élevées (> 10 mg/kg), on observe une amélioration de la vigilance et de l'activité locomotrice, mais on observe également des effets secondaires tels que des nausées, des céphalées et des douleurs abdominales (83).

Santé Canada recommande que les adolescents ayant 13 ans et plus consomment au maximum 2,5 mg/kg/jour, jusqu'à atteindre 400 mg par jour. Les adolescents sont un groupe exposé au danger d'intoxication suite à une surconsommation de caféine. Effectivement, le processus métabolique de la caféine diminue au cours de la puberté en raison du développement naturel accéléré de l'hormone de croissance, ce qui accroît le danger des effets néfastes de la caféine chez cette population (83).

6. La dose limite recommandée

Pour prévenir les effets indésirables liés à la consommation de caféine, certaines agences de santé publique ont établi des valeurs seuils pour différents groupes de population (51).

Les recommandations de Santé Canada sur l'apport maximal en caféine tiennent compte de l'ensemble des sources de consommation (84). Le tableau IV donne une idée des doses limites recommandées :

Tableau IV : Limites recommandées de l'apport quotidien maximal en caféine chez la population en bonne santé (84).

Population	Apport quotidien maximal de caféine recommandé
Adultes (en bonne santé)	400 mg (environ 6 mg/kg).
Femmes qui prévoient devenir enceintes, femmes enceintes et mères qui allaitent	300 mg.
Adolescents âgés de 13 ans et plus	2,5 mg/kg (selon le poids corporel) (max : 400 mg).
Enfants de 12 ans et moins	2,5 mg/kg (selon le poids corporel).
Enfants 10 - 12 ans	85 mg (selon le poids corporel moyen).
Enfants 7 - 9 ans	62,5 mg (selon le poids corporel moyen).
Enfants 4 - 6 ans	45 mg (selon le poids corporel moyen).

Chapitre III : Spectroscopie UV-Visible

1. Introduction à la spectroscopie UV-Visible

La technique analytique de la spectroscopie UV-Visible se fonde sur l'absorption de la lumière dans les régions ultraviolette (200-400 nm) et visible (400-800 nm) du spectre électromagnétique. Elle est employée pour détecter et mesurer des substances en solution en se basant sur leurs caractéristiques d'absorption de la lumière à des longueurs d'onde précises (85).

Pour analyser le café, cette technique permet d'évaluer la concentration de caféine. La spectroscopie UV-Visible, par sa facilité d'utilisation, sa rapidité et son coût modeste, offre une option performante en comparaison avec des techniques plus sophistiquées telles que la chromatographie liquide à haute performance (HPLC) (86).

2. Bases théoriques de la spectroscopie UV-Visible

2.1. Domaine spectral

Dans une molécule, les transitions électroniques ont lieu dans la zone de l'ultraviolet (environ 400-10 nm) et du visible (800-400 nm) (87).

- Visible : 800 nm - 400 nm ;
- Proche-UV : 400 nm - 200 nm ;
- UV-lointain : 200 nm - 10 nm.

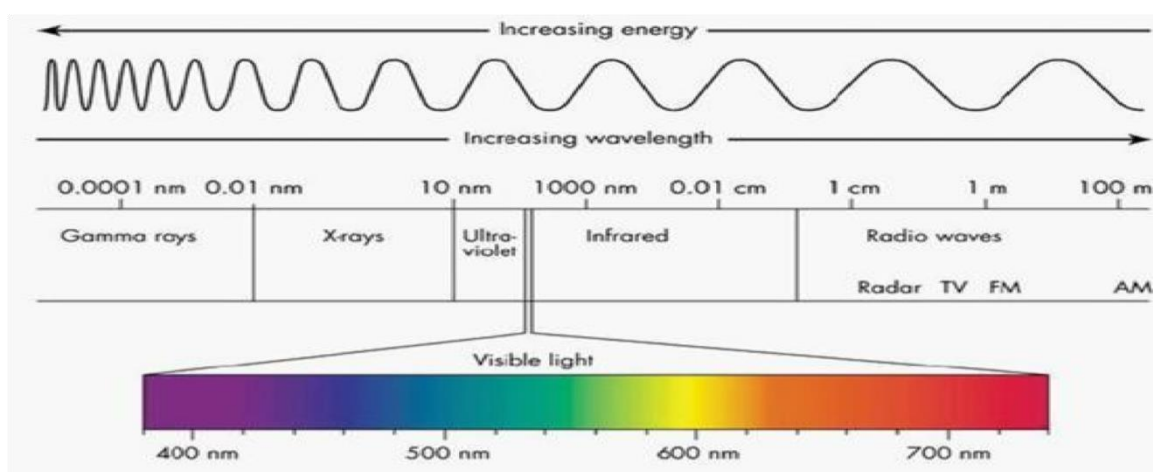


Figure 12 : Région UV-Visible (88).

2.2. Interaction de la lumière avec la matière

Lorsqu'un faisceau de lumière UV-Visible pénètre dans une substance, certaines molécules de l'échantillon absorbent cette lumière. Ce processus d'absorption provoque des transitions électroniques, durant lesquelles les électrons se déplacent d'un état énergétique fondamental vers un état excité (89).

2.3. Principe

Une source de lumière blanche (souvent une lampe à tungstène pour le spectre visible et une lampe au deutérium pour l'UV) produit un rayonnement polychromatique. Cette lumière passe à travers un monochromateur (prisme ou réseau de diffraction), qui choisit un rayonnement d'une longueur d'onde spécifique (λ). Par la suite, le faisceau monochromatique de puissance I_0 pénètre dans une cuve remplie de l'échantillon en solution. En fonction de la concentration du composé absorbant, une portion de la lumière est absorbée tandis que le reste est transmis avec une intensité I . Un photodétecteur (comme une photodiode ou un photomultiplicateur) capture la lumière transmise et la transforme en un signal électrique qui correspond à l'intensité de la lumière captée. Un analyseur traite ensuite ce signal, affichant la valeur de l'absorbance (A) en se basant sur la loi de Beer-Lambert (90).

2.4. Loi de Beer-Lambert

$$A_\lambda = -\log_{10} (I / I_0) = \epsilon_\lambda \cdot l \cdot C$$

I_0 : représente l'intensité de la lumière incidente ;

I : intensité transmise ;

l : est la distance parcourue par la lumière (largeur de la cuve en cm) ;

C : est la concentration molaire ;

ϵ : est le coefficient d'extinction molaire ; il dépend de la température, de la nature de la substance et de la longueur d'onde ;

L'unité de ϵ est en $\text{l.mol}^{-1}.\text{cm}^{-1}$ quand on parle de coefficient d'absorption molaire et $\text{l.g}^{-1}.\text{cm}^{-1}$ quand on parle de coefficient d'absorption spécifique.

2.5. Absorbance et transmittance

L'absorbance (A) est liée à la transmittance (T) par la relation :

$$A = -\log(T) = -\log(I/I_0)$$

Où : I_0 est l'intensité du faisceau incident ;

I celle du faisceau transmis.

2.6. Transitions électroniques des composés organiques en spectroscopie UV-Visible

Dans la spectroscopie UV-Visible, l'absorption d'un photon provoque une transition électronique de l'état fondamental vers un état excité (91). Ces transitions dépendantes des OM concernées :

2.6.1. Transition $\sigma \rightarrow \sigma^*$

Elle est observée dans l'UV lointain parce que le transfert d'un électron d'une OM liée σ vers une OM antiliante σ^* nécessite une énergie considérable. C'est pour cette raison que les hydrocarbures saturés, qui ne comportent que des liaisons de cette nature, sont transparents dans l'UV proche.

- $\lambda_{\max} < 150 \text{ nm}$.

Exemple : hexane (sous forme gazeuse) : $\lambda_{\max} = 135 \text{ nm}$ (92).

2.6.2. Transition $n \rightarrow \sigma^*$

Le passage d'un électron de doublet n non liants des atomes O, N, S, Cl... à une OM antiliante σ^* entraîne une transition d'intensité moyenne.

- $150 \text{ nm} < \lambda_{\max} < 250 \text{ nm}$.

Exemple : méthanol, $\lambda_{\max} = 183 \text{ nm}$ (92).

2.6.3. Transition $n \rightarrow \pi^*$

Cette transition peu marquée découle du transfert d'un électron d'une OM non liante de type n vers une OM antiliante π^* , entraîne une transition d'intensité faible. On l'observe pour les molécules contenant un hétéroatome qui porte des doublets d'électrons libres et qui fait partie d'un système insaturé.

- $\lambda_{\max}$ autour de 270 nm .

Exemple : Acétone, $\lambda = 279 \text{ nm}$ (92).

2.6.4. Transition $\pi \rightarrow \pi^*$

C'est le passage d'un électron d'une OM occupée de type π (liaison double ou conjuguée) à une OM vide de type π^* (état excité), entraîne une transition d'une forte intensité.

- $150 \text{ nm} > \lambda_{\text{max}} > 300 \text{ nm}$.

Exemple : éthylène : $\lambda_{\text{max}} = 165 \text{ nm}$.

2.6.5. Transition $d \rightarrow d$

Une large gamme de sels inorganiques, contenant des électrons impliqués dans des OM d, provoque des transitions de faible capacité d'absorption situées dans le spectre visible, ce qui est à l'origine de diverses colorations. Par conséquent, les solutions de sels métalliques : Les solutions de titane $(\text{Ti}(\text{H}_2\text{O})_6)^{+++}$ ou de cuivre $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_6]^{++}$ sont de couleur bleue, tandis que celles du permanganate de potassium présentent une teinte violette, entre autres(92).

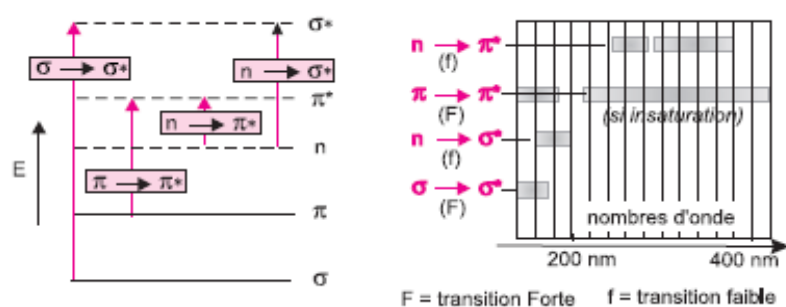


Figure 13 : Transitions électroniques des composés organiques simples (92).

2.7. Chromophores et absorption UV-Visible

Un chromophore est un groupe fonctionnel qui assure l'absorption dans l'UV-Visible. Plus il est conjugué, plus l'absorption se déplace vers des longueurs d'onde supérieures (effet bathochrome) (93).

2.7.1. Chromophores isolés

Pour un ensemble de molécules ayant le même chromophore, la localisation et l'amplitude des bandes d'absorption restent pratiquement constantes. Si une molécule comporte plusieurs chromophores isolés, c'est-à-dire ne présentant pas d'interaction mutuelle car séparée par au moins deux liaisons simples, on observe la superposition des effets de chaque chromophore pris individuellement (92).

2.7.2. Chromophores des systèmes conjugués

Lorsque les chromophores interagissent entre eux, le spectre d'absorption est décalé vers les longueurs d'onde plus importantes (effet bathochrome) et l'intensité d'absorption s'accroît (effet hyperchrome). On peut citer en exemple les systèmes conjugués, qui se composent comme des structures organiques comportant plusieurs chromophores insaturés séparés par une liaison simple. Dans ce cas, le spectre subit une forte perturbation par rapport à la simple combinaison des effets générés par les chromophores isolés. Plus le système conjugué se développe avec un nombre accumulé d'atomes de carbone, plus la différence entre le niveau de l'orbitale frontière se réduit. Ceci donne lieu à un effet bathochrome très significatif (92).

2.8. Absorption UV-Visible de la caféine

La caféine, un alcaloïde dérivé des purines, contient un chromophore aromatique capable d'absorber les UV. Son spectre UV-Visible révèle une absorption maximale aux alentours de 272 nm, ce qui correspond à une transition $\pi \rightarrow \pi^*$ du système aromatique (94).

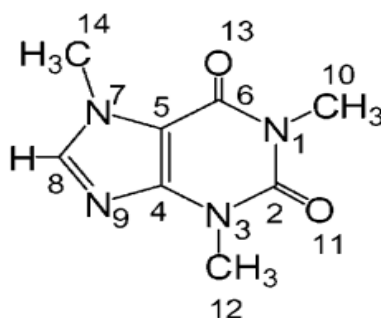


Figure 14 : Structure de la caféine (43).

3. Appareillage et instrumentation

Un spectrophotomètre UV-Visible est composé de plusieurs éléments essentiels (95) :

3.1. Source lumineuse

Deux types de lampes sont généralement utilisés :

- **Lampe au deutérium** : couvre la région UV (200-400 nm) ;
- **Lampe au tungstène** : couvre la région visible (400-800 nm).

3.2. Monochromateur

Le monochromateur sélectionne une longueur d'onde précise à partir du faisceau de lumière. Il se compose d'un prisme ou d'une grille de diffraction qui décompose la lumière en ses diverses constituantes spectrales.

3.3. Cuve et solvant

On utilise généralement des cuves en quartz pour les mesures UV, et en verre ou en plastique pour la région visible. La sélection du solvant est primordiale, car il ne doit pas absorber dans la plage spectrale examinée.

3.4. Détecteur

Les détecteurs, tels que les photodiodes ou les photomultiplicateurs transforment le signal lumineux en un signal électrique proportionnel à l'absorbance.

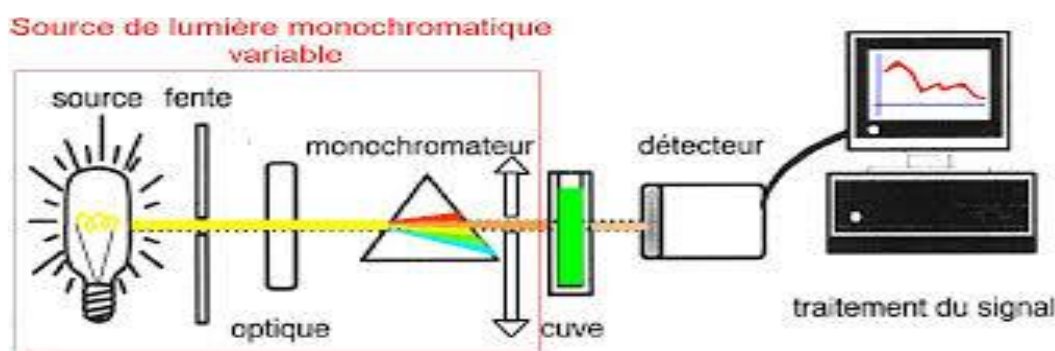


Figure 15 : Principe de fonctionnement d'un spectrophotomètre UV-Visible (92).

4. Facteurs influençant les mesures spectroscopiques

4.1. Effet du solvant

Le choix du solvant peut avoir un impact sur la position et l'intensité des pics d'absorption. Il doit être :

- Inerte vis à vis du soluté ;
- Transparent à la longueur d'onde utilisée (96).

4.2. Effet de la concentration

Dans des concentrations extrêmement élevées, la loi de Beer-Lambert perd sa stricte linéarité du fait d'interactions moléculaires (97).

4.3. Interférences et erreurs possibles

- Présence d'autres composés absorbants (98) ;
- Mauvais réglage de l'appareil (99) ;
- Qualité des cuves et pureté de l'échantillon (99).

5. Avantages et limites de la spectroscopie UV-Visible**5.1. Avantages**

- Rapidité : mesure quasi immédiate ;
- Coût inférieur comparé aux techniques de chromatographie ;
- Simplicité : nécessite peu de phases de préparation (100).

5.2. Limite

- Moins sensible que des méthodes telles que la HPLC ;
- Exige une calibration minutieuse ;
- Risque d'interférences avec d'autres substances absorbantes (101).

6. Applications de la spectroscopie UV-Visible dans l'analyse du café**6.1. Détection et quantification de la caféine**

Comme la caféine est un composé qui absorbe dans l'UV, sa concentration peut être aisément déterminée à partir d'un spectre UV-Visible (102).

6.2. Analyse d'autres composés phénoliques

Outre la caféine, on peut examiner d'autres éléments tels que les polyphénols pour évaluer de la qualité du café (103).

6.3. Études comparatives entre différentes marques de café

La spectroscopie UV-Visible permet de comparer la teneur en caféine de différentes marques, offrant ainsi un outil de contrôle qualité (104).

Partie pratique

Matériel et méthodes

1. Objectifs de l'étude

1.1. Objectifs principaux

- Déterminer la teneur en caféine de différents échantillons de café commercialisés en Algérie en utilisant la spectroscopie UV-Visible ;
- Réaliser une enquête portant sur la consommation du café.

1.2. Objectif secondaire

- Identifier la caféine standard par spectroscopie d'absorption dans l'IR.

2. L'enquête de consommation du café

2.1.Type d'étude

Il s'agit d'une étude descriptive transversale.

2.2.Durée de l'étude

Les données ont été recueillies entre le 03 décembre 2024 et le 11 mars 2025.

2.3.Méthode

La collecte des données a été effectuée à l'aide d'un questionnaire intitulé « Étude sur la consommation du café », conçu par Google Forms (voir annexe). Ce questionnaire, comportant 16 questions, a été diffusé en ligne et validé par le Dr Nordine Ibrahime Zakaria et le Dr Boubris Bouchra, tous deux maîtres assistants en chimie analytique. L'analyse des données a été effectuée à l'aide du logiciel Excel.

2.4.Considérations éthiques

La participation à cette étude s'est faite de manière volontaire, dans le respect de l'anonymat et de la confidentialité. Un consentement éclairé a été obtenu auprès de chaque participant avant le début de la collecte.

3. Identification de la caféine standard par spectrophotométrie d'absorption dans l'IR

3.1. Matériel

- Poudre de caféine standard (pure) ;
- Spatule ;
- Chiffon doux + acétone ;

- Spectrophotomètre FTIR Shimadzu IRSpirit avec accessoire QATR-S ;
- Logiciel LabSolutions IR.



Figure 16 : Spectrophotomètre infrarouge à transformée de fourier (FTIR) IRSpirit de Shimadzu équipé de l'accessoire ATR QATR-S.

3.2. Méthodes

➤ Préparation de l'appareil

L'appareil FTIR IRSpirit a été allumé et laissé en chauffe pendant environ 30 minutes pour stabilisation. Le logiciel LabSolutions IR a été lancé, puis le mode de mesure ATR (QATR-S) a été sélectionné.

➤ Nettoyage de l'accessoire ATR

Le cristal ATR a été nettoyé soigneusement à l'aide d'un chiffon doux imbibé d'acétone, puis séché avant utilisation.

➤ Prise du fond (background)

Un spectre de fond a été enregistré avec le cristal ATR vide, afin de compenser l'absorption de l'atmosphère et du système optique. Ce fond a servi de référence pour les mesures suivantes.

➤ **Analyse de la poudre de caféine standard**

Une petite quantité de poudre de caféine standard a été déposée sur le cristal ATR à l'aide d'une spatule propre. Le bras de pression a été abaissé pour garantir un bon contact entre la poudre et le cristal.

La mesure a été lancée avec les paramètres suivants :

- **Gamme spectrale** : 4000 – 400 cm^{-1} ;
- **Résolution** : 16 cm^{-1} ;
- **Nombre de scans** : 20.

Une fois la mesure terminée, le spectre obtenu a été sauvegardé, puis les bandes d'absorption ont été analysées afin d'identifier les principales fonctions chimiques de la molécule de caféine, en les comparant aux spectres de référence (SCR) issus de la bibliothèque IR intégrée au logiciel LabSolutions.

➤ **Nettoyage final**

Après la mesure, le bras de pression a été relevé, et la poudre retirée. Le cristal a de nouveau été nettoyé à l'acétone, puis séché soigneusement.

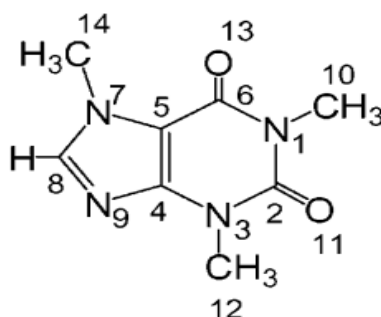


Figure 17 : Rappel de la structure chimique de la caféine (43).

4. Détermination de la teneur en caféine des échantillons de café par spectrophotométrie UV-Visible

4.1. Type d'étude

L'étude est de type expérimental.

4.2. Lieu et durée de l'étude

L'étude expérimentale a été réalisée au sein de deux laboratoires de l'Université Abou Bekr Belkaid de Tlemcen. L'extraction de la caféine a été effectuée au laboratoire de chimie analytique, tandis que la lecture des absorbances a été réalisée au laboratoire de chimie minérale de la Faculté de Médecine de Tlemcen du 03/12/2024 au 06/04/2025.

4.3. Échantillon d'étude

L'échantillonnage a été réalisé sur des cafés commercialisés sur le marché algérien. Onze types de café ont été échantillonnés dont dix emballés et un non emballé. Les caractéristiques principales de ces échantillons sont présentées dans le tableau ci-dessous :

Tableau V : Les caractéristiques des échantillons de café analysés dans l'étude.

L'échantillon	DDF	DDP	N° de lot	Type	Origine
1	11/2024	11/2026	22	Mélange Arabica/Robusta	Blida
2	25/02/2025	24/02/2027	M04	Mélange Arabica/Robusta	Boumerdes
3	02/11/2024	01/11/2026	59AB	Robusta	Blida
4	03/2025	03/2026	26	Robusta	Alger
5	09/2024	09/2026	133A3	Robusta	Alger
6	09/2024	09/2026	6272	Robusta	Alger
7	01/2025	01/2026	/	Robusta	Alger
8	23/08/2024	28/08/2026	28	Robusta	Alger
9	11/2024	11/2026	310M5	Robusta	Tipaza
10	08/04/2024	08/04/2026	XV0401 T1	Robusta	Boumerdes
11 (café non emballé)	/	/	/	/	/

4.4. Matériels

4.4.1. Réactifs

- Poudre de caféine standard ;

- Eau distillée ;
- DCM.

4.4.2. Appareillage

- Balance analytique ;
- Plaque chauffante ;
- Hotte ;
- Spectrophotomètre UV-Visible.

4.4.3. Verrerie

- Fioles jaugées ;
- Béchers ;
- Erlenmeyer ;
- Verre de montre ;
- Eprouvette graduée ;
- Ampoules à décanter ;
- Pipettes graduées ;
- Entonnoir ;
- Cuves de spectrophotométrie.

4.4.4. Autres

- Pissette ;
- Spatule ;
- Papier filtre ;
- Pince en bois ;
- Support pour l'ampoule à décanter;
- Poire à pipette.

4.5. Méthodes**4.5.1. Extraction de la caféine****➤ Principe**

L'extraction de la caféine du café s'est réalisée en deux étapes : d'abord une extraction solide-liquide, suivie par une extraction liquide-liquide.

Dans un premier temps, la caféine contenue dans la poudre de café a été extraite par infusion dans de l'eau chaude, permettant le passage des composés hydrosolubles, dont la caféine, vers la phase aqueuse. Cette étape constitue l'extraction solide-liquide.

La solution aqueuse ainsi obtenue a ensuite été soumise à une extraction liquide-liquide à l'aide du DCM. Ce solvant organique, plus dense que l'eau, a permis de dissoudre efficacement la caféine en raison de sa faible polarité. Après agitation dans une ampoule à décanter, deux phases distinctes se sont formées : une phase organique inférieure, composée de DCM contenant la caféine, et une phase aqueuse supérieure. La phase organique a alors été récupérée puis soumise à une analyse spectroscopique UV-Visible afin de déterminer la teneur en caféine (105).

➤ **Extraction solide-liquide**

- Dans un bécher, 0,025 g de poudre de café ont été introduits dans 12,5 ml d'eau distillée ;



Figure 18 : Pesée de l'échantillon de café Siglo à l'aide d'une balance analytique (photo originale).

- Le mélange a été chauffé jusqu'à ébullition durant quelques minutes ;

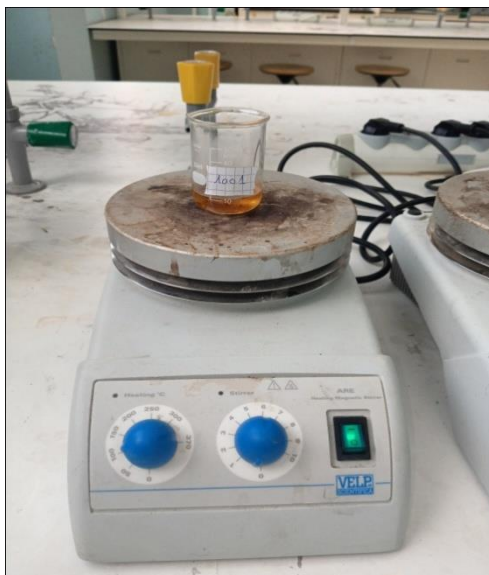


Figure 19 : Chauffage de la solution à l'aide d'une plaque chauffante (photo originale).

- Puis, il a été laissé refroidir avant d'être filtré sur papier filtre.

➤ **Extraction liquide-liquide**

Pour séparer les deux phases, une ampoule à décanter a été utilisée :

- Le filtrat (la solution aqueuse) a été versé dans l'ampoule ;
- Puis 12,5 ml de solvant d'extraction (le DCM) ont été ajoutés ;
- L'ampoule a été fermée avec un bouchon et agitée pendant 10 minutes, avec dégazage régulier ;
- Après avoir vérifié que le robinet était fermé, l'ampoule a été replacée sur son support et le bouchon a été retiré ;
- Les liquides non miscibles ont été laissés se séparer progressivement, jusqu'à ce que deux phases bien distinctes aient été observées ;
- La phase organique a été récupérée dans un bécher, et cette opération a été répétée 4 fois avec 12,5 ml de DCM ;
- Enfin, toutes les phases organiques récupérées ont été réunies dans un seul bécher pour mesurer l'absorbance à 272 nm.

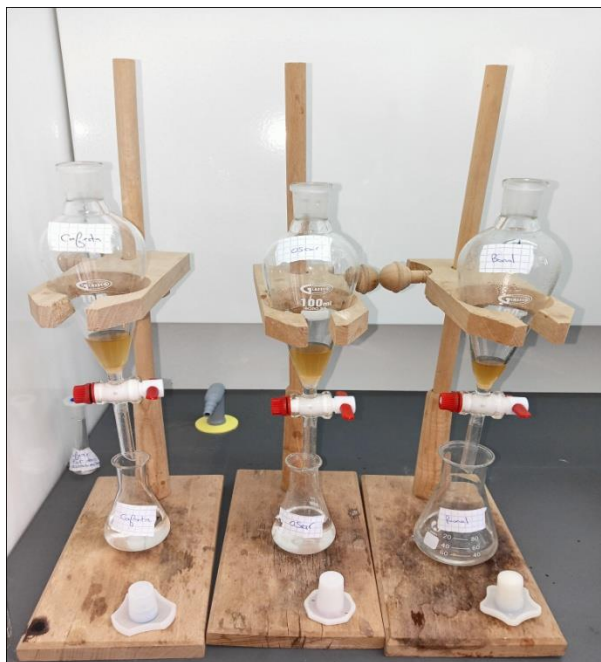


Figure 20 : Dispositif d'extraction de la caféine par le DCM (photo originale).



Figure 21 : Solutions extraites au DCM contenant la caféine des 11 échantillons de café (photo originale).

4.5.2. Analyse spectrophotique UV-Visible

➤ Principe

La détermination de la teneur en caféine dans les échantillons de café a été effectuée par spectroscopie UV-Visible, à une longueur d'onde de 272 nm. La caféine présente dans les échantillons absorbe fortement à cette longueur d'onde, ce qui permet une quantification précise de sa concentration à partir de la mesure de l'absorbance. Cette méthode repose sur la

loi de Beer-Lambert, laquelle établit une relation linéaire entre l'absorbance et la concentration d'une substance en solution, permettant ainsi de quantifier la caféine (105).

➤ **Préparation des solutions standards de caféine**

À partir d'une solution mère de caféine ayant une concentration de 10 mg/L, des dilutions successives par moitié ont été réalisées à l'aide du DCM afin d'obtenir des solutions étalons de concentrations suivantes : 5 mg/L, 2,5 mg/L, 1,25 mg/L et 0,625 mg/L (105).

➤ **Mesure d'absorbance et courbe d'étalonnage**

À l'aide d'un spectrophotomètre UV-Visible et en utilisant le DCM comme blanc, les absorbances des solutions standards ont été mesurées à 272 nm. La courbe de calibration ainsi obtenue (absorbance en fonction de la concentration) a permis la détermination des concentrations en caféine des échantillons analysés (105).

Résultats

1. Résultats de l'enquête de consommation du café

L'étude a inclus un total de 233 participants, et les résultats sont exprimés en pourcentage, illustrés à l'aide de diagrammes circulaires et de barres horizontales.

1.1. Profil du participant

1.1.1. Distribution de la population étudiée selon le sexe

Les résultats ont montré que 55,4 % des participants étaient des femmes et 44,6 % des hommes, indiquant ainsi une légère prédominance féminine parmi les participants.

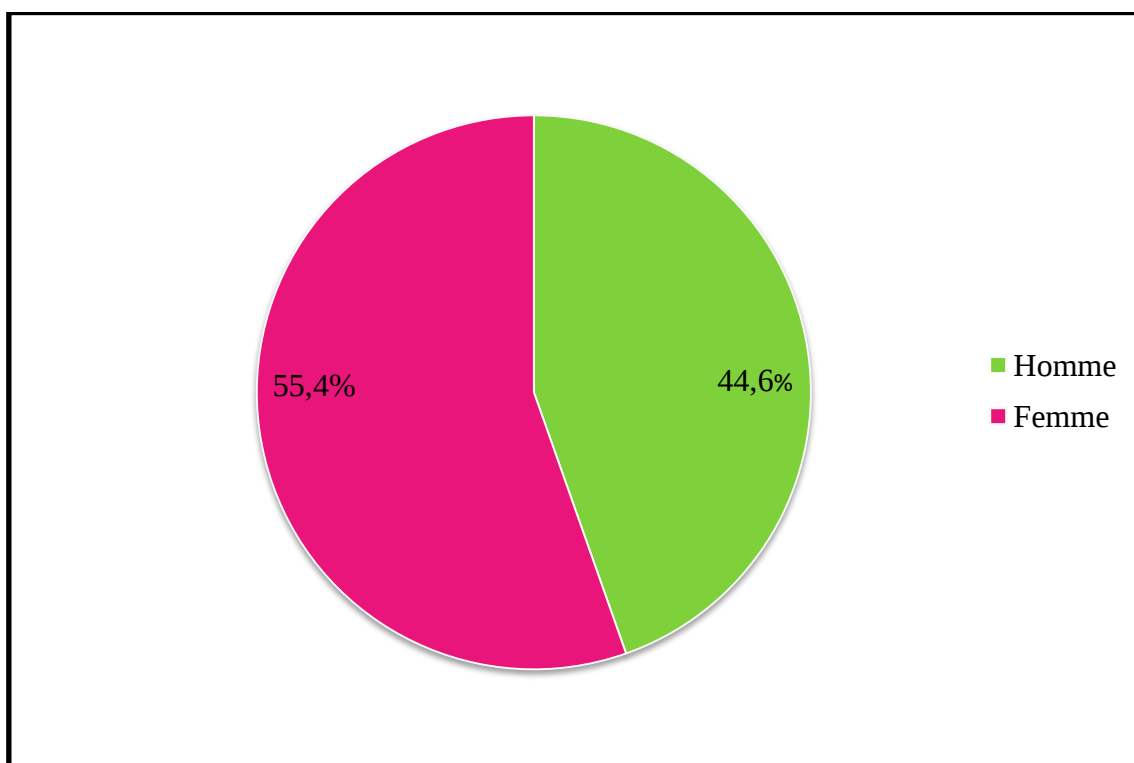


Figure 22 : Sexe des participants.

1.1.2. Distribution de la population étudiée selon l'âge

L'étude a montré que la tranche d'âge la plus représentée (61,4 %) était celle de 20 à 29 ans. Elle était suivie par les personnes âgées de 30 à 39 ans, qui représentaient 15,9 % des participants. La tranche des 50 à 60 ans occupait la troisième place avec 7,3 %, suivie par les moins de 20 ans (6 %). Venaient ensuite les 40 à 49 ans avec 5,6 %, tandis que les adultes de plus de 60 ans occupaient la dernière place avec 3,9 %.

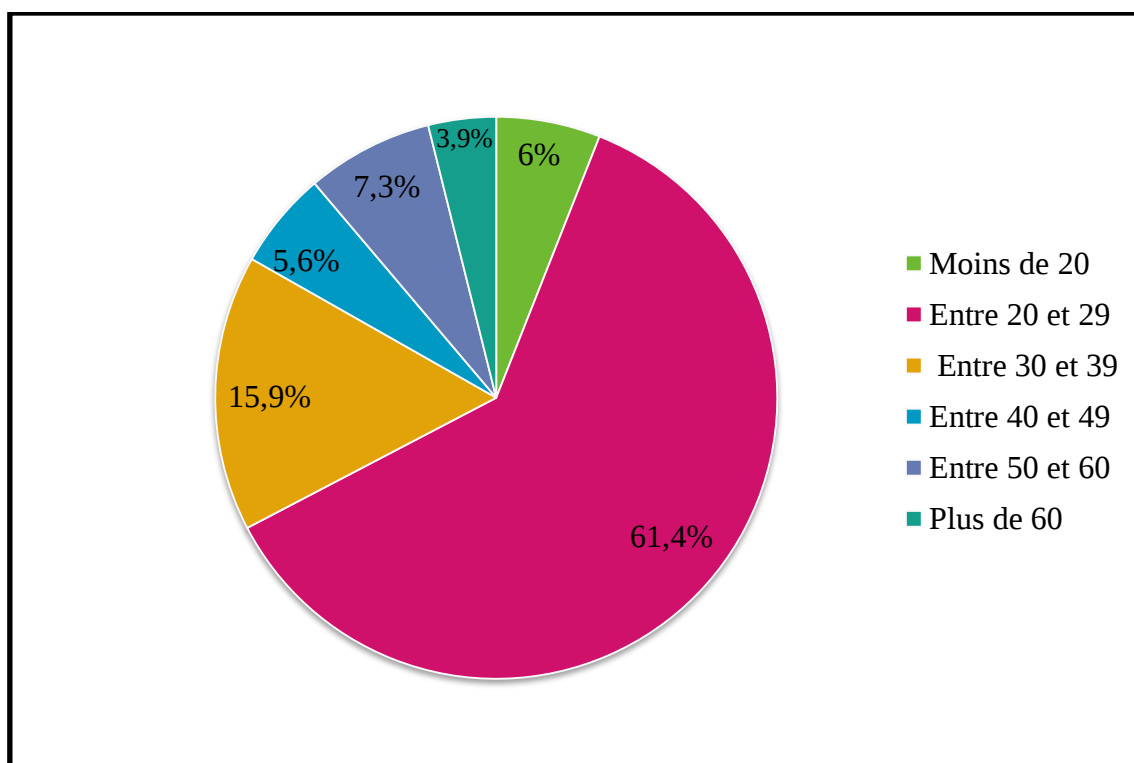


Figure 23 : L'âge des participants.

1.1.3. Distribution de la population étudiée selon le statut social

En ce qui concerne le statut social, 50,2 % des participants avaient indiqué être travailleurs, tandis que 49,8 % ne l'étaient pas. On remarque ainsi une population quasi équilibrée entre les deux catégories.

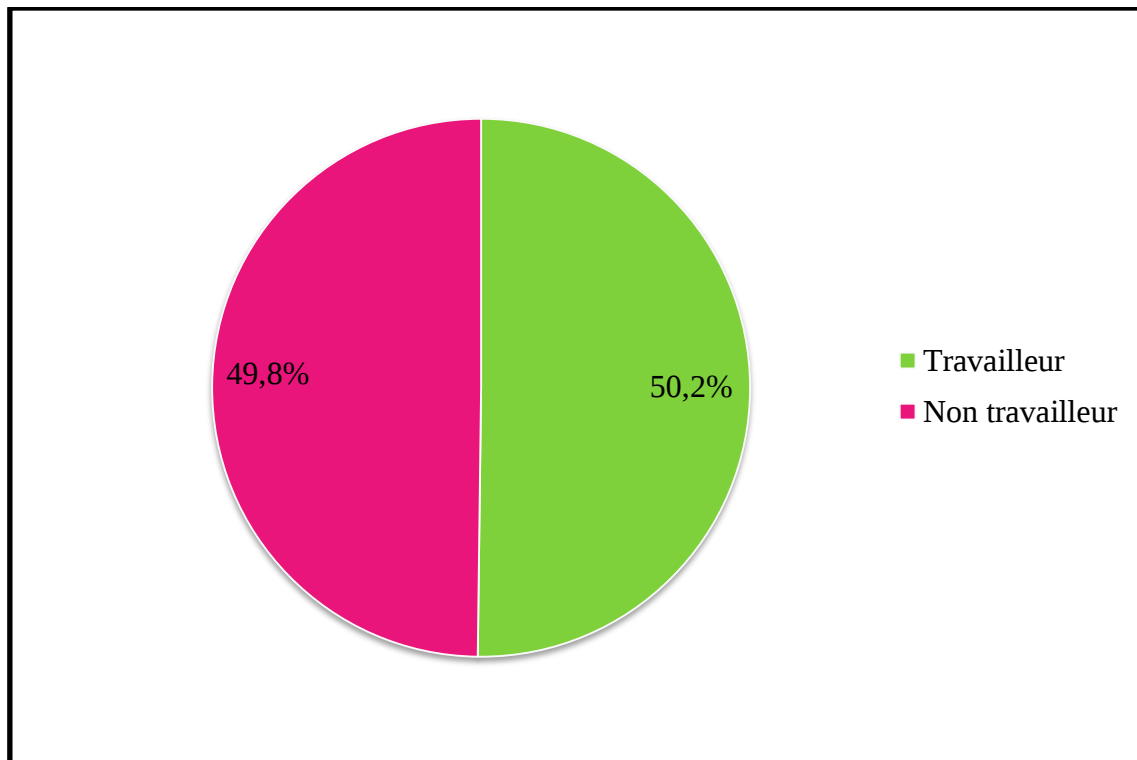


Figure 24 : Statut social des participants.

1.1.4. Distribution de la population étudiée selon le niveau d'éducation

L'étude a montré que 51,1 % des participants avaient un diplôme universitaire, contre 48,9 % qui n'en avaient pas.

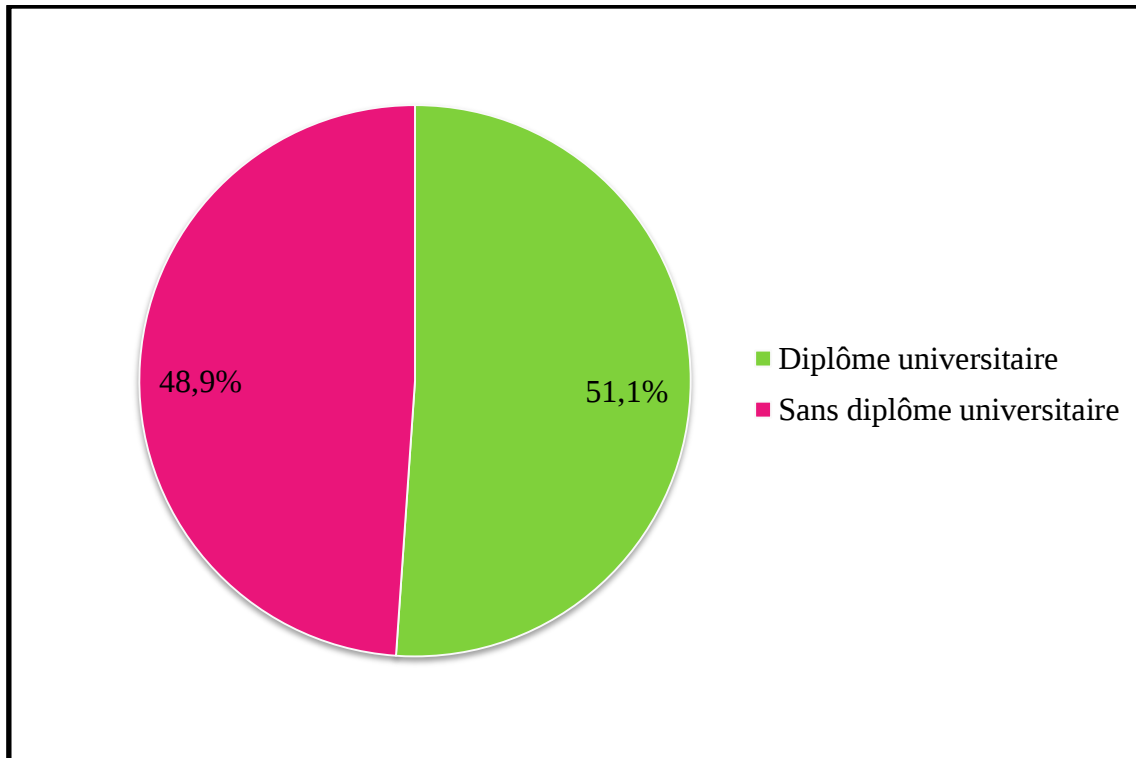


Figure 25 : Niveau d'éducation des participants.

1.2. Habitude de consommation de café

1.2.1. Fréquence de consommation de café au sein de la population étudiée

L'étude a montré que 43,3 % des participants déclaraient boire du café tous les jours, tandis que 30 % en consommaient plusieurs fois par jour. Une proportion plus modérée, soit 11,6 %, en buvait quelques fois par semaine, alors que 15 % affirmaient en consommer rarement.

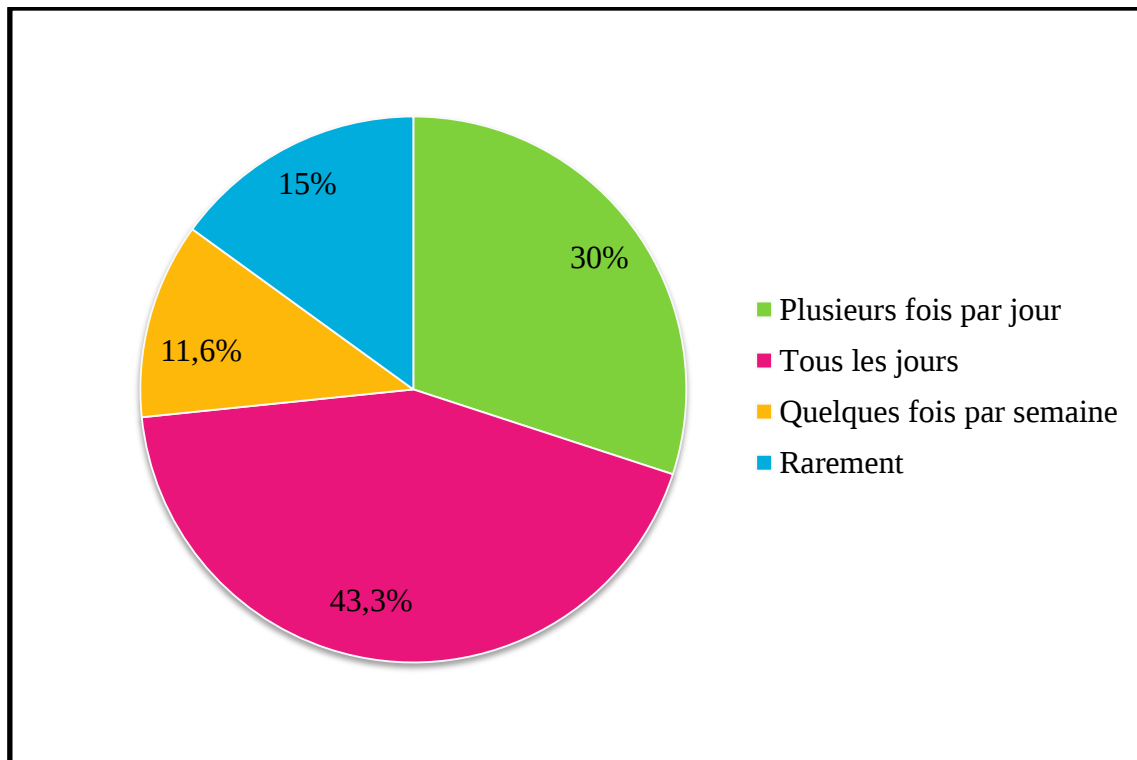


Figure 26 : Fréquence de consommation de café.

1.2.2. Consommation journalière de café en nombre de tasses

L'analyse des données a révélé qu'une grande partie des participants (58,4 %) buvaient une seule tasse de café par jour, tandis que 37,8 % en consommaient entre deux et trois tasses. Une proportion plus faible en buvait entre trois et quatre tasses (3 %), et moins de 1 % en consommait plus de quatre.

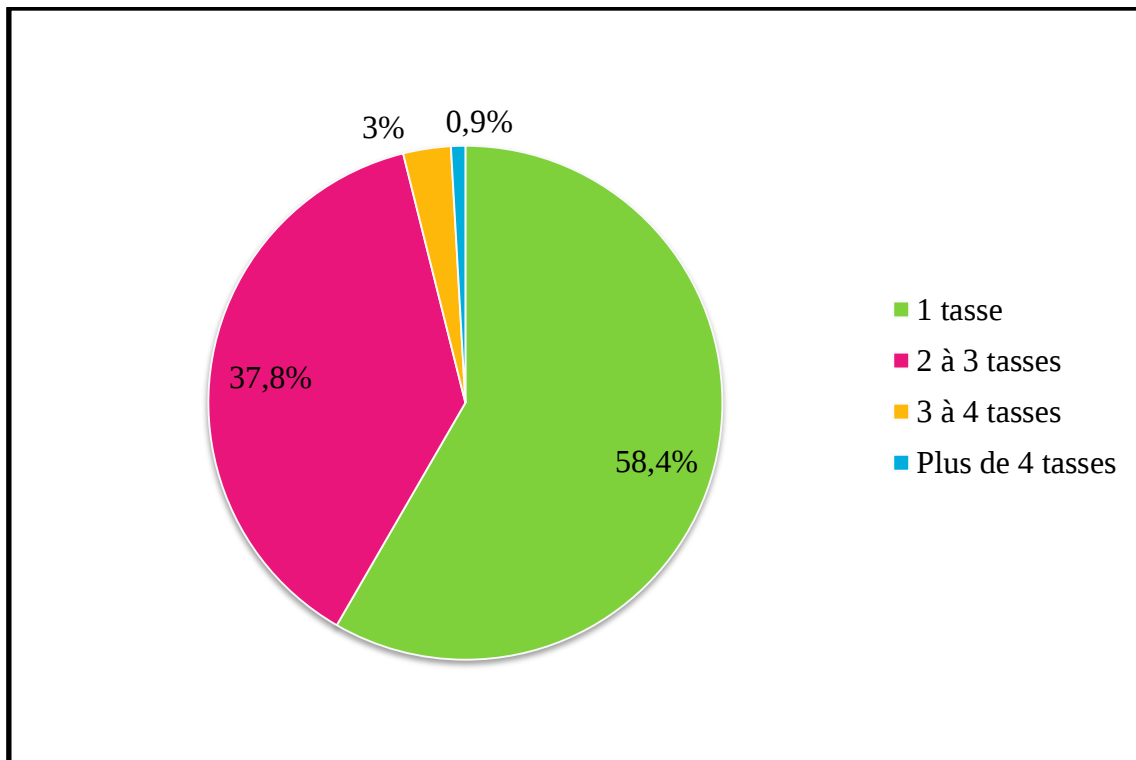


Figure 27 : Nombre moyen de tasses de café consommées par jour.

1.2.3. Moments privilégiés de consommation du café

Selon les résultats obtenus, la majorité des réponses (67,8 %) indiquaient une consommation entre 6 h et 9 h 30. Un autre pic de consommation avait été observé entre 14 h et 18 h avec 44,6 % des réponses. 20,6 % des réponses indiquaient une consommation de café entre 9 h 30 et 12 h, tandis que 11,2 % indiquaient une consommation entre 12 h et 14 h. En fin de journée, 13,7 % des réponses mentionnaient une consommation après 18 h. Enfin, 3,2 % des réponses ont indiqué d'autres horaires de consommation.

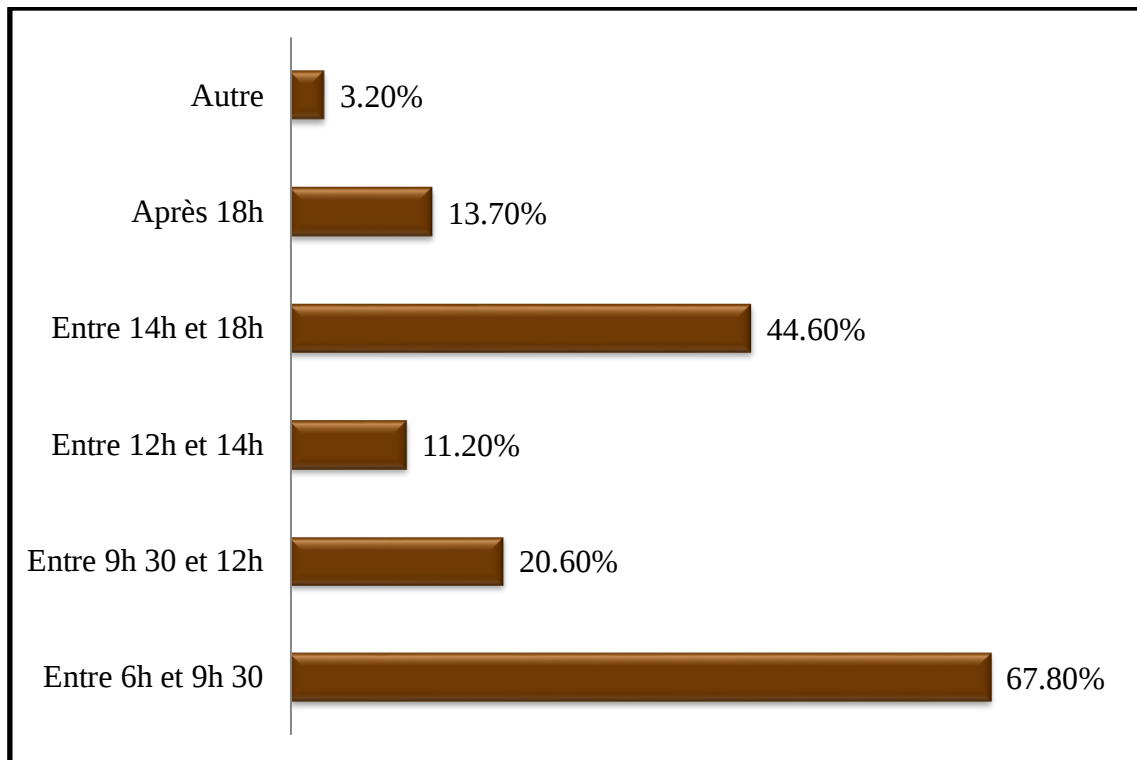


Figure 28 : Moments de consommation du café.

1.2.4. Variété de café préféré par la population étudiée

Les résultats ont montré une diversité de réponses, mais une large majorité (66,1 %) des réponses indiquaient que les participants ne prêtaient pas attention à la variété de café qu'ils consomment. Les mélanges Arabica/Robusta arrivaient en deuxième position avec 15 % des réponses, suivis par l'Arabica (13,7 %) et le Robusta (7,7 %). Enfin, 2,5 % des réponses mentionnaient la consommation d'une autre variété de café.

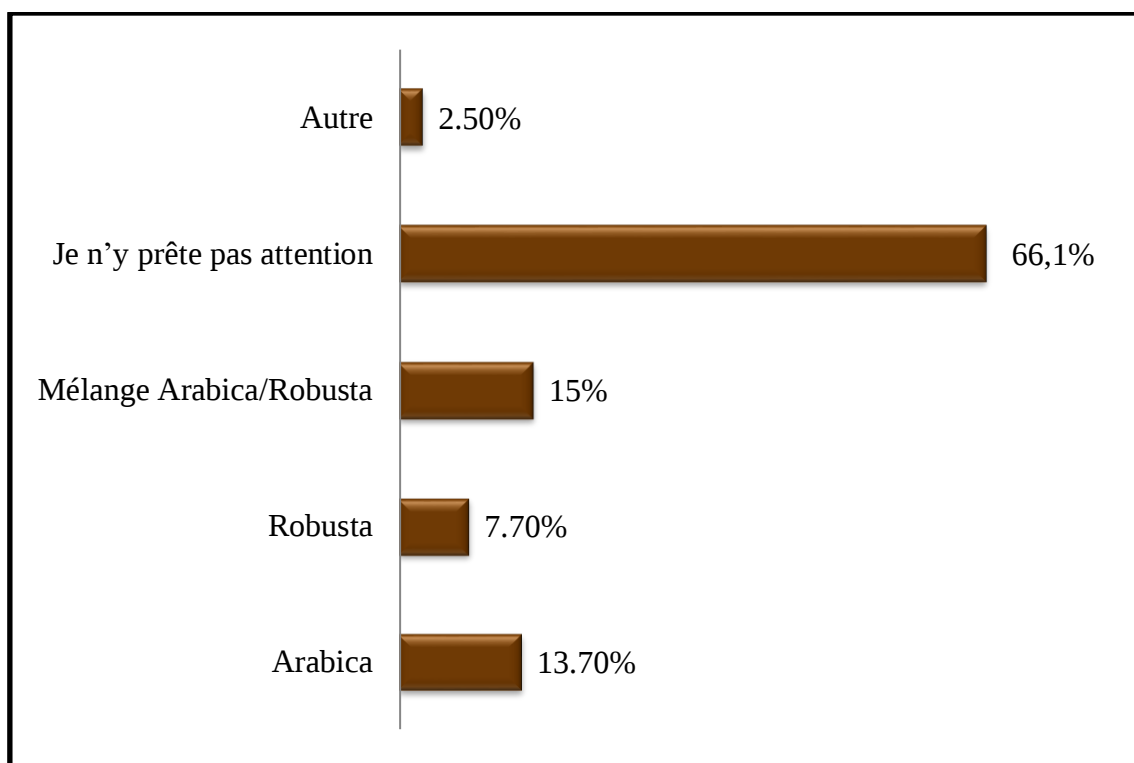


Figure 29 : Variété de café préféré.

1.2.5. Marques de café préférées par la population étudiée

Selon les résultats, la marque la plus choisie était 1001 (60,1 %), suivie par Aroma (42,5 %), Famico (18 %), Bonal (15,9 %), Africafé (9,9 %), Many (5,6 %), Dozia (4,3 %), Facto et Nizière (3,4 % chacun), Boukhari (3 %) et Ammar (0,9 %). Il est également à noter que 17,60 % des réponses ont mentionné consommer une autre marque que celles listées.

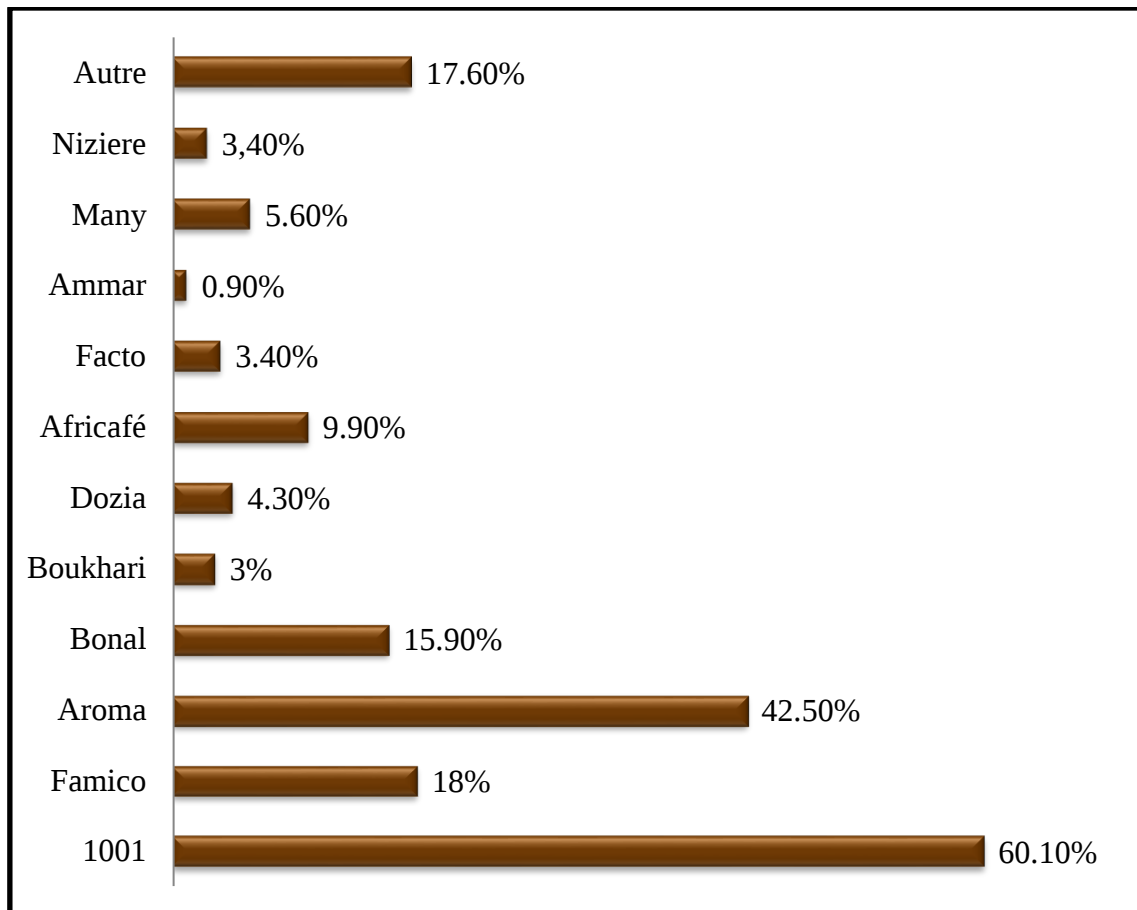


Figure 30 : Marques du café consommées.

1.2.6. Les critères les plus importants pour choisir un café

L'analyse des réponses a révélé qu'une large majorité (87,1 %) considérait le goût comme un critère essentiel dans la sélection du café. Le prix venait ensuite, cité dans 31,8 % des réponses. La marque et le contenu (en caféine, en sucre) étaient également considérés comme importants, avec respectivement 18,9 % et 18 % des réponses. Environ 6,9 % des réponses ont mentionné la variété (Arabica ou Robusta) comme critère de choix, tandis que la praticité (5,2 %) et l'emballage (6 %) ont été moins souvent évoqués. D'après 2,8 % des réponses, d'autres critères de choix sont privilégiés par les participants.

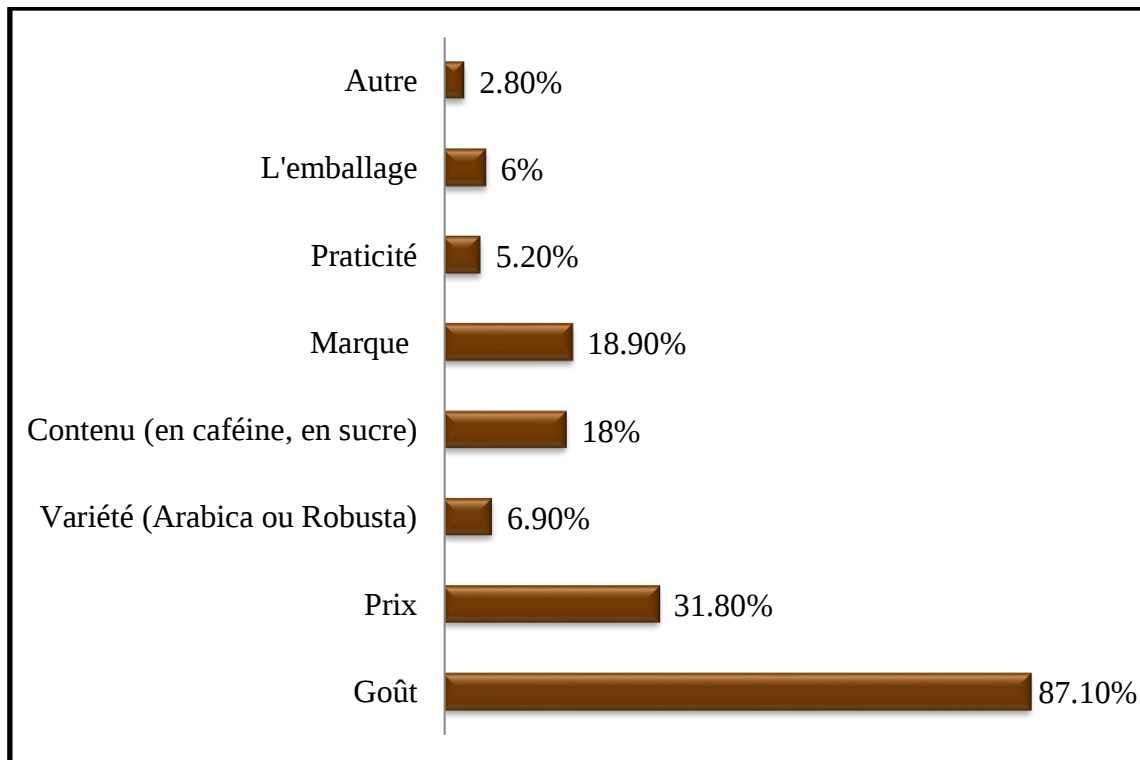


Figure 31 : Critères de choix d'un café.

1.2.7. Préférences des consommateurs selon le conditionnement du café

Les résultats indiquaient que le café moulu était de loin le conditionnement le plus couramment acheté, représentant 88,4 % des réponses. Le café soluble (type Nescafé) arrivait en deuxième position avec 30,5 % des réponses, suivi du café en capsules, cité dans 16,7 % des cas. Le café en grain, quant à lui, a été mentionné dans 9 % des réponses. D'autres types de conditionnement ont été mentionnés par 1,6 % des réponses.

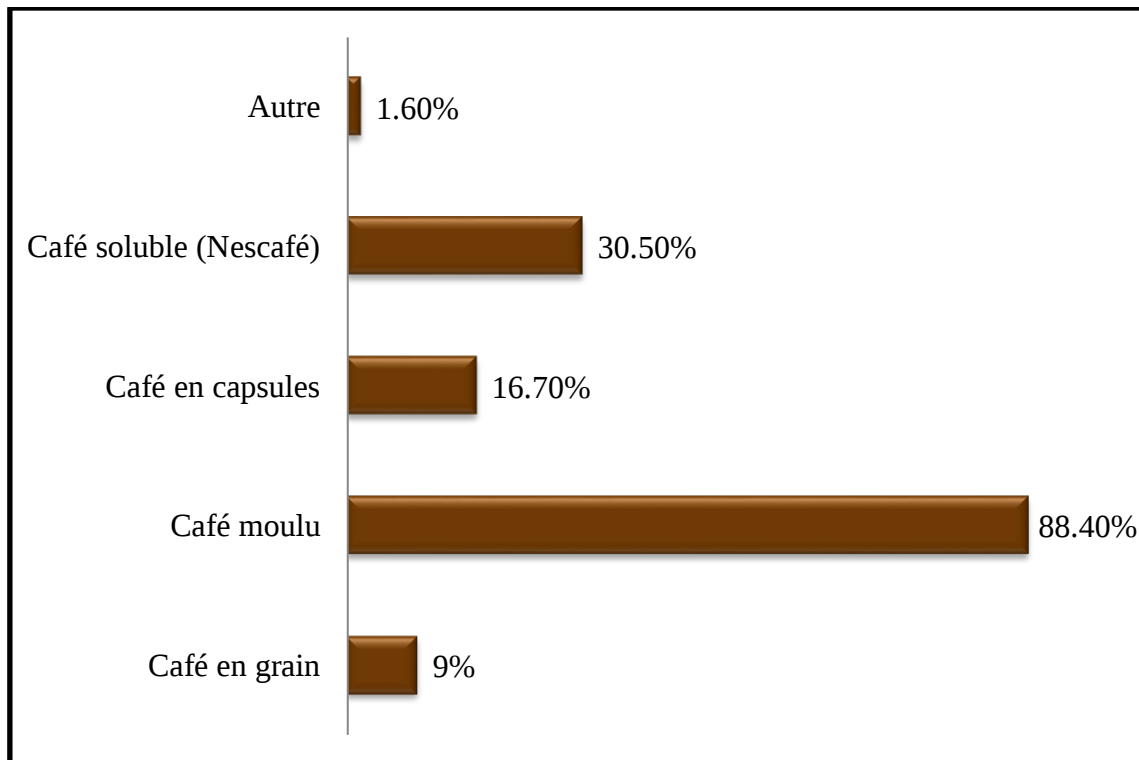


Figure 32 : Types de conditionnement du café achetés.

1.2.8. Type de café préféré par les consommateurs

L'enquête a montré que la majorité des participants préféraient le café au lait, avec un pourcentage de 52,4 %. Le café noir à l'italienne arrivait en deuxième position (43,3 %), suivi du café noir à la turque (25,3 %). Le café soluble noir était également consommé par 19,3 % des participants, tandis que le café en capsules était le moins populaire, avec seulement 11,6 % de préférences.

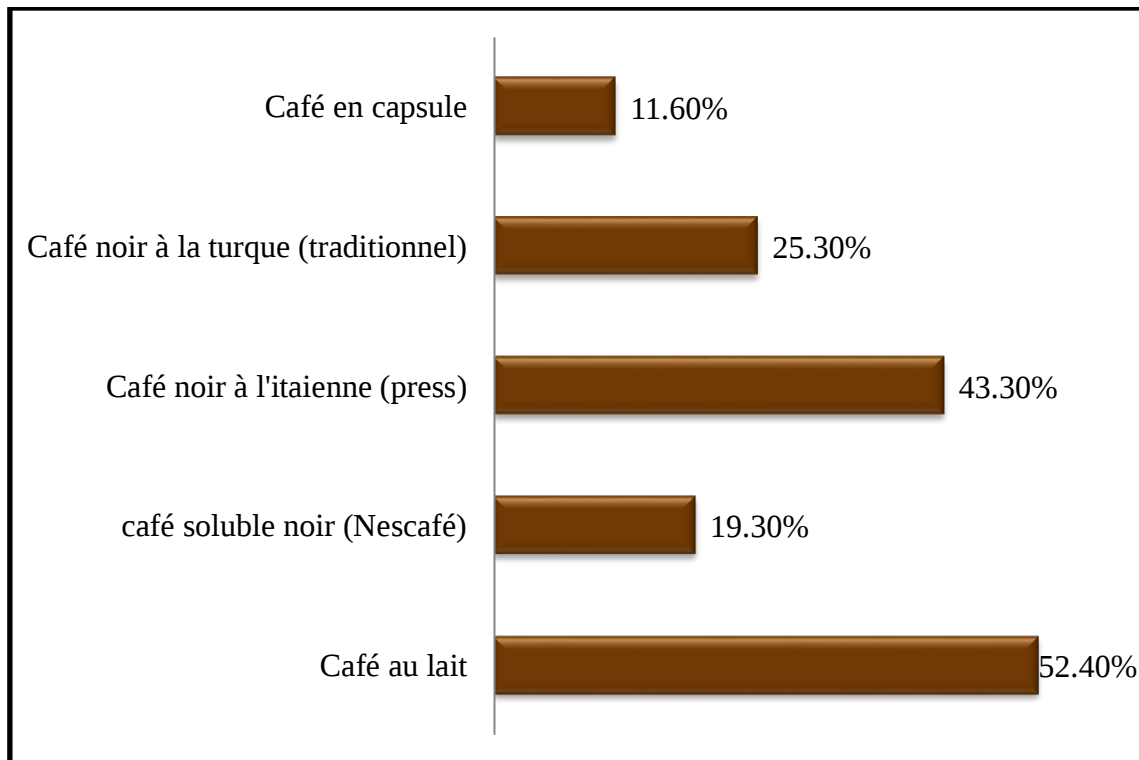


Figure 33 : Préférences de consommation de café.

1.3. Impact sur la santé

1.3.1. Raisons de consommation du café

L'enquête a révélé que la principale raison évoquée pour la consommation de café était le plaisir du goût et de l'odeur, citée dans 52,8 % des réponses. Venaient ensuite le besoin de rester éveillé et attentif (45,9 %) et la consommation par habitude, signalée dans 43,8 % des cas. L'amélioration de l'énergie physique a été mentionnée dans 27 % des réponses, tandis que 21 % des réponses associaient le café à un moyen de se détendre et déstresser. L'aspect social, en tant qu'occasion de dialoguer avec les autres, a été cité dans 9,4 % des cas. Enfin, d'autres raisons de consommation du café ont été mentionnées dans 2 % des réponses.

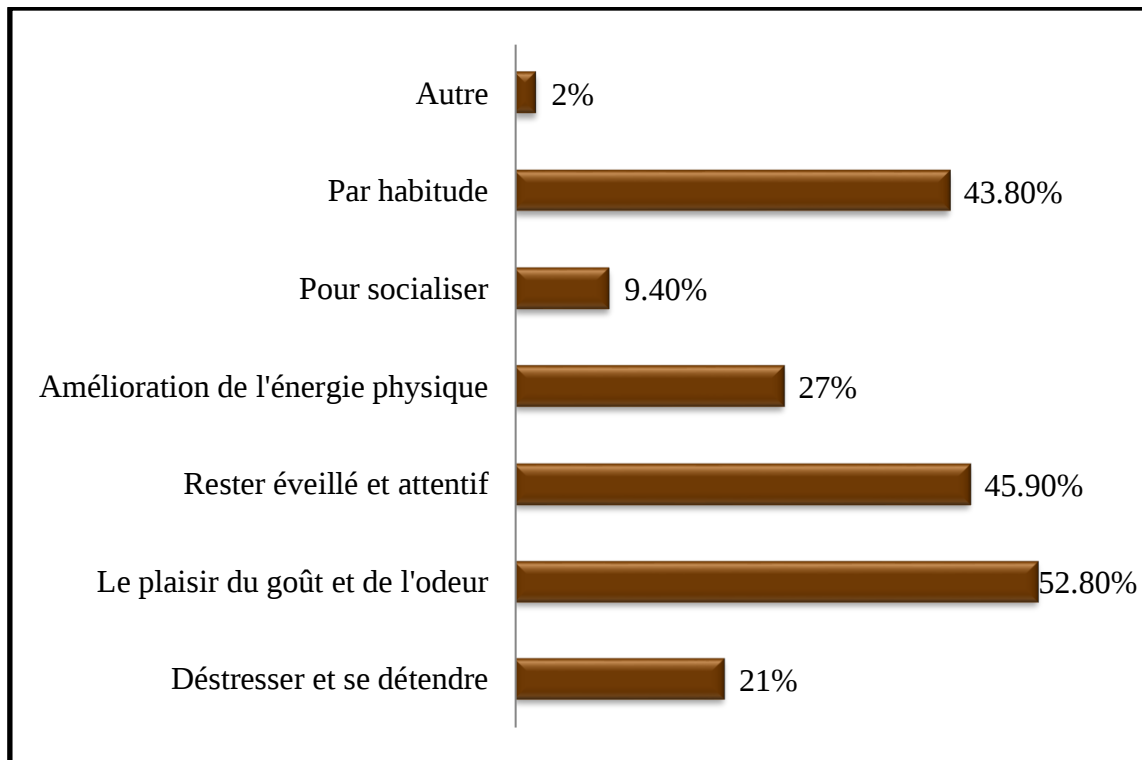


Figure 34 : Raisons de consommation du café.

1.3.2. Perception des bienfaits du café sur la santé

L'enquête a montré que la majorité (69,1 %) estimait que le café présentait des bienfaits pour la santé. En revanche, 11,2 % des participants pensaient que ce n'était pas le cas, tandis que 19,7 % déclaraient ne pas savoir.

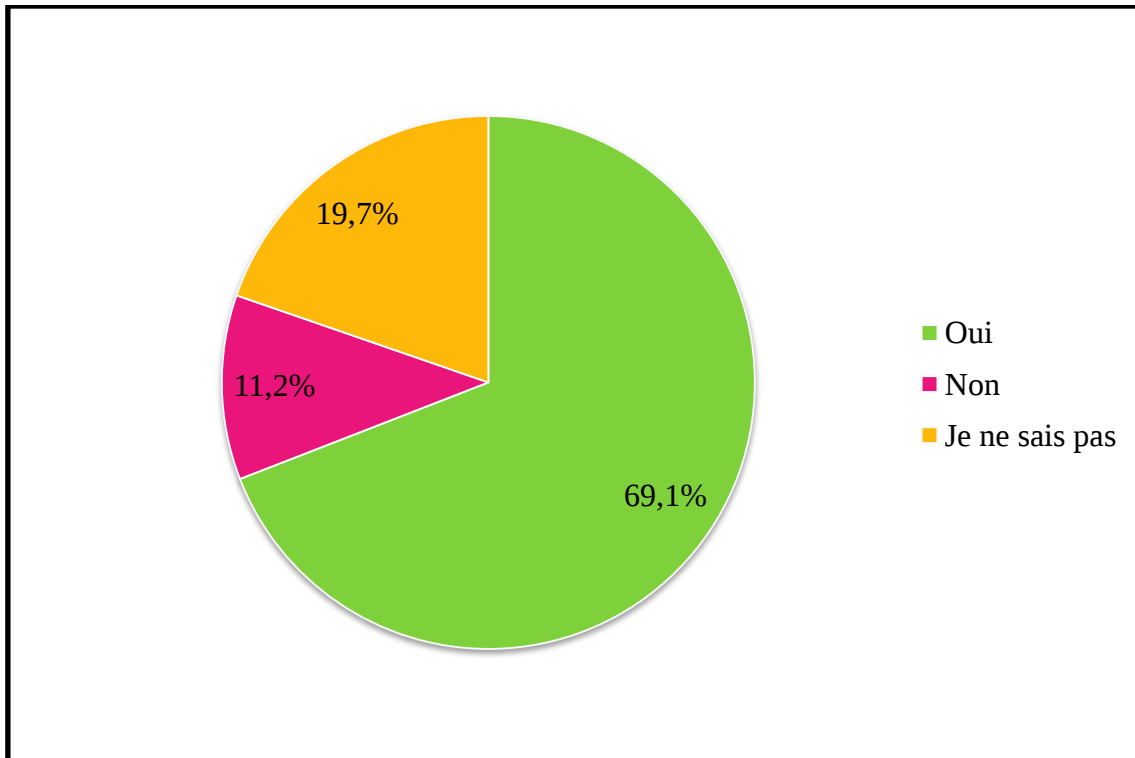


Figure 35 : Perception des bienfaits du café sur la santé.

1.3.3. Les bienfaits associés à la consommation du café

L'étude a montré que la réponse la plus fréquemment choisie (64,6 %) associait le café à la réduction des maux de tête. Ensuite, 26,5 % des réponses évoquaient une réduction de la dépression, tandis que 23,9 % estimaient qu'il contribuait à réduire les risques de maladies cardiovasculaires. Par ailleurs, 20,4 % indiquaient un effet positif sur la digestion. Une proportion plus faible, 9,3 %, considérait qu'il pouvait aider à la gestion du poids corporel. Enfin, 14,6 % des réponses déclaraient que le café n'apportait aucun bienfait, tandis que 5,50 % évoquaient des avantages autres que ceux proposés.

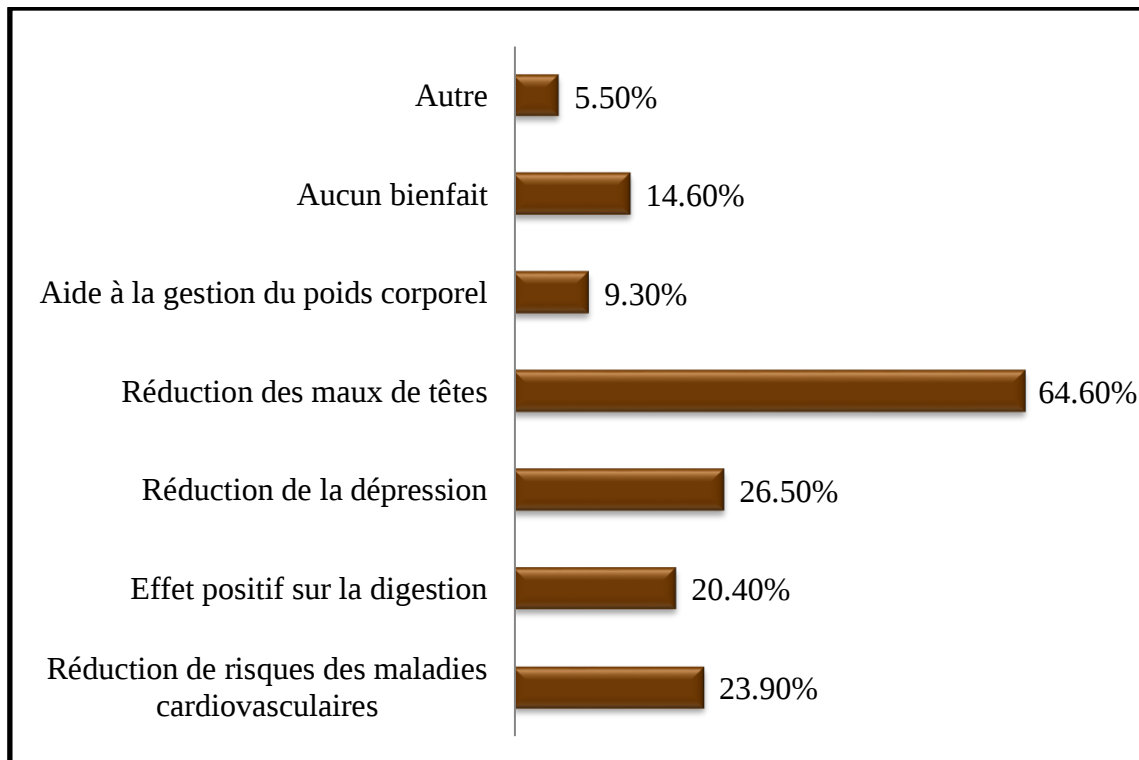


Figure 36 : Bienfaits associés à la consommation du café.

1.3.4. Effets secondaires et risques associés à la consommation du café

D'après les résultats obtenus, les effets secondaires les plus fréquemment mentionnés en lien avec la consommation de café étaient l'insomnie (47,8 % des réponses), la dépendance (38,6 %) et la nervosité (38,2 %). Les palpitations ont été citées dans 35,1 % des cas, tandis que 28,5 % des réponses évoquaient des troubles gastriques. L'élévation de la pression artérielle a été signalée dans 17,5 % des réponses, et 8,3 % mentionnaient des risques pour la femme enceinte. Par ailleurs, 21,9 % des participants ont déclaré ne remarquer aucun effet secondaire, tandis que 1,7 % ont sélectionné l'option « Autre ».

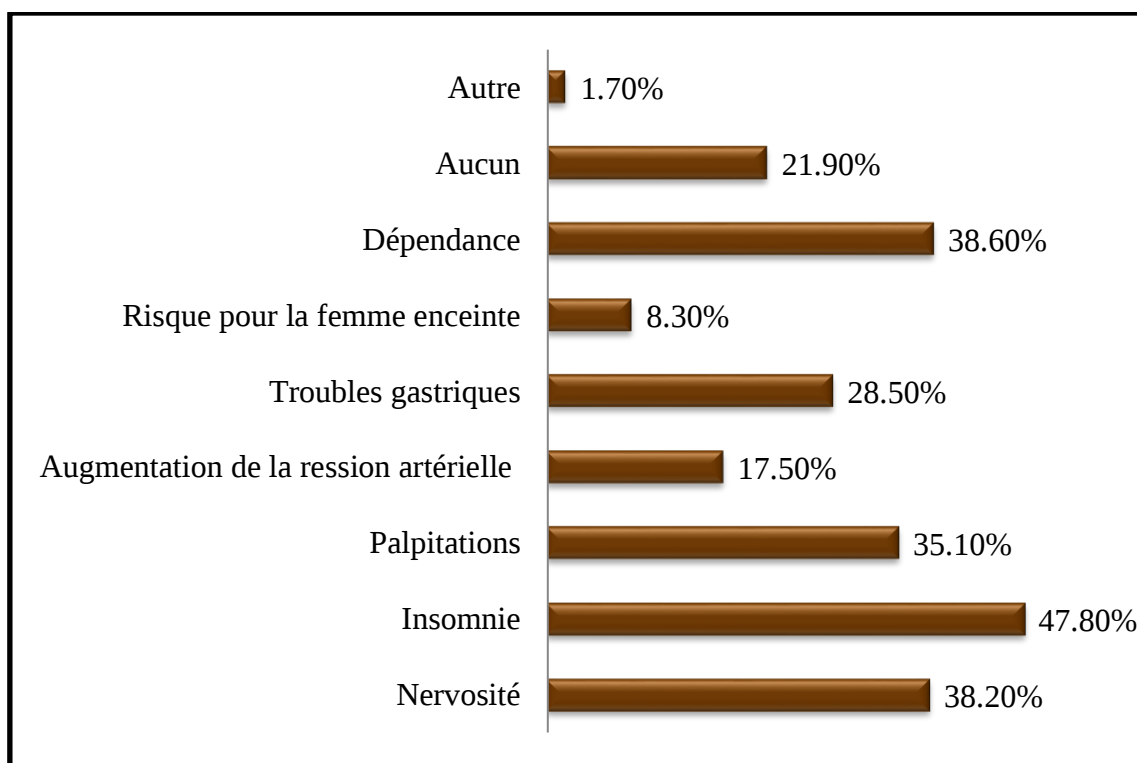


Figure 37 : Effets secondaires et risques associés à la consommation de café.

2. Résultats de l'identification de la caféine standard par spectroscopie IR

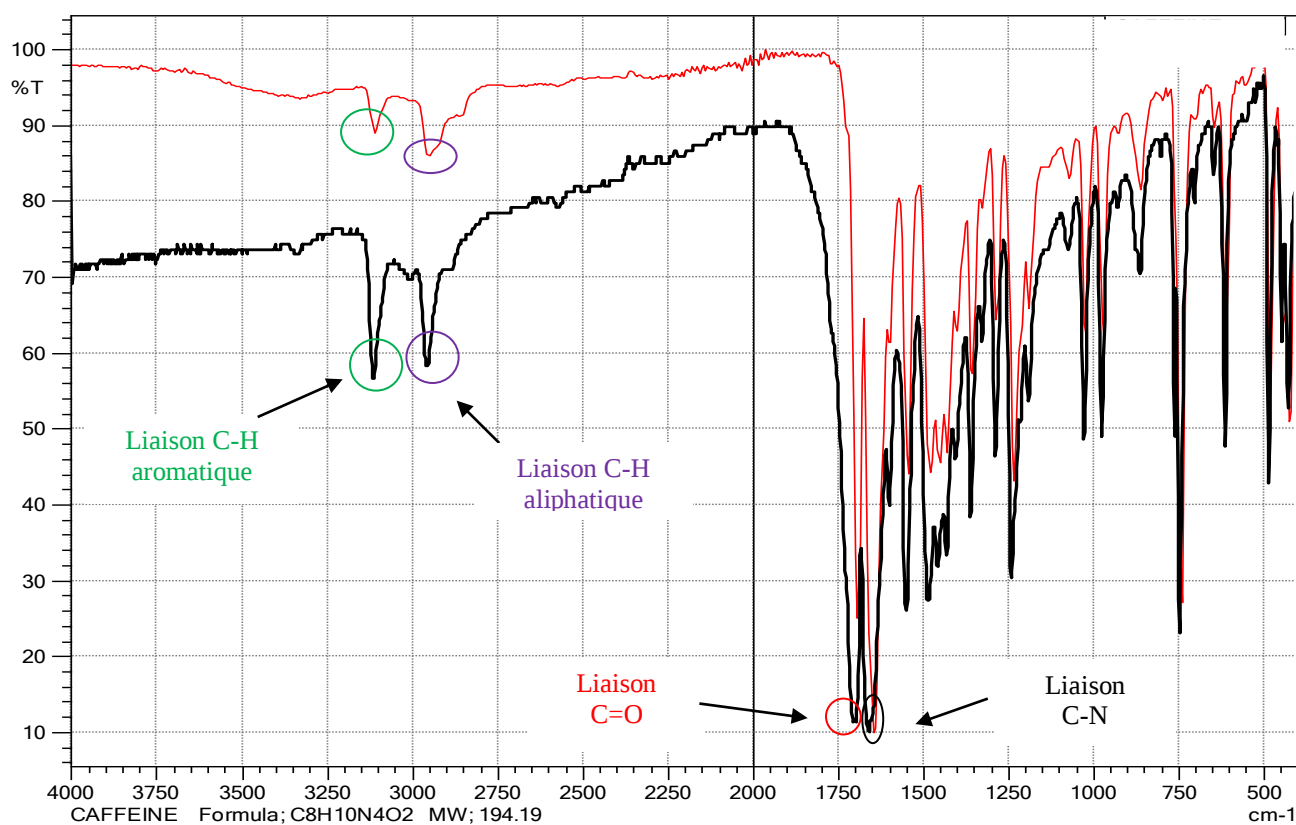


Figure 38 : Spectre d'absorption dans l'infrarouge de la caféine standard (en rouge) et la caféine de référence (en noir).

Les spectres infrarouges de la caféine standard et de la caféine de référence sont superposables, avec les mêmes bandes d'absorption.

Tableau VI : Nombres d'onde d'absorption de la caféine dans l'IR.

Liaisons	Bandes d'absorption (cm ⁻¹) Caféine standard	Bandes d'absorption (cm ⁻¹) Caféine référence
C-H aromatique	3112.10	3112.81
C-H aliphatique	2951,33	2951,73
C=O (groupe carbonyle)	1693.86	1694,01
C-N cycle imidazole	1647.92	1648,12
C-N ou C=C du cycle aromatique	1601,99	1602,33
C=N ou second C=O du cycle aromatique/carbonyle	1544,54	1544,81
OH, NH	Absence de bande > 3200	

3. Résultats de l'analyse quantitative de la caféine des échantillons de café

3.1. La courbe d'étalonnage

Les absorbances des cinq solutions étalons mesurées à 272 nm ont permis d'établir la courbe d'étalonnage suivante.

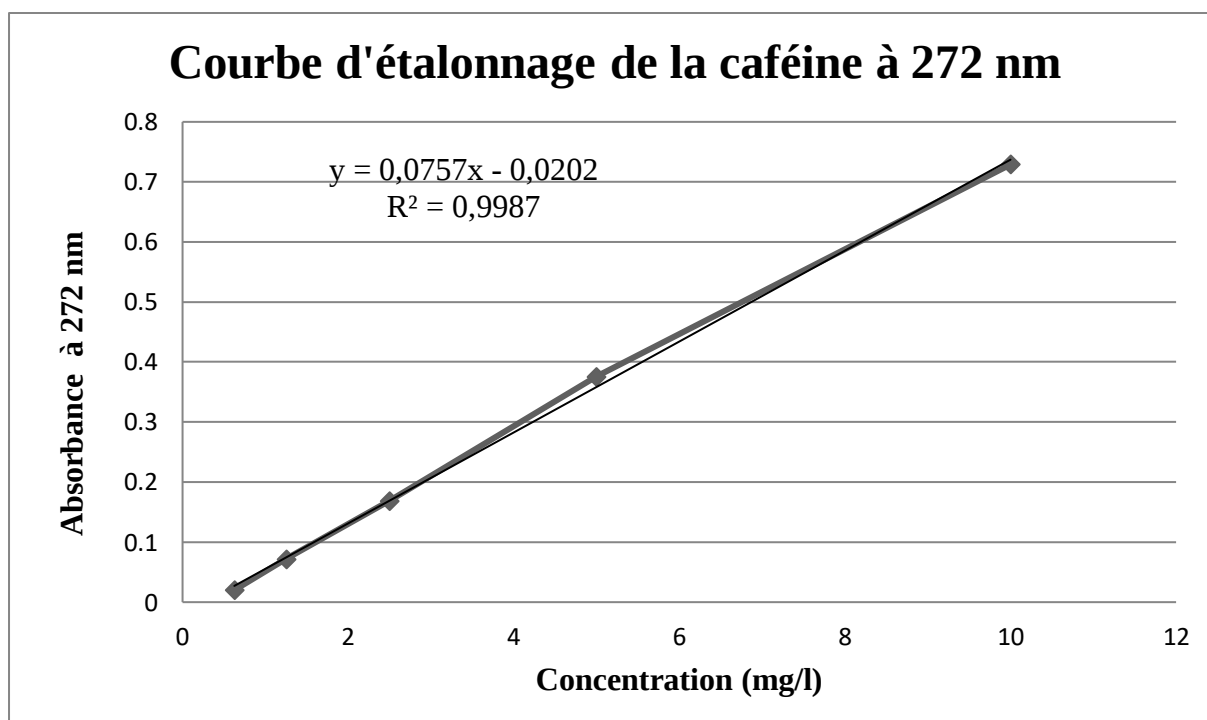


Figure 39 : Courbe d'étalonnage de la caféine à 272 nm.

Les paramètres essentiels issus de la courbe d'étalonnage de la caféine à 272 nm sont regroupés dans le tableau ci-dessous :

Tableau VII : Paramètres de la courbe d'étalonnage de la caféine ($\lambda_{\text{max}} = 272 \text{ nm}$).

Paramètre	Valeur
Équation de la droite d'étalonnage	$y = 0,0757x - 0,0202$
Pente (a)	0,0757
Ordonnée à l'origine (b)	-0,0202
(R ²)	0,9987
Domaine de linéarité	0 – 10 mg/L
Absorbance maximale observée	0,729
Concentration calculée (formule inverse)	$x = (y + 0,0202) / 0,0757$

3.2. Teneur en caféine des échantillons de café

L'absorbance de la caféine dans chaque solution d'échantillon de café a été mesurée par spectrophotométrie UV-Visible à 272 nm, en utilisant le DCM comme blanc. Les données recueillies ont servi à déterminer la teneur en caféine des différents échantillons, présentées dans le tableau ci-dessous :

Tableau VIII : Teneur en caféine des échantillons analysés exprimée en mg/L et en % m/m.

Marque	Absorbance	Concentration (mg/L)	Teneur en caféine (% m/m)
1	1,330	17,836	3,567
2	0,972	13,107	2,621
3	0,752	10,200	2,040
4	0,671	9,130	1,826
5	0,598	8,166	1,633
6	1,027	13,833	2,766
7	0,455	6,277	1,255
8	0,851	11,508	2,301
9	0,923	12,459	2,491
10	0,701	9,527	1,905
11 (café non emballé)	0,313	4,401	0,880

L'échantillon 1 présentait la teneur en caféine la plus élevée, avec une concentration de 17,836 mg/L correspondant à 3,567 % m/m. Il est suivi par l'échantillon 6, dont la concentration atteint 13,833 mg/L, soit une teneur de 2,766 % m/m. En revanche, l'échantillon ayant présenté la plus faible teneur en caféine est le café non emballé (échantillon 11), avec une concentration de 4,401 mg/L, équivalente à 0,880 % m/m.

Discussion

1. Discussion des résultats de l'enquête de consommation du café

Les résultats de notre enquête révèlent une légère prédominance féminine (55,4 %), ce qui ne concorde pas avec les données rapportées par **Demura et al., 2013**. Cette observation peut s'expliquer par une participation plus importante des femmes aux enquêtes en ligne, ou encore par un intérêt plus marqué des femmes pour les sujets relatifs à la consommation de café (106).

D'après nos résultats, la tranche d'âge des 20 à 29 ans regroupait la majorité des participants (61,4 %), tandis que les personnes de plus de 60 ans étaient les moins représentées (3,9 %). Cette répartition ne correspond pas aux observations de **Loftfield et al., 2015**, qui avaient rapporté une consommation de café croissante avec l'âge. Cette différence peut probablement s'expliquer par la forte présence des 20-29 ans sur les réseaux sociaux, principaux canaux de diffusion de notre questionnaire. Elle reflète également une population majoritairement jeune (étudiants ou jeunes actifs), souvent consommatrice de café pour ses effets stimulants (107).

D'après notre analyse, les participants se répartissent de manière équilibrée entre les travailleurs (50,2 %) et non-travailleurs (49,8 %). Cela suggère que la consommation de café concerne autant les actifs que les personnes sans emploi, probablement en lien avec les effets stimulants recherchés au quotidien. Ces observations diffèrent de celles relevées dans l'enquête réalisée par **YouGov., 2017**, qui a observé une consommation plus élevée de café chez les travailleurs comparativement aux non-travailleurs (108).

Nos résultats indiquent que 51,1 % des participants détiennent un diplôme universitaire, ce qui concorde avec les résultats de **Rodas et al., 2020**, selon lesquels un niveau d'instruction plus élevé est associé à une consommation accrue de café. Cette tendance pourrait s'expliquer par une meilleure accessibilité aux enquêtes en ligne pour les personnes instruites et par une exposition plus importante à l'information sur les effets de la caféine (109).

D'après nos résultats, une part importante des participants consomme du café quotidiennement (43,3 %) ou même plusieurs fois par jour (30 %). Ce constat concorde avec l'étude de **Lone et al., 2023**. Nos données reflètent une consommation très régulière, voire addictive pour certains, ce qui témoigne d'une forte intégration du café dans le mode de vie quotidien (110).

Notre étude a révélé que la plupart des participants (58,4 %) consomme une tasse de café par jour. Ce constat concorde avec les résultats de **Loomba et al., 2016**. Une telle consommation reste dans les limites recommandées par l'**EFSA (2015)**, qui considère qu'un apport quotidien en caféine allant jusqu'à 400 mg est sans risque pour un adulte en bonne santé(111).

L'ensemble des données indique que la consommation de café se concentre principalement entre 6 h et 9 h 30 (67,8 %). Ce constat rejoint les conclusions de l'étude de **Lieberman et al., 2019**. Cette répartition horaire peut s'expliquer par le besoin de stimulation au moment du réveil(112).

L'étude réalisée montre que 66,1 % des participants ne prêtent pas attention au type de café consommé (Arabica ou Robusta). Cette indifférence pourrait être liée à un manque de connaissances sur les différentes variétés, ou à une préférence accordée à d'autres critères tels que le goût ou le prix. Ces résultats diffèrent de ceux rapportés par **Cincotta et al., 2020**, qui ont souligné une nette prédilection pour l'Arabica comparé au Robusta (113).

Concernant les marques, le café 1001 est la plus consommée (60,1 %), suivi par Aroma et Famico. Ce choix peut être influencé par la disponibilité de ces marques, leur prix abordable, ou encore leur goût apprécié.

Selon les informations collectées, le goût est cité comme le critère principal de choix (87,1 %). Ce résultat concorde avec les observations de **Fernández et al., 2024** et souligne l'importance du plaisir sensoriel dans les habitudes de consommation (114).

Les résultats obtenus montrent une nette préférence pour le café moulu (88,4 %), au détriment des capsules et des grains, ce qui est en accord avec les résultats de **Wróblewski et al., 2018**. Cette préférence peut s'expliquer par le faible coût, la facilité d'utilisation et l'absence de besoin de matériel spécifique (115).

Les résultats de notre étude indiquent que 52,4 % des participants privilégient le café au lait. Ce constat est conforme avec les résultats d'une étude récente réalisée en France par **Quentin A., 2024**. Cette préférence peut être interprétée comme une recherche de douceur ou comme le reflet d'une habitude culturelle plus ancrée que celle du café noir (116).

L'analyse des données révèle que les principales motivations sont le plaisir du goût (52,8 %), le besoin de rester éveillé (45,9 %) et l'habitude (43,8 %). Cela montre que les participants boivent du café pour plusieurs raisons : le plaisir, l'effet stimulant ou simplement par routine. À l'inverse, l'aspect social (9,4 %) reste marginal, ce qui pourrait indiquer une tendance à une consommation plus individualisée chez les Algériens. Ces résultats diffèrent de ceux de **Mahoney et al., 2019**, qui ont démontré que le plaisir du goût arrive en deuxième position, après le besoin de se sentir plus éveillé et alerte, tandis que l'aspect social se classe en troisième position (117).

De plus, 69,1 % des participants estiment que le café présente des bienfaits, notamment pour soulager les maux de tête (64,6 %). Cette perception est cohérente avec les effets connus de la caféine, qui agit comme un analgésique léger, selon la littérature scientifique (118).

Notre enquête met en évidence des effets indésirables notables : insomnie (47,8 %), nervosité (38,2 %) et dépendance (38,6 %). Ces données confirment les risques associés à une consommation excessive, bien documentés dans la littérature, notamment chez les individus sensibles à la caféine (119).

2. Discussion des résultats de l'identification de la caféine standard par spectroscopie IR

D'après le spectre, la bande observée à $3112,10\text{ cm}^{-1}$ attire l'attention. Elle se situe dans la région typique des vibrations d'élongation des liaisons C–H portées par des cycles aromatiques. En effet, les liaisons C–H aromatiques absorbent généralement entre 3000 et 3150 cm^{-1} (120). La présence de cette bande dans le spectre de la caféine confirme donc la présence de cycles aromatiques dans sa structure, ce qui est cohérent avec sa structure purinique.

En descendant dans le spectre, une autre bande importante apparaît à $2951,33\text{ cm}^{-1}$. Cette région, comprise entre 2850 et 3000 cm^{-1} , est connue pour correspondre aux vibrations d'élongation des liaisons C–H aliphatiques (121), notamment celles des groupes méthyle ($-\text{CH}_3$). La caféine possédant plusieurs groupes méthyle fixés sur ses cycles, la présence de cette bande est attendue et confirme la nature aliphatique de certains hydrogènes de la molécule.

La bande la plus intense du spectre se situe à $1693,86\text{ cm}^{-1}$. Cette position est typique des vibrations d'élongation des liaisons C=O. En effet les groupes carbonyle (C=O) absorbent fortement dans la région $1650\text{--}1750\text{ cm}^{-1}$ (122). Le fait que cette bande soit forte et bien définie indique la présence de groupes amides dans la structure de la caféine, ce qui correspond parfaitement à sa formule chimique.

À $1647,92\text{ cm}^{-1}$, une autre bande forte apparaît. Cette région est caractéristique des vibrations d'élongation des liaisons C–N qui composent la structure de la caféine (123). La présence de cette bande confirme donc la présence de cycles azotés dans la molécule.

Plus bas, la bande à $1601,99\text{ cm}^{-1}$ peut être attribuée soit à une vibration C=N (imine), soit à une vibration C=C. Les doubles liaisons C=N ou C=C absorbent généralement entre 1500 et 1650 cm^{-1} . Cette bande reflète la conjugaison et l'aromaticité de la molécule, éléments essentiels de la structure de la caféine.

La bande à $1544,57\text{ cm}^{-1}$ est également significative. Elle se situe dans une région où peuvent apparaître soit des vibrations C=N, soit des vibrations C=O supplémentaires, notamment lorsque ces groupes sont impliqués dans des systèmes conjugués. Dans le cas de la caféine, cette bande témoigne de la complexité de la conjugaison électronique au sein du cycle aromatique azoté.

Enfin, il est important de noter l'absence de bande large et intense au-dessus de 3200 cm^{-1} dans le spectre de la caféine. Cette absence indique qu'il n'y a ni groupement hydroxyle (O–H) ni groupement amine libre (N–H) dans la molécule (124). Cela est cohérent avec la structure de la caféine, où tous les atomes d'azote sont soit engagés dans des cycles, soit dans des fonctions amides non protonées.

En conclusion, la superposition des spectres et la concordance des bandes d'absorption de la caféine standard et la caféine de référence confirment que notre caféine analysée est conforme en termes d'identité et de pureté, et qu'il peut être utilisé de manière fiable pour les mesures spectroscopiques ultérieures.

3. Discussion des résultats de l'analyse quantitative de la caféine des échantillons

❖ Interprétation des teneurs en caféine des échantillons

Une variabilité notable a été observée dans les teneurs en caféine des différentes marques de café commercialisées en Algérie, avec des valeurs comprises entre 0,880 % et 3,567 % (m/m). La marque 1 affiche la teneur la plus élevée (3,567 %), suivie de la marque 6 (2,766 %) et de la marque 2 (2,621 %). Les marques 1 et 2 sont des mélanges Arabica-Robusta, tandis que les autres marques analysées sont exclusivement à base de Robusta. Les valeurs élevées observées dans les marques 1 et 6 indiquent une forte proportion de Robusta dans leur composition, une variété connue pour sa richesse naturelle en caféine. Les marques telles que 9, 8 et 3, composées de Robusta pur, présentent des teneurs modérées à élevées (entre 2,0 % et 2,5 %), conformes aux valeurs attendues pour cette espèce. En revanche, les marques 4, 5 et 7 montrent des teneurs plus faibles, entre 1,2 % et 1,8 %, ce qui peut être attribué à la qualité des grains, au degré de torréfaction ou à d'autres facteurs technologiques. Enfin, le café non emballé présente la teneur la plus faible (0,880 %), et sa variété étant inconnue, sa faible teneur en caféine pourrait être due à un mélange de variétés ou à une altération du produit liée aux conditions de stockage ou à un phénomène d'oxydation.

Nos résultats sont en accord avec les données rapportées dans la littérature, qui indiquent que la teneur en caféine du café Robusta varie généralement entre 2 % et 4 %, tandis que celle du café Arabica se situe entre 0,8 % et 1,5 % (125). Les teneurs observées dans les échantillons à base de Robusta sont globalement conformes à ces plages. La présence de valeurs plus faibles dans certaines marques peut être liée à des facteurs tels que l'altitude de culture, les conditions post-récolte ou les procédés de torréfaction, connus pour influencer la concentration finale en caféine (126). Quant au café non emballé, sa faible teneur pourrait s'expliquer par une composition peu homogène ou une dégradation de la caféine due à une conservation inadéquate. Ces résultats soulignent l'importance d'une traçabilité rigoureuse, d'un étiquetage clair et d'un contrôle qualité adapté pour garantir au consommateur une meilleure transparence sur les produits disponibles sur le marché algérien.

❖ Limites méthodologiques

- Rupture de certains échantillons de café ;
- Disponibilité limitée du solvant d'extraction (DCM) ;
- Perturbations dues à la grève.

Conclusion

Conclusion

À travers une approche combinant enquête sociologique et expérimentation en laboratoire, ce travail a permis de cerner à la fois les préférences des consommateurs et la qualité chimique des produits qu'ils consomment.

Les données de l'enquête révèlent que la majorité des participants consomment une seule tasse de café par jour. Sur le plan des effets perçus, les bienfaits les plus souvent cités incluent la réduction des maux de tête, l'atténuation des symptômes dépressifs, ainsi que la diminution du risque de maladies cardiovasculaires. En parallèle, plusieurs effets indésirables ont été rapportés, notamment l'insomnie, la dépendance et la nervosité.

Sur le plan analytique, les teneurs en caféine varient considérablement d'une marque à l'autre, avec des valeurs allant de 0,88 % à 3,57 %, ce qui met en évidence l'importance d'un contrôle qualité plus rigoureux, notamment pour les cafés non emballés. Ces disparités influencent potentiellement la santé des consommateurs, surtout en l'absence d'un étiquetage clair.

Cependant, cette étude présente certaines limites. D'une part, l'enquête repose principalement sur un questionnaire en ligne, qui privilégie les jeunes. D'autre part, le nombre d'échantillons analysés a été limité en raison de contraintes liées à l'approvisionnement en solvant d'extraction.

Dans cette optique, il serait pertinent d'approfondir cette recherche en explorant d'autres formes de café non étudiées ici, telles que les capsules, les dosettes souples ou encore le café instantané, qui connaissent une popularité croissante et présentent des caractéristiques spécifiques en matière de dosage, d'arômes, de fraîcheur et d'impact environnemental. L'utilisation d'autres techniques analytiques plus performantes, comme la chromatographie liquide à haute performance (HPLC).

En fin de compte, cette étude souligne l'importance d'une régulation plus rigoureuse de la qualité du café vendu en Algérie, tant en termes de composition que d'informations claires et précises à destination du consommateur. Il serait bénéfique de recommander :

- Un étiquetage systématique de la teneur en caféine sur les emballages ;
- Une sensibilisation aux effets de la caféine, qu'ils soient bénéfiques ou néfastes, accompagnée de la promotion d'une consommation saine, notamment chez les personnes sensibles telles que les femmes enceintes, les individus anxieux ou hypertendus.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

1. Koníčková D, Menšíková K, Plíhalová L, Kaňovský P. Effects of active compounds and their metabolites associated with coffee consumption on neurodegenerative disease. *Nutr Res Rev* [Internet]. 21 nov 2024 [cité 1 mai 2025];1-6. Disponible sur: https://www.cambridge.org/core/product/identifier/S0954422424000349/type/journal_article
2. dePaula J, Farah A. Caffeine Consumption through Coffee: Content in the Beverage, Metabolism, Health Benefits and Risks. *Beverages* [Internet]. 1 juin 2019 [cité 10 mai 2025];5(2):37. Disponible sur: <https://www.mdpi.com/2306-5710/5/2/37>
3. EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (NDA). Scientific Opinion on the safety of caffeine. *EFSA J* [Internet]. mai 2015 [cité 10 mai 2025];13(5). Disponible sur: <https://data.europa.eu/doi/10.2903/j.efsa.2015.4102>
4. caffeine-guidance-to-industry-fra.pdf [Internet]. [cité 10 mai 2025]. Disponible sur: https://www.canada.ca/content/dam/hc-sc/migration/hc-sc/fn-an/alt_formats/pdf/legislation/guide-ld/caffeine-guidance-to-industry-fra.pdf
5. Produits à base de caféine : Guide des réglementations sur l'étiquetage de la caféine de la FDA [Internet]. Registrar Corp. [cité 10 mai 2025]. Disponible sur: <https://www.registrarcorp.com/fr/blog/food-beverage/food-beverage-regulations/caffeine-products-guide-to-fda-regulations/>
6. Librairie Quae [Internet]. [cité 6 avr 2025]. Terres de café - - Martine Séguier-Guis, Daniel Duris, Michelle Jeanguyot (EAN13 : 9782914330367) | Librairie Quae : des livres au coeur des sciences. Disponible sur: <https://www.quae.com/produit/162/9782914330367/terres-de-cafe>
7. Climate Change Effect on Coffee Yield and Quality: A Review. *Food Sci Qual Manag* [Internet]. 1 févr 2022 [cité 6 avr 2025]; Disponible sur: <https://scispace.com/papers/climate-change-effect-on-coffee-yield-and-quality-a-review-2a4anisf>
8. Teixeira OM, Santos JA, Liska GR. Modélisation probabiliste du marché du café au Brésil. *Revue brésilienne de biométrie* [Internet]. 2024 ; doi : 10.28951/bjb.v42i2.682.
9. Vo TS, Vo TTBC. Coffee: Health effects and various disease treatments. *Food and health* [Internet]. 2022;8:344–358. doi: 10.3153/fh22032.
10. Zhang D, Vega FE, Infante F, Solano W, Johnson E, Meinhardt LW. Accurate Differentiation of Green Beans of Arabica and Robusta Coffee Using Nanofluidic Array of Single Nucleotide Polymorphism (SNP) Markers. *Journal of AOAC International* [Internet]. 2020;103:315–324. doi: 10.1093/JAOCINT/QSZ002.
11. Machado F, Coimbra MA, del Castillo MD, Coreta-Gomes FM. Mechanisms of action of coffee bioactive compounds - a key to unveil the coffee paradox. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2023;1–23. doi: 10.1080/10408398.2023.2221734.
12. Allred KF, Yackley KM, Vanamala J, Allred CD. Trigonelline Is a Novel Phytoestrogen in Coffee Beans ., *J Nutr* [Internet]. oct 2009 [cité 6 avr 2025];139(10):1833-8. Disponible sur: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022316622067967>

Références bibliographiques

13. Topik S. Trade History: From the Tree to the Futures Market, the Historical Process of Coffee Commodification, 1500–Today. London: Palgrave Macmillan; 2015. p. 17–35. Available from: https://link.springer.com/chapter/10.1057/9781137412737_2.
14. Boulo M. Comité Français du café. 2013.
15. Mary B, Christine M, Catherine A. Le grand livre du café. 1re éd. France: Manise, Minerva; 2001. p. 156.
16. Coste R. Le caféier. 16e éd. Paris: G.P. Maisonneuve et Larose; 1968.
17. Koffi HJ. Les hydrocarbures aromatiques polycycliques dans le café: mise au point de méthodes analytiques et étude de l'étape de torréfaction [thèse de doctorat]. Paris: École Doctorale ABIES; 2007.
18. Lecolier A. Caractérisation de certains impacts de la mutation Laurina chez Coffea arabica L. aux niveaux histo-morphologique et moléculaire [thèse de doctorat]. La Réunion: Université de la Réunion/CIRAD; 2006. p. 18–28.
19. Houessou JK. Les hydrocarbures aromatiques polycycliques dans le café : mise au point de méthodes analytiques et étude de l'étape de torréfaction [thèse de doctorat]. Paris: I.S.I.V.E; 2007.
20. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome: FAO; 2011.
21. Arabica ou robusta : quelles différences entre ces deux variétés de café? [Internet]. [cité 6 avr 2025]. Disponible sur: <https://www.maisonducafe.com/cafes/arabica-robusta/>
22. Khalid K. Le café : Marché et tendances. Food Mag. 2010;19:24–55. Available from: <https://cutt.us/p6saf>.
23. Cabititi G. La structure du monde paysan-Madeberi au Rwanda : cas des coopératives et des stations de lavage de café de Maraba et de Karaba, direction de Huye. Thèse de doctorat, Université de Liège-Wallonie; 2013.
24. Guyhaler PN. Le café : les effets bénéfiques et néfastes sur la santé. Thèse de doctorat en pharmaceutiques, Université de Lorraine. Disponible sur : hal.univ-lorraine.fr/hal-01732489.
25. Deloumeau S. Étude des systèmes de production café de la Grande Terre (Nouvelle-Calédonie). Mémoire de fin d'études pour l'obtention du diplôme d'ingénieur en agronomie ENSAT et du diplôme d'agronomie tropicale ESAT, École Nationale Supérieure Agronomique de Toulouse, ORSTOM. 1995. Disponible sur : <https://cutt.us/f1As1>.
26. Baggenstoss J, Poisson L, Kaegi R, Perren R, Escher F. Coffee roasting and aroma formation: application. J Food Sci. 2008;73(5): R123–R134.
27. Haller PN. Le café : les effets bénéfiques et néfastes sur la santé. Thèse du Diplôme d'État de Docteur en Pharmacie. Université de Lorraine. 2013;34–99.

Références bibliographiques

28. Michelle J, Martine SG, Daniel D. Terres de café. 1re éd. France: Editions Quae; 2003. p. 120.
29. Bonnin AL. Autour du café. Thèse de doctorat en pharmacie. Département de pharmacie, Université d'Angers. 2016.
30. Mohammedi I. Corrélation entre la consommation du café et les marqueurs oxydants chez les femmes. Mémoire de fin d'études pour l'obtention du diplôme de master en physiologie cellulaire et physiopathologie. Université Abou Bekr Belkaid-Tlemcen. 2016.
31. Michel B. Café: de la cerise à la tasse. Paris: Éditions Techniques de l'Ingénieur; 2008. p. 4.
32. Inoue M, Tajima K, Hirose K, Hmajima N, Takezaki T, Kuroishi T, Tominaga S. Tea and coffee consumption and the risk of digestive tract cancers. *Cancer Causes Control*. 1998;9(3):209–16.
33. Van Dam RM, Feskens EJ. Coffee consumption and risk of type 2 diabetes mellitus. *Annu Rev Nutr*. 2002;17:305–24.
34. Urgent R, Katan MB. The cholesterol-raising factor from coffee beans. *Annu Rev Nutr*. 1997;17:305–24.
35. Weusten-Vander W, Katan MB, Viani R, Huggett AC. Identity of the cholesterol-raising factor from boiled coffee and its effects on liver function enzymes. *J Lipid Res*. 1994;35(4):721–33.
36. Tavani A, La Vecchia C. Coffee and cancer: a review of epidemiological studies, 1990–1999. *Eur J Cancer Prev*. 2000;9(4):241–56.
37. Michaud DS, Giovannucci E, Willett WC, Colditz GA, Fuchs CS. Coffee and alcohol consumption and the risk of pancreatic cancer in two prospective United States cohorts. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev*. 2001;10(5):429–37.
38. Higdon JV, Frei B. Coffee and health: a review of recent human research. *Crit Rev Food Sci Nutr*. 2006;42(2):92–123.
39. Snowden W. Behavioural effects of caffeine: the specificity hypothesis [Internet]. SciSpace; 2012 [cité 2024 Dec 2]. Disponible sur: <https://typeset.io/papers/behavioural-effects-of-caffeine-the-specificity-hypothesis-4v0nmrgp1m>.
40. Onaolapo OJ, Onaolapo AY. Caffeinated beverages, behavior, and brain structure. In: Grumezescu A, Holban AM, editors. Caffeinated and cocoa based beverages. United Kingdom, United States: Woodhead Publishing; 2019. p. 163–207.
41. Oestreich-Janzen S. Caffeine: Characterization and Properties. In: Encyclopedia of Food and Health [Internet]. Elsevier; 2016 [cité 6 avr 2025]. p. 556-72. Disponible sur: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9780123849472000982>
42. Preedy VR. Coffee in health and disease prevention. London: Academic Press; 2015. 1046 p.

Références bibliographiques

43. Preedy VR. Caffeine: chemistry, analysis, function and effects. 1st ed. London: Royal Society of Chemistry; 2012. 424 p.
44. Coffea plant (Caffeine): examining its impact on physical and mental health. Eur J Med Health Res. 2024;2:143–54. Disponible sur: [https://doi.org/10.59324/ejmhr.2024.2\(2\).16](https://doi.org/10.59324/ejmhr.2024.2(2).16).
45. Tadesse Wondimkun Z. The determination of caffeine level of Wolaita Zone, Ethiopia coffee using UV-visible spectrophotometer. Am J Anal Chem. 2016;4:59. Disponible sur: <https://doi.org/10.11648/j.ajac.20160402.14>.
46. Extraction, identification and estimation of caffeine in green and black tea samples by a simple UV-visible spectroscopic method. Indian Drugs. 2023. Disponible sur: <https://doi.org/10.53879/id.60.08.13070>.
47. Occurrence, fate, persistence and remediation of caffeine: a review. Environ Sci Pollut Res. 2020;27:34715–33. Disponible sur: <https://doi.org/10.1007/S11356-019-06998-8>.
48. Depaula J, Farah A. Caffeine consumption through coffee: content in the beverage, metabolism, health benefits and risks. Beverages. 2019;5(2):37.
49. Ramalakshmi K, Raghavan B. Caffeine in coffee: its removal. Why and how? Crit Rev Food Sci Nutr. 1999;39(5):441–56.
50. Spiller GA. Caffeine. 1st ed. Florida: CRC Press; 1998. 365 p.
51. Riquembourg C. Les boissons énergisantes: législation, composition et risques pour la santé [thèse]. Lille: Université de Lille 2; 2016. 80 p. [French].
52. Qin C, Han Z, Jiang Z, Ke JP, Li W, Zhang L, et al. Profil chimique et bioactivités *in vitro* de trois types de thés jaunes transformés à partir de jeunes pousses de Huoshanjinjizhong (*Camellia sinensis* var. *sinensis*) de différentes tendretés. Food Chem X [Internet]. 30 déc 2024 [cité 6 avr 2025];24:101809. Disponible sur: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2590157524006977>
53. Namita P, Mukesh R, Vijay KJ. *Camellia sinensis* (green tea): a review. Glob J Pharmacol. 2012;6(2):52–9.
54. Yu P, Yeo ASL, Low MY, Zhou W. Identifying key non-volatile compounds in ready-to-drink green tea and their impact on taste profile. Food Chem. 2014;155:9–16.
55. Mahmoud T, Akhtar N, Khan BA. La morphologie, les caractéristiques et les propriétés médicinales du thé *Camellia sinensis*. J Med Plants Res. 2010;4(19):2028–33.
56. Komes D, Horzic D, Belcsek A, Kovacevic Ganic K, Bljak A. Determination of caffeine content in tea and maté tea by using different methods. Czech J Food Sci. 2009;27:213–6.
57. Hamilton-Miller JM. Propriétés antimicrobiennes du thé (*Camellia sinensis* L.). Antimicrob Agents Chemother. 1995;39(11):2375.

Références bibliographiques

58. Júnior PCG, dos Santos VB, Lopes AS, de Souza JPI, Pina JRS, Júnior GCAC, et al. Determination of theobromine and caffeine in fermented and unfermented Amazonian cocoa (*Theobroma cacao* L.) beans using square wave voltammetry after chromatographic separation. *Food Control*. 2020;108:1–7.
59. Rusconi M, Conti A. *Theobroma cacao* L., the food of the gods: a scientific approach beyond myths and claims. *Pharmacol Res*. 2010;61(1):5–13.
60. Lawin IF, Fandohan AB, Gandji K, Assogbadjo AE, Ouinsavi CAIN. Cola millenii K. Schum: état des connaissances et perspectives de recherche. *Int J Biol Chem Sci*. 2018;12(3):1494–515.
61. Adelusi AA, Ogunwolu QA, Ugwu CA, Alli MA, Adesanya KA, Agboola-Adedola MO, et al. Kolanut consumption, its benefits and side effects. *World J Adv Res Rev*. 2020;8(3):356–62.
62. Ghedira K, Goetz P. Kola, *Cola nitida* (Vent) Schott et Endl (= *C. vera* Schumann) et *Cola acuminata* (P. Beauv.) Schott et Endl. *Phytothérapie*. 2009;7(1):37–40.
63. Alimyar O, Nahiz A, Monib AW, Baseer AQ, Hassand MH, Kakar UM, et al. Coffea plant (Caffeine): Examining its Impact on Physical and Mental Health. *Eur J Med Health Res [Internet]*. 1 mars 2024 [cité 6 avr 2025];2(2):143–54. Disponible sur: <https://ejmhr.com/index.php/journal/article/view/133>
64. Caffeine and cognition: a cognitive architecture-based review. *Theor Issues Ergon Sci*. 2024. Disponible sur: <https://doi.org/10.1080/1463922x.2024.2323547>.
65. Turnbull D, Rodricks JV, Mariano GF, Chowdhury F. Caffeine and cardiovascular health. *Regul Toxicol Pharmacol [Internet]*. 1 oct 2017 [cité 6 avr 2025];89:165–85. Disponible sur: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0273230017302210>
66. Boekema PJ. Café et fonction gastro-intestinale: faits et fiction [Internet]. *SciSpace*; 1999 [cité 2024 Dec 5]. Disponible sur: <https://typeset.io/papers/coffee-and-gastrointestinal-function-facts-and-fiction-a-3isccgh25k>.
67. A literature review of defecation care to prevent faecal incontinence in elderly individuals with irritable bowel syndrome. *SciSpace*; 2021;06. Disponible sur: <https://doi.org/10.47829/JJGH.2021.6101>.
68. Macedo RM. Effets de la caféine sur les os des rats ostéoporotiques. *SciSpace*; 2012 [cité 2024 Dec 5]. Disponible sur: <https://typeset.io/papers/effects-of-caffeine-on-bones-of-osteoporotic-rats-gpfzlk4amq>.
69. Patel DS. Effets de la caféine sur le corps humain. *SciSpace*; 2022 [cité 2024 Dec 5]. Disponible sur: <https://typeset.io/papers/effects-of-caffeine-on-human-body-3m3cg0hp>.
70. Petit A, Karila L, Lejoyeux M. L'abus de boissons énergisantes présente-t-il un risque? *Presse Med*. 2015;44(3):261–70.
71. Geethavani G, Rameswarudu M, Reddy RR. Effect of caffeine on heart rate and blood pressure. *Int J Sci Res Publ*. 2014;4(2):1–2.

Références bibliographiques

72. Astrup A, Toubro S, Cannon S, Hein P, Breum L, Madsen J. Caffeine: a double-blind, placebo-controlled study of its thermogenic, metabolic, and cardiovascular effects in healthy volunteers. *Am J Clin Nutr*. 1990;51(5):759–67.
73. Spriet LL. Exercise and sport performance with low doses of caffeine. *Sports Med*. 2014;44:175–84. Disponible sur: <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0257-8>.
74. Anxiety-inducing dietary supplements: a review of herbs and other supplements with anxiogenic properties. *Pharmacol Pharm*. 2014;5:966–81. Disponible sur: <https://doi.org/10.4236/PP.2014.510109>.
75. Severe caffeine intoxication treated with hemodialysis: a case report. *SciSpace*; 2021;3:299–302. Disponible sur: <https://doi.org/10.1016/J.XKME.2020.11.012>.
76. Dewar L, Heuberger R. The effect of acute caffeine intake on insulin sensitivity and glycemic control in people with diabetes. *Diabetes Metab Syndr Clin Res Rev* [Internet]. 1 déc 2017 [cité 6 avr 2025];11:S631-5. Disponible sur: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1871402117300966>
77. The effect of caffeine intake on body fluids replacement after exercise-induced dehydration. *Nutr Today*. 2020;55:288–93. Disponible sur: <https://doi.org/10.1097/NT.0000000000000445>.
78. Assessment of caffeine intake in groups of pregnant and breastfeeding women: a cross-sectional analysis. *Clin Nutr ESPEN*. 2023;57:151–7. Disponible sur: <https://doi.org/10.1016/j.clnesp.2023.06.041>.
79. Effects of caffeine restriction on fetal, neonatal and pregnancy outcomes. *SciSpace*; 2019;2:296–304. Disponible sur: <https://doi.org/10.36348/SJNHC.2019.V02I09.003>.
80. Azizatulatifah S, Sarbini D. Literature Review: The Relationship between Tea Consumption Habits and the Incidence of Anemia in Pregnant Women. *J Kesehat* [Internet]. 10 sept 2024 [cité 6 avr 2025];105-16. Disponible sur: <https://journals2.ums.ac.id/index.php/jk/article/view/3264>
81. The effects of caffeine on lactation. *SciSpace*; 2012 [cité 2024 Dec 6]. Disponible sur: <https://typeset.io/papers/the-effects-of-caffeine-on-lactation-7vpsxb1pp6>.
82. Maternal caffeine consumption and its impact on the fetus: a review. *Cureus*. 2023. Disponible sur: <https://doi.org/10.7759/cureus.48266>.
83. Warzak WJ, Evans S, Morales Knight LF, Needelman L, Dogan RK. Dietary Caffeine and Young Children: Implications for Health. In: Preedy VR, éditeur. *Caffeine* [Internet]. The Royal Society of Chemistry; 2012 [cité 6 avr 2025]. p. 353-68. Disponible sur: <https://books.rsc.org/books/book/1861/chapter/2302600/Dietary-Caffeine-and-Young-Children-Implications>
84. Dubé PA, Lefebvre L, Duranceau A. Boissons énergisantes: risques liés à la consommation et perspectives de santé publique. Québec: Institut national de santé publique du Québec; 2010. 123 p.

Références bibliographiques

85. Qader S, Mohammed A, Muhammed AM, Omer R, Qader A. Determination of three metal ions (Cu^{2+} , Pb^{2+} , Cd^{2+}) by ultraviolet-visible spectroscopy. *J Phys Chem Funct Mater* [Internet]. 2024 [cited 2025 Mar 7];7:88–100. doi:10.54565/jphcfum.1535225.
86. Zulfaidah NT, Kurniawati E, Putri GH, Widiani F. Effet de la variation de la concentration en solvant sur la teneur en caféine de l'extrait de grain de café vert arabica (*Coffea arabica*) à l'aide de la spectrophotométrie UV-Vis. *J Food Pharm Sci*. 2024;266–72. doi:10.22146/jfps.17983.
87. Atkins P, Ratcliffe G, Wormald MR, de Paula J. Ultraviolet and visible spectroscopy. Oxford: Oxford University Press; 2023. doi:10.1093/hesc/9780198830108.003.0055.
88. Skoog A, West DM, Holler FJ, Crouch SR. Chimie analytique. 7e éd. Bruxelles: De Boeck; 1997.
89. Shabbir W, Chauhan S. A review on use of ultraviolet spectroscopy. *Innovare J Med Sci*. 2024;12(4):5–11. doi:10.22159/ijms.2024v12i4.51499.
90. Akash MSH, Rehman K. Ultraviolet-Visible (UV-VIS) Spectroscopy. In: Akash MSH, Rehman K, editors. *Essentials of Pharmaceutical Analysis*. Singapore: Springer; 2020. p. 29–56. doi:10.1007/978-981-15-1547-7_3.
91. Tarleton AS, Garcia-Alvarez JC, Wynn A, Awbrey CM, Roberts TP, Gozem S. OS100: A benchmark set of 100 digitized UV-visible spectra and derived experimental oscillator strengths.
92. Livre de chimie analytique 3e [Internet]. Google Drive; [cited 2025 Mar 10]. Available from: <https://drive.google.com/drive/folders/11ItgEXXDnUz4upcXTiYpwAAAdqWE5onwr>.
93. Joung JF, Han M, Jeong M, Park S. Experimental database of optical properties of organic compounds. *Sci Data* [Internet]. 2020 [cited 2025 Mar 9];7:295. doi:10.1038/s41597-020-00634-8.
94. Mudigiri R, Jorige A. Extraction, identification et estimation de la caféine dans des échantillons de thé vert et noir par une méthode spectroscopique UV-visible simple. *Médicaments Indiens*. 2023. doi:10.53879/id.60.08.13070.
95. Stark G, de Oliveira N, Smith PL. Spectroscopic techniques: Ultraviolet. In: Smith PL, editor. *Springer Handbook of Molecular Spectroscopy*. Cham: Springer; 2023. p. 667–82. doi:10.1007/978-3-030-73893-8_46.
96. Hadjmohammadi MR, Chaichi MJ, Yousefpour M. Effet du solvatochromisme de différents solvants sur les spectres UV-Vis de la fluorescéine et de ses dérivés. *Revue iranienne de chimie et de génie chimique – édition internationale en anglais* [Internet]. 2008 ; 27 : 9–14. doi : 10.30492/IJCCE.2008.6929.
97. Haeri HH, Blaffert J, Schöffmann FA, Blech M, Hartl J, Garidel P, et al. Concentration effects in the interaction of monoclonal antibodies (mAbs) with their immediate environment characterized by EPR spectroscopy. *Molecules* [Internet]. 2019 [cited 2025 Mar 7];24(14):2528. doi:10.3390/molecules24142528.

Références bibliographiques

98. Qvarz LLC. How to overcome interferences in UV–visible spectroscopic studies? [Internet]. 2021 [cited 2025 Mar 7]. Available from: <https://qvarz.com/how-to-overcome-interferences-in-uv-visible-spectroscopic-studies/>.
99. Mettler-Toledo International Inc. UV Vis spectroscopy: essential knowledge [Internet]. [cited 2025 Mar 7]. Available from: https://www.mt.com/us/en/home/applications/Application_Browse_Laboratory_Analytics/uv-vis-spectroscopy/uvvis-spectroscopy-explained.html.
100. Chen Z. Application of UV-vis spectroscopy in the detection and analysis of substances. *Trans Mater Biotechnol Life Sci* [Internet]. 2024 [cited 2025 Mar 7];3:131–6. doi:10.62051/mw4daz69.
101. Karpinska J. Basic principles and analytical application of derivative spectrophotometry. In: Uddin J, editor. *Macro to Nano Spectroscopy* [Internet]. InTech; 2012 [cited 2025 Mar 7]. Available from: <http://www.intechopen.com/books/macro-to-nano-spectroscopy/derivative-spectrophotometry-principles-and-analytical-application>.
102. Saha D, Chowdhury Apou A, Mia MM. Quantitative analysis of caffeine in carbonated beverages from the Bangladeshi market using spectroscopy methods. *Int J Multidiscip Res*. 2024;6(6). doi:10.36948/ijfmr.2024.v06i06.32216.
103. Wierzejska RE, Gielecińska I, Hallmann E, Wojda BK. Polyphenols vs. caffeine in coffee from franchise coffee shops: Which serving of coffee provides the optimal amount of this compounds to the body. *Molecules*. 2024;29(10). doi:10.3390/molecules29102231.
104. Gatera VA, Salman S. Analisis kadar kafein dalam bubuk kopi Sanggabuana dan bubuk kopi Cibulao dengan menggunakan metode spektrofotometri UV-VIS. *Jurnal Bidang Ilmu Kesehatan*. 2023;13(1):44–50. doi:10.52643/jbik.v13i1.2464.
105. Shibiru Eticha, Tesfa Bedassa. Determination of Caffeine in Coffee Samples by High Performance Liquid Chromatography and Ultra Violet - Visible Spectrophotometry Methods from Wollega, Ethiopia. *International Journal of Biochemistry, Biophysics & Molecular Biology*. Vol. 5, No. 1, 2020, pp. 8-17. doi: 10.11648/j.ijbbmb.20200501.12.
106. Demura S, Aoki H, Mizusawa T, Soukura K, Noda M, Sato T. Gender Differences in Coffee Consumption and Its Effects in Young People. *Food Nutr Sci* [Internet]. 2013 [cité 22 avr 2025];04(07):748-57. Disponible sur: <http://www.scirp.org/journal/doi.aspx?DOI=10.4236/fns.2013.47096>
107. Loftfield E, Freedman ND, Graubard BI, Guertin KA, Black A, Huang WY, et al. Association of Coffee Consumption With Overall and Cause-Specific Mortality in a Large US Prospective Cohort Study. *Am J Epidemiol* [Internet]. 27 nov 2015 [cité 22 avr 2025];kww146. Disponible sur: <https://academic.oup.com/aje/article-lookup/doi/10.1093/aje/kww146>
108. Plus d'un quart des travailleurs sont « trop occupés » pour boire du café au travail, révèle une enquête européenne [Internet]. [cité 22 avr 2025]. Disponible sur: <https://www.coffeeandhealth.org/health/media-content/news-alerts/over-a-quarter-of-workers-too-busy-to-drink-coffee-at-work-european-survey-reveals>

Références bibliographiques

109. Rodas L, Riera-Sampol A, Aguilo A, Martínez S, Tauler P. Effects of Habitual Caffeine Intake, Physical Activity Levels, and Sedentary Behavior on the Inflammatory Status in a Healthy Population. *Nutrients* [Internet]. 3 août 2020 [cité 22 avr 2025];12(8):2325. Disponible sur: <https://www.mdpi.com/2072-6643/12/8/2325>
110. Coffee Consumption Behavior in Young Adults: Exploring Motivations, Frequencies, and Reporting Adverse Effects and Withdrawal Symptoms. *Psychol Res Behav Manag* [Internet]. 1 sept 2023 [cité 22 avr 2025]; Disponible sur: <https://scispace.com/papers/coffee-consumption-behavior-in-young-adults-exploring-3uk45uv3rf>
111. Loomba RS, Aggarwal S, Arora RR. The Effect of Coffee and Quantity of Consumption on Specific Cardiovascular and All-Cause Mortality: Coffee Consumption Does Not Affect Mortality. *Am J Ther* [Internet]. janv 2016 [cité 22 avr 2025];23(1):e232-7. Disponible sur: <https://journals.lww.com/00045391-201601000-00026>
112. Lieberman HR, Agarwal S, Fulgoni VL. Daily Patterns of Caffeine Intake and the Association of Intake with Multiple Sociodemographic and Lifestyle Factors in US Adults Based on the NHANES 2007–2012 Surveys. *J Acad Nutr Diet* [Internet]. janv 2019 [cité 22 avr 2025];119(1):106-14. Disponible sur: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2212267218318276>
113. Cincotta F, Tripodi G, Merlino M, Verzera A, Condurso C. Variety and shelf-life of coffee packaged in capsules. *LWT* [Internet]. janv 2020 [cité 22 avr 2025];118:108718. Disponible sur: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0023643819310606>
114. DAYA TARIK KOPI ARABIKA DARI PERSPEKTIF PERILAKU KONSUMEN | AGROTEKSOS [Internet]. [cité 22 avr 2025]. Disponible sur: <https://agroteksos.unram.ac.id/index.php/Agroteksos/article/view/1107>
115. Wróblewski Ł, Mokrysz S. Consumer preferences for coffee brands available on the Polish market. *Forum Sci Oeconomia* [Internet]. 14 juin 2018 [cité 22 avr 2025];6(2):75-90. Disponible sur: <https://ojs.wsb.edu.pl/index.php/fso/article/view/152>
116. QUENTIN A. Ouest-France.fr. 2024 [cité 22 avr 2025]. Noir, allongé ou latte : buvez-vous plus de café que la moyenne ? Disponible sur: <https://www.ouest-france.fr/economie/budget/consommation-buvez-vous-plus-de-cafe-que-la-moyenne-4ecb25e8-2413-11ef-950f-122928859832>
117. Mahoney CR, Giles GE, Marriott BP, Judelson DA, Glickman EL, Geiselman PJ, et al. Intake of caffeine from all sources and reasons for use by college students. *Clin Nutr* [Internet]. avr 2019 [cité 22 avr 2025];38(2):668-75. Disponible sur: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0261561418301341>
118. Zhang WY. A Benefit-Risk Assessment of Caffeine as an Analgesic Adjuvant: Drug Saf [Internet]. 2001 [cité 17 avr 2025];24(15):1127-42. Disponible sur: <http://link.springer.com/10.2165/00002018-200124150-00004>
119. Department of Pharmacy, Southern University Bangladesh, Mehediabag (Chittagong)-4000, Bangladesh., Torequl Islam M. Underlying side effects of caffeine. *Int J Pharma*

Références bibliographiques

- Sci Sci Res [Internet]. 2016 [cité 17 avr 2025];2(6):253-7. Disponible sur: <https://biocoreopen.org/ijpsr/Underlying-side-effects-of-caffeine.php>
120. Maltseva E, Mackie CJ, Candian A, Petrignani A, Huang X, Lee TJ, et al. High-resolution IR absorption spectroscopy of polycyclic aromatic hydrocarbons in the 3 μm region: role of hydrogenation and alkylation. *Astron Astrophys* [Internet]. févr 2018 [cité 23 mai 2025];610:A65. Disponible sur: <https://www.aanda.org/10.1051/0004-6361/201732102>
121. Schmidt TW, Günay B, Burton MG, Rawal A. Aliphatic hydrocarbon content of interstellar dust. *Proc Int Astron Union* [Internet]. avr 2019 [cité 23 mai 2025];15(S350):241-4. Disponible sur: https://www.cambridge.org/core/product/identifler/S1743921320000691/type/journal_article
122. Kolling OW. Effect of Hydrogen Bonding Solvents on the Infrared Absorption Band for the Fundamental Vibration of the Carbonyl Group in 1,1,3,3-Tetramethylurea. *Trans Kans Acad Sci* 1903- [Internet]. avr 1999 [cité 23 mai 2025];102(1/2):53. Disponible sur: <https://www.jstor.org/stable/3628216?origin=crossref>
123. SciSpace - Paper [Internet]. 2006 [cité 23 mai 2025]. The infrared spectra of secondary amines and their salts. Disponible sur: <https://scispace.com/papers/the-infrared-spectra-of-secondary-amines-and-their-salts-my4vc3du4p>
124. Meusinger R. Solution to spectroscopy challenge 13. *Anal Bioanal Chem* [Internet]. mars 2009 [cité 23 mai 2025];393(5):1381-2. Disponible sur: <http://link.springer.com/10.1007/s00216-008-2578-7>
125. Perrois C, Strickler SR, Mathieu G, Lepelley M, Bedon L, Michaux S, et al. Differential regulation of caffeine metabolism in *Coffea arabica* (Arabica) and *Coffea canephora* (Robusta). *Planta* [Internet]. janv 2015 [cité 19 avr 2025];241(1):179-91. Disponible sur: <http://link.springer.com/10.1007/s00425-014-2170-7>
126. Olechno E, Puścion-Jakubik A, Zujko ME, Socha K. Influence of Various Factors on Caffeine Content in Coffee Brews. *Foods* [Internet]. 27 mai 2021 [cité 19 avr 2025];10(6):1208. Disponible sur: <https://www.mdpi.com/2304-8158/10/6/1208>

Annexes

Le questionnaire



Étude sur la consommation de café:

* Indique une question obligatoire

Section 1: Profil du participant

1- Êtes-vous ? *

- ☐ Un homme
- ☐ Une femme

2- Quel est votre âge ? *

- ☐ Moins de 20
- ☐ Entre 20 et 29
- ☐ Entre 30 et 39
- ☐ Entre 40 et 49
- ☐ Entre 50 et 60
- ☐ Plus de 60

3- Quel est votre statut social ? *

- ☐ Travailleur
- ☐ Non travailleur

4- Quel est votre niveau d'éducation ? *

- ☐ Diplôme universitaire
- ☐ Sans diplôme universitaire (y compris les étudiants)

Section 2: Habitudes de consommation de café

1- A quelle fréquence consommez-vous le café? *

- ☐ Plusieurs fois par jour
- ☐ Tous les jours
- ☐ Quelques fois par semaine
- ☐ Rarement

2- En moyenne, combien de tasses de café buvez-vous par jour? *

- ☐ 1 tasse
- ☐ 2 à 3 tasses
- ☐ 3 à 4 tasses
- ☐ Plus de 4 tasses

3- À quels moments précis de la journée consommez-vous généralement du café ? *

- ☐ Entre 6 h et 9h 30 (ex. : au réveil ou au petit-déjeuner)
- ☐ Entre 9h 30 h et 12 h (ex. avant le déjeuner)
- ☐ Entre 12 h et 14 h (ex. : immédiatement après le déjeuner)
- ☐ Entre 14 h et 18 h (ex. : pendant une collation ou une pause l'après-midi)
- ☐ Après 18 h (ex. : après le dîner ou en soirée)
- ☐ Autre :

4- Quel type de café consommez-vous? *

- ☐ Arabica
- ☐ Robusta
- ☐ Mélange arabica/robusta
- ☐ Je n'y prête pas attention
- ☐ Autre :

5- Quelle marque de café consommez-vous? *

- ☐ 1001
- ☐ Famico
- ☐ Aroma
- ☐ Bonal
- ☐ Boukhari
- ☐ Dozia
- ☐ Africafé
- ☐ Facto
- ☐ Ammar
- ☐ Many
- ☐ Niziere
- ☐ Autre :

6- Selon vous, quels sont les critères *
les plus importants pour choisir un
café ?

- ☐ Goût
- ☐ Prix
- ☐ Variété (Arabica ou Robusta)
- ☐ Contenu (en caféine, en sucre...)
- ☐ Marque
- ☐ Praticité
- ☐ L'emballage
- ☐ Autre :

7- Sous quel conditionnement achetez-vous votre café?



☐ Café en grain



☐ Café moulu



☐ Café en capsules



sodish

☐ Café soluble (nescafé)

☐ Autre :

8-Comment préférez-vous boire le café? *



- ☐ Au lait
- ☐ Café soluble noir (nescafé)



- ☐ Café noir à l'italienne (presse)



- ☐ Café noir à la turque (traditionnel)
- ☐ Café en capsules

Section 3: Impact sur la santé

1-Prenez-vous du café pour : *

- ☐ Désstresser et se détendre
- ☐ Le plaisir du goût et de l'odeur
- ☐ Rester éveillé et attentif
- ☐ Amélioration de l'énergie physique
- ☐ Pour socialiser (occasion de dialoguer avec les autres)
- ☐ Par habitude
- ☐ Autre :

2- Selon vous, le café présente-t-il des bienfaits pour la santé ? *

- ☐ Oui
- ☐ Non
- ☐ Je ne sais pas

3- Quels bienfaits associez-vous à la consommation de café ?

- ☐ Réduction de risques des maladies cardiovasculaires
- ☐ Effet positif sur la digestion
- ☐ Réduction de la dépression
- ☐ Réduction des maux de têtes
- ☐ Aide à la gestion du poids corporel
- ☐ Aucun bienfait
- ☐ Autre :

4- Quels effets secondaires/risques associez-vous à la consommation de café ?

- ☐ Nervosité
- ☐ Insomnie
- ☐ Palpitations
- ☐ Augmentation de la pression artérielle
- ☐ Troubles gastriques (reflux)
- ☐ Risque pour la femme enceinte
- ☐ Dépendance
- ☐ Aucun
- ☐ Autre :

Résumé

Le café est une boisson largement consommée en Algérie, en particulier en raison de ses effets stimulants dus à la caféine. Toutefois, la teneur réelle en caféine des cafés commercialisés demeure souvent inconnue des consommateurs. L'objectif de cette étude est d'estimer cette teneur dans plusieurs types de café disponibles sur le marché algérien, tout en étudiant les habitudes de consommation de la population.

L'étude consiste à analyser 11 échantillons de café à l'aide de la spectroscopie UV-Visible à 272 nm, une méthode simple et rapide permettant de quantifier la caféine. En même temps, un questionnaire en ligne a été diffusé, recueillant les réponses de 233 participants sur leurs comportements liés à la consommation de café.

Les résultats ont montré une variation notable de la teneur en caféine entre les échantillons, allant de 0,880 % à 3,567 % m/m. Les cafés contenant du Robusta, présentent des concentrations plus élevées. L'enquête a révélé une consommation fréquente, souvent quotidienne, motivée principalement par le goût et les effets stimulants du café, tout en mettant en évidence une méconnaissance générale des types de café consommés et de leur composition.

Cette étude met en lumière la diversité des teneurs en caféine dans les cafés vendus en Algérie ainsi qu'une consommation fréquente mais insuffisamment informée. Elle souligne l'importance d'une meilleure sensibilisation des consommateurs et ouvre la voie à des recherches complémentaires et à un renforcement des mesures de contrôle de qualité.

Mots-clés : café, caféine, spectroscopie UV-Visible.

Abstract

Coffee is a widely consumed beverage in Algeria, particularly due to its stimulating effects attributed to caffeine. However, the actual caffeine content in commercially available coffee is often unknown to consumers. The objective of this study is to estimate this content in various types of coffee available on the Algerian market, while also studying the consumption habits of the population. The study consists of analyzing 11 coffee samples using UV-Visible spectroscopy at 272 nm, a simple and rapid method for quantifying caffeine. Simultaneously, an online questionnaire was distributed, collecting responses from 233 participants regarding their coffee consumption behaviors. The results showed a notable variation in caffeine content between the samples, ranging from 0.880% to 3.567% m/m. Coffees containing Robusta exhibited higher concentrations. The survey revealed frequent, often daily consumption, primarily motivated by taste and the stimulating effects of coffee, while highlighting a general lack of knowledge about the types of coffee consumed and their composition. This study highlights the diversity of caffeine content in coffee sold in Algeria and frequent yet insufficiently informed consumption. It underscores the importance of better consumer awareness and paves the way for further research and enhanced quality control measures.

Keywords: coffee, caffeine, UV-Visible spectroscopy.

الملخص

القهوة هي مشروب يُستهلك بشكل واسع في الجزائر، وبالأخص بسبب تأثيراتها المنبهة المرتبطة بالكافيين. و مع ذلك، فإن المحتوى الفعلي للكافيين في القهوة التجارية يبقى غالباً مجهولاً لدى المستهلكين. هدف هذه الدراسة هو تقدير هذا المحتوى في أنواع مختلفة من القهوة المتوفرة في السوق الجزائري، مع دراسة عادات الاستهلاك لدى السكان. تتكون الدراسة من تحليل 11 عينة من القهوة باستخدام التحليل الطيفي للأشعة فوق البنفسجية والمرئية عند 272 نانومتر، وهي طريقة بسيطة وسريعة لقياس الكافيين. في الوقت نفسه، تم توزيع استبيان عبر الإنترنت، حيث تم جمع إجابات من 233 مشاركاً حول سلوكياتهم المرتبطة باستهلاك القهوة. أظهرت النتائج تبايناً ملحوظاً في محتوى الكافيين بين العينات، حيث تراوح من 0.880% إلى 3.567% وزن/وزن. أظهرت القهوة المحتوية على روبوستا تركيزات أعلى. كشف الاستبيان عن استهلاك متكرر، وغالباً يومي، تحفزه بشكل رئيسي النكهة وتأثيرات القهوة المنبهة، مع إبراز جهل عام بأنواع القهوة المستهلكة. تسلط هذه الدراسة الضوء على تنوع محتوى الكافيين في القهوة المباعة في الجزائر، بالإضافة إلى استهلاك متكرر ولكنه غير مستنير بما فيه الكفاية. وتؤكد على أهمية زيادة توعية المستهلكين وتفتح الطريق لإجراء المزيد من الأبحاث وتعزيز إجراءات مراقبة الجودة.

الكلمات المفتاحية: قهوة، كافيين، مطيافية الأشعة فوق البنفسجية.