

République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
Université A.MIRA-BEJAIA  
Faculté : science et technologie  
Département : génie des procédés



جامعة بجاية  
Tasdawit n Bgayet  
Université de Béjaïa

# Mémoire

Présenté par

**TABET MELISSA  
ELBIR THINHINENE**

Pour l'obtention du diplôme de Master  
en  
Spécialité : **GENIE ALIMENTAIRE**

Thème

**Quantification et Identification par HPLC de composés  
phenoliques de quelques marques de boisson de café  
capsule**

Soutenu le : **05 octobre 2021**

Devant le Jury composé de :

Mme AIDLI.A  
Mme BELKHIRI.W  
Mme ARKOUB.L  
Mme BOUARICHE.Z

présidente  
promotrice  
examinatrice  
Co-promotrice

Année Universitaire : 2020-2021

## Remerciement

Nous remercions en premier lieu ALLAH le Tout Puissant, de nous avoir illuminé, et ouvert les portes du savoir, et de nous avoir donné la volonté et le courage d'élaborer ce travail.

Nos remerciements les plus chaleureux s'adressent bien entendu à notre encadreur Mme BELKHIRI BEDER WASILA, pour ses conseils avisés son suivie et son écoute qui ont été prépondérants pour la bonne réussite de ce mémoire. Nous lui sommes également reconnaissantes. Nous avons pris un grand plaisir de travailler avec elle. Et un merci à madame BOUARICHE ZAKIA pour ses conseille et son suivis.

A madame ADRAR KAHINA qui nous a permis de travailler dans les meilleures conditions au niveau de laboratoire de chimie analytique du département génie des procédés et de Bejaïa et madame AMRANI qui nous lui sommes également reconnaissantes pour le temps conséquent qu'elle nous a accordé, pour ses conseils scientifiques, ainsi que pour sa franchise et sa sympathie. Un merci au chef du département génies des procédés et tout personnes travaillant au département pour leur temps consacrer à leur étudiants.

Aux membres du jury, pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre recherche, en acceptant d'examiner notre travail et de l'enrichir par leurs propositions.

A tous ceux qui ont participé à la réalisation de ce modeste travail

Merci



## DEDICACE

Je dédie ce travail à mes chers parents KARIM et LYNDIA TABET

Qui se sont dépensés pour moi sans compter, ma mère qui m'a donné la vie, qui s'est sacrifiée pour mon bonheur et ma réussite et mon père qui a veillé tout au long de ma vie à m'encourager, à me donner l'aide et me protéger. Ils ont veillé à me donner tout l'amour qu'un parent peut donner à son enfant.

À Mme BELKHIRI

Qui a été un grand apport pour la réalisation de ce travail ses orientations ainsi que son soutien moral et scientifique, pour sa gentillesse et sa bonté. Son encadrement était le plus exemplaire.

A mes sœurs (YASMINE et RYM) et mon frère (ISLEM)

Qui ont toujours veillé à mon aide et à mon besoin et m'ont toujours soutenue, je leur souhaite beaucoup de réussite

À ma grand-mère BAYA TABET

Qui a tant voulu assister à ce jour, mais hélas, que dieu t'accueille dans son vaste paradis tu me manque tellement.

A mes grands-parents (ZAHIR et FARIDA ZOUBIRI) ainsi que mes oncles, ma tante, cousins et cousines maternelles

Pour leur soutien et leur amour

A mes tantes paternelle, mes cousins et cousines qui étaient toujours là pour moi

A mon cher YUBA MAMMASSE

Merci pour ton soutien dans ma carrière d'étude et dans la vie quotidienne pour ton amour ta tendresse qui ont été très précieux et encourageants

À ma binôme et mon amie ELBIR THINHINEN, et sa famille

C'était un plaisir de travailler avec toi

À mes collègues de l'université À tous mes amis.

Et à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin pour que ce

Travail soit possible, je vous dis merci

## DEDICACE

Tout d'abord au début je dédie ce travail à tous ceux qui, plus ou moins directement, ont contribué à le rendre possible ET agréable. c'est avec mon enthousiasme le plus vif et le plus sincère que je voudrais rendre mérite à tous ceux qui à leur manière m'ont aidé à mener à bien ce mémoire. Je désire alors exprimer ma profonde gratitude : \*A mon père NACER

Tu as toujours été pour moi un exemple du père respectueux, honnête, de la personne méticuleuse, je tiens à honorer l'homme que tu es.

Grâce à toi papa j'ai appris le sens du travail et de la responsabilité. Je voudrais te remercier pour ton amour, ta générosité, ta compréhension... Ton soutien fut une lumière dans tout mon parcours. Aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour l'estime et le respect que j'ai toujours eu pour toi.

Ce modeste travail est le fruit de tous les sacrifices que tu as déployés pour mon éducation et ma formation. Je t'aime papa et j'implore le tout-puissant pour qu'il t'accorde une bonne santé et une vie longue et heureuse. A MA TRÈS CHÈRE MÈRE : A. Fadila

Autant de phrases aussi expressives soient-elles ne sauraient montrer le degré d'amour et d'affection que j'éprouve pour toi. Tu m'as comblé avec ta tendresse et affection tout au long de mon parcours. Tu n'as cessé de me soutenir et de m'encourager durant toutes les années de mes études, tu as toujours été présente à mes côtés pour me consoler quand il fallait. En ce jour mémorable, pour moi ainsi que pour toi, reçoit ce travail en signe de ma vive reconnaissance et mon profond estime. Puisse le tout-puissant te donner santé, bonheur et longue vie afin que je puisse te combler à mon tour. À ma grande mère que Dieu l'accueille dans son vaste paradis j'ai voulu que tu sois là avec moi dans ce moment la dent t'avais entendait tu me manque ma moitié. A mon cher Slimane said

Tu as toujours offert soutien et réconfort, j'exprime envers toi une profonde admiration, reconnaissance et attachement inconditionnels. A Melissa Tabet, ma partenaire de mémoire, ma binôme, mon amie... sans qui rien n'aurait été pareil. Cette année fut riche en émotions et je tiens à te remercier pour ton soutien et ce lien tout particulier qui s'est créé entre nous ... je t'aime. A mes amies Alloul Nora, Bali Melissa, Djali Anissa, Djali wissem, Chafia et Wissam, Je ne peux trouver les mots justes et sincères pour vous exprimer mon affection et mes pensées, vous êtes pour moi des sœurs et des amies sur qui je peux compter. En témoignage de l'amitié qui nous unit et des souvenirs de tous les moments que nous avons passés ensemble, je vous dédie ce travail et je vous souhaite une vie pleine de santé et de bonheur. A TOUTE MA FAMILLE

Aucun langage ne saurait exprimer mon respect et ma considération pour votre soutien et encouragements. Je vous dédie ce travail en reconnaissance de l'amour que vous m'offrez quotidiennement et votre bonté exceptionnelle. Que Dieu le Tout Puissant vous garde et vous procure santé et bonheur.



---

## TABLE DES MATIERES

---

**Remercîment**

**Dédicace**

**Listes des figures**

**Liste des tableaux**

**Liste des abréviations**

**I/ introduction..... 1**

### **Partie I / Généralité sur le café**

I.1. Historique..... 2

I.2. Etymologie et Définition..... 2

I.3. classification botanique..... 2

I.3.1. Arabica et robusta ..... 3

I.4. Composition des grains de café torréfiés..... 4

I.4.1. Alcaloïdes (caféine) et les acides..... 5

I.4.2. Protéines et acides aminés ..... 5

I.4.3. Glucides ..... 5

I.4.4. Lipides ..... 5

I.4.5 Vitamines ..... 5

I.5. Composition de la café boisson..... 6

I.5.1. Alcaloïdes (caféine)..... 6

I.5.2. Acides ..... 6

I.5.3. Glucides..... 7

I.5.4. Diterpènes (cafestol et kahweol).....	7
I.6. Différentes méthodes de préparations du café.....	7
I.6.1. Café turc ou la décoction.....	7
I.6.2. Espresso.....	8
I.6.3. Cafetière italienne à pression de vapeur.....	9
I.6.4. Cafetière à filtre.....	9
I.6.5. Cafetière à piston ou « french press ».....	10
I.6.6. Café a capsule.....	11
I.7. Effets bénéfiques du café sur la santé11 .....	12
I.7.1. Activité antioxydante .....	12
I.7.2. Activité anticancérogène ou antimutagène.....	12
I.7.3. Influence de café sur AVC (Accident Vasculaire Cérébral).....	12
I.7.4. Influence de café sur le Diabète de type 2.....	12
I.7.5. Influence du café sur la maladie de Parkinson (MP).....	12
I.8. Effets préjudiciables du café sur la santé.....	12
I.8.1. Activité hyper-cholestérolémiante.....	13
I.8.2. Activité mutagénique ou génotoxique.....	13

## **Partie II : Matériels et méthodes**

II.1. Préparation de la boisson de café.....	13
II.1.1. Préparation de la boisson de café.....	13
II.2. Analyses physico-chimiques des boissons de café .....	14

II.2.1. PH.....	14
II.2.2. Composé brun (Mélanoïdines).....	15
II.2.3. Quantification des composés phénoliques.....	15
II.2.4. Activité antiradicalaire (DPPH).....	16
II.2.5. Analyses par chromatographie liquide haute performance (HPLC).....	16
II.2.6. Analyse statistique.....	17

### **Partie III : Résultats et discussion**

III.1. PH et composé brun.....	18
III.2. Quantification des composés phénoliques.....	19
III.3. Activité antiradicalaire (DPPH).....	20
III.4. Résultats de HPLC.....	22
III.4.1. Identification Acide caféique et caféine.....	22
III.4.2. Acrylamide.....	23
<b>Conclusion</b> .....	26

#### **Références bibliographiques**

#### **Annexe**

#### **Résumé**

---

## Listes des figures

---

Figure 1	Fleurs du caféier.....	3
Figure 2	la description du caféier.....	3
Figure 3	grain de café arabica et robusta.....	3
Figure 4	la plante d'arabica et de.....	4
Figure 5	structure de la caféine.....	6
Figure 6	L'«ibrik».....	7
Figure 7	Photo représentative de la machine.....	8
Figure 8	Cafetière italienne « Bialetti.....	9
Figure 9	Cafetière à filtre « Melitta ».....	9
Figure 10	La cafetière à piston.....	10
Figure 11	machine a capsule de café.....	10
Figure 12	sept marques de boisson de capsule de café.....	13
Figure 13	machine à café capsule.....	14
Figure 14	cafés et ses dilutions 1/10 1/100.....	14
Figure 15	ph mètre.....	15
Figure 16	figure représentative de la poudre de quelques capsules de café étudié	15
Figure 17	appareille durnex ultimate 3000 (HPLC).....	17
Figure 18	Teneurs en polyphénols totaux des différents échantillons de boisson de capsule de café (mg EAC /25 ml).....	20
Figure 19	l'activité antioxydante dans sept différentes boissons de capsule de café.....	21
Figure 20	Figure représentative de la formation de l'acrylamide.....	24





---

**Liste des tableaux**

---

Tableau 1	tableaux représentatif des différences entre arabica et robusta (Anonyme 1).....	4
Tableau 2	ph et l'absorbance des composés brun (420nm).....	18
Tableau 3	Teneurs en composé phénolique totaux des différents échantillons de boisson de capsule de café (mg EAC /g).....	20
Tableau 4	Quantification de l'acide caféique et caféine dans sept différentes boissons de café .....	22
Tableau 5	quantification de l'acrylamide dans sept différentes boissons de café.....	24

---

### Liste des abréviations

---

<b>L'abréviation</b>	<b>signification</b>
®	registred trademark (marque enregistrer)
AVC	Accident Vasculaire Cérébral
IR	Infrarouge
L'UE	l'Union européenne
MP	la maladie de Parkinson
P	probabilité
CPT	composé phénolique totaux.
DPPH	2,2,diphenyl-1-picryhrazyl
HPLC	Chromatographie Liquide Haute Performance.

:

:



Le café est l'une des boissons les plus consommées dans le monde. Cultivé dans plus de 70 pays dont les deux principaux producteurs mondiaux étant le Brésil et la Colombie

Il existe deux variétés de café commerciale, *Coffea arabica* et *Coffea canephora var Robusta* communément appelés «Arabica» et «Robusta», respectivement. Il existe de nombreuses différences entre les deux espèces, telles que leurs caractéristiques agronomiques, répartition géographique, composition chimique, propriétés organoleptiques (Dupont.,2007).

En raison de son importance mondiale, plusieurs études ont été menées pour évaluer sa composition chimique et ses bienfaits pour la santé. Cette boisson est connue pour ses propriétés stimulantes attribuées principalement à la caféine. Cependant, le café contient un grand nombre de composés chimiques avec de nombreuses propriétés biologiquement actives, notamment des composés phénolique, et les mélanoidines (Franca *et al.*,2005).

Récemment, l'intérêt s'est porté sur de nombreuses propriétés bénéfiques de la consommation de café. Selon des recherches récentes, la consommation de quantités modérées de café a des effets précieux ; réduit le risque de cancer du foie, cancer du côlon, de calculs biliaires, cirrhose du foie, diabète, maladie coronarienne, maladies d'Alzheimer et de Parkinson (Bonita *et al.*,2007 ; Grembecka *et al.*,2007 ; Lin *et al.*,2011 ; Muriel et Arauz, 2010 ; Palm *et al.*, 1984).

Le café est consommé pour son arôme et sa saveur distincte. Il est préparé à partir du grain torréfié et moulu par diverses techniques (filtre, turk, moka...), toutefois la préparation tendance actuelle et le café capsule, pratique et facile à préparer cette méthode de préparation de café s'est élargie rapidement dans le monde et actuellement en Algérie. Pour cette raison le présent travail porte principalement sur l'analyse physico-chimiques (pH, mélanoidines, composés phénoliques), évaluation de l'activité antioxydante au radical DPPH et identification par HPLC de l'acide caféique, caféine et acrylamide de quelques marques de café capsules algériennes (six marques) en comparaison à une marque étrangère. Pour cela l'étude est divisée en trois parties :

Première partie : englobe quelques généralités sur le café et ses préparations.

Deuxième partie : comporte la partie expérimentale

Troisième partie : porte sur les résultats et discussion de l'ensemble des analyses réalisées sur les cafés capsules.

**I.1. Historique**

Le « café » vient du mot arabe "Cahouah" ou « Qahwah » qui désignait cette boisson. Il se transforma ensuite en "qahvè" 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, dérivée de l'arabe d'Algérie et reprise par les militaires au XIXe siècle. (Bonnin. *et al.*, 2016).

Le caféier est vraisemblablement originaire d'Éthiopie berceau du *Coffea arabica*. Sa culture aurait commencé dans l'Arabie voisine, où il est appelé K'hawah, un nom qui signifie "revigorant".(Caféologie.,2016).

A partir du 15ème siècle, la consommation de café se répand en Orient dans le monde musulman comme une épidémie : les grains qui, pour des raisons climatiques, étaient alors cultivés à plusieurs milliers de kilomètres des lieux de consommation étaient amenés directement à dos de chameaux en Egypte, Syrie, Turquie (Bonnin. Anne laure *et al.*, 2016).

En 1999, le groupe Nestlé lance sous la marque Nespresso, sur le marché français, ses dosettes, nouvelles formes de présentation du café. Le concept consiste à proposer aux consommateurs des machines à café à des prix abordables et qui ne sont compatibles qu'avec les dosettes Nespresso. Bien que le prix de vente de ce café soit très élevé -près de 3 fois supérieures à celui du café moulu- les consommateurs s'empressent d'acheter ces dosettes qui sont alors assimilées à un produit de luxe : lieux de vente sélectifs dans des magasins haut de gamme, acteur célèbre comme égérie de la marque, publicités, nombreuses variétés de dosettes proposées (Caféologie.,2016).

**I.2. Etymologie et Définition**

Le nom de café désigne à la fois les graines du caféier, un arbuste des régions tropicales, la boisson obtenue à partir de ces graines et le lieu de consommation de cette boisson. (Louis David *et al.*, 1995).

**I.3. Classification botanique**

Le caféier, appartenant à la famille botanique des Rubiacées Cette famille est facilement reconnaissable par la présence de feuilles simples, opposées et Présentant des stipules développés (figure1). Leurs fleurs sont de petites tailles, régulières, tubuleuses et généralement blanches (figure2) (Fredot.,2012).



PLANT. XI.—*Coffea arabica* (Coffee). (From Jackson: *Experimental Pharmacology and Materia Medica*.)

Figure 1 : Plante du caféier (Thorn,, 2002)



Figure 2 : fleur du café. (Thorn ., 2002)

On connaît aujourd'hui environ 80 espèces différentes dans le genre *Coffea*. Seules deux espèces sont vraiment intéressantes pour la production de café. Il s'agit de *Coffea arabica* (Linné) qui donne du café arabica et de *Coffea canephora* (Pierre) qui donne du café robusta (Dupont F.,2007).



Figure 3 : Grain de café arabica et robusta (Dupont ., 2007)

### I.3.1. Arabica et robusta

Tableau I : tableaux représentatif des différences entre arabica et robusta (Anonyme 1)

	Arabica	Robusta
Famille botanique	Rubiacée	Rubiacée
Sorte	Coffea Arabica	Coffea Canéphora
Part du marché mondial en %	70%	30%
Altitude des plantations en m	600 à 2300	300 à 600
Conditions climatiques	constant, ombragé, humide	doux
Taux de caféine par expresso en mg (basé sur le taux moyen de caféine)	77	141
Aspect	long & ovale	petit & rond
Saveur	fruité, doux, varié	terreux, boisé, corsé, amer
Pays cultivateurs	Brésil, Colombie, Éthiopie	Vietnam, Indonésie, Brésil

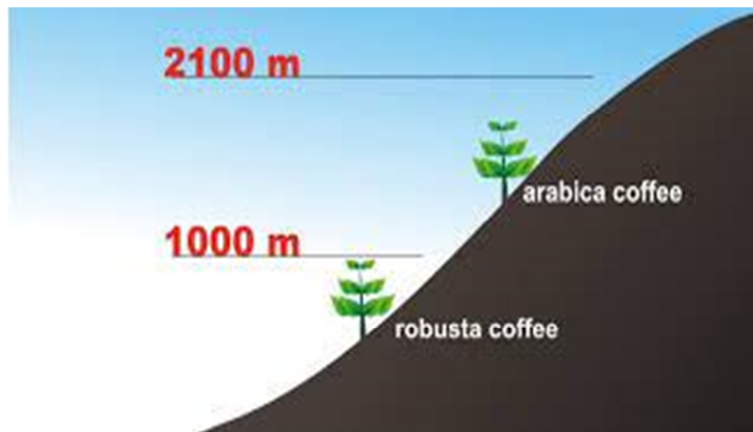


Figure 4 : la plante d'arabica et de robusta (Le café de clara., 2019)

#### I.4. Composition des grains de café torréfiés

La composition du café est très complexe, avec plus d'une centaine de substances chimiques identifiées. Elle est également variable car les espèces, les variétés végétales et les procédés technologiques contribuent à la diversité des caractéristiques organoleptiques des cafés. Le facteur influençant le plus fortement la composition du café est avant tout l'espèce et la variété de café vert. Pour une même variété, la composition du café est également fonction, dans une moindre mesure, de la méthode de culture, du degré de maturation des cerises et des conditions de stockage des grains verts. En outre, les procédés technologiques de préparation (dépulpage, déparchage) et de traitement industriel (torréfaction) des grains verts, modifient les

teneurs des constituants des grains de café. Enfin, le mode de préparation de la boisson par le consommateur influe directement la composition de cette dernière (Silabdi ., 2010).

Une des étapes les plus importantes dans le processus d'obtention du café est la torréfaction, elle consiste à griller les grains de café vert, sans goût ni arôme, afin d'obtenir des grains de café bruns avec plus de 950 molécules aromatiques différentes. Le café vert se conserve plus facilement que le café torréfié, voilà pourquoi la torréfaction se fait plutôt dans le pays consommateur que dans le pays de production de café (Silabdi ., 2010).

#### **I.4.1. Alcaloïdes (caféine) et les acides**

La torréfaction n'a pas d'effet significatif sur la teneur en caféine des grains par contre, l'acidité diminue au cours de la torréfaction, avec un pH moyen proche de 6 voire 6,5 pour un café de mauvaise qualité. Les différents acides (aliphatiques, chlorogéniques, alicycliques et phénoliques) constituent environ 6% en masse du grain (Franca *et al.*, 2005).

#### **I.4.2. Protéines et acides aminés**

Sous l'effet de la torréfaction, et en fonction de son intensité, la perte en acides aminés varie de 20 à 40% du fait de la destruction d'une partie des protéines (Montavon *et al.*, 2003).

#### **I.4.3. Glucides**

La torréfaction altère et dégrade les glucides présents initialement dans le café vert, notamment en induisant des réactions de dépolymérisation, de modifications structurales, ou de condensation avec des protéines ou des fragments de protéines. Ainsi, à partir des glycoprotéines, des glucides solubles et de l'holocellulose des grains verts, des monosaccharides sont libérés (galactose, mannose, arabinose, ribose). Le saccharose (ou sucrose) est dégradé à 97% voire 100% selon le degré de torréfaction. (Campa *et al.*, 2005).

#### **I.4.4. Lipides**

Le café torréfié a une teneur élevée en lipides : environ 16% pour l'Arabica et 11% pour le Robusta (pourcentage en masse) (Martin *et al.*, 1998).

#### **I.4.5. Vitamines**

Les vitamines B1 et C sont détruites lors de la torréfaction, contrairement à la vitamine B3 qui augmente du fait de la dégradation du trigone line. (Silabdi ., 2010).

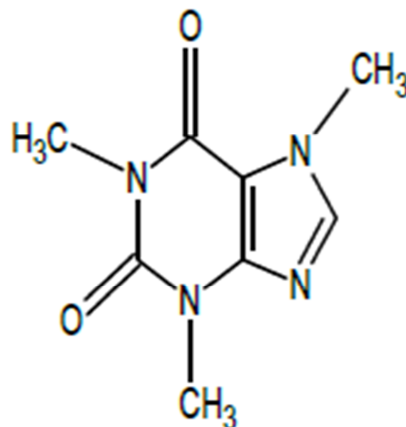


## I.5. Composition de la café boisson

### I.5.1. Alcaloïdes (caféine)

La caféine est d'une grande importance dans le café, c'est le constituant majeur du café, elle appartient à la famille des méthylxanthines en raison de ses propriétés physiologiques et de son caractère amer. Elle est absorbée très rapidement et complètement après ingestion. Son excrétion est très variable d'un individu à l'autre, mais elle est diminuée chez les femmes enceintes, et elle reste faible chez le nouveau-né et le fœtus. De plus certains médicaments ou une insuffisance hépatique grave peuvent conduire à une mauvaise élimination de la caféine dans l'organisme. (Justin., 2007).

La dose de caféine contenue dans un café varie en fonction de l'espèce de caféier utilisé (arabica ou robusta), de leur proportion respective (les deux types de cafés sont le plus souvent mélangés), de la finesse de la mouture ainsi que de la température de l'eau. (Justin., 2007).



**Figure 5:** structure de la caféine (Chabaud.2010)

### I.5.2. Acides

L'acidité est un facteur important des qualités organoleptiques du café infusé (Van Der Stegen et Van Duijn.,1988).

La saveur aigre du café maintenu longtemps à la chaleur est due, d'une part à l'augmentation de ses teneurs en acides libres (notamment de l'acide quinique) ainsi qu'à celles des lactones, et d'autre part à la diminution de sa concentration en pyridine. (Nunes et Coimbra., 2002).

**I.5.3. Les glucides**

Selon le mode de préparation de boisson, une importante quantité des polysaccharides contenus dans le café peut être extraite et se retrouve dans la boisson, ces composés jouent un rôle important dans la rétention des substances volatiles et sur la viscosité de la boisson obtenue. (Urgert et Katan.,1997).

**I. 5.4. Diterpènes (cafestol et kahweol)**

En ce qui concerne les deux diterpènes, cafestol et kahweol, le mode de préparation du café boisson a une grande influence sur leurs concentrations finales. Les teneurs en diterpènes sont les plus élevées pour le café bouilli et le café turc, et sont plus faibles pour le café expresso, et négligeables pour le café instantané et le café filtre. (Majer *et al.*, 2005).

La présence de ces deux diterpènes caractéristiques du café joue un rôle important, en raison des effets physiologiques de ces deux molécules puisqu'elles possèdent à la fois des effets hypocholestérolémiants et anticancérigènes. Ainsi, une étude récente a montré que ces deux diterpènes ne présentent aucun effet mutagène, même à des concentrations testées élevées. (Andriot I *et al.*, 2004).

**I.6. Différentes méthodes de préparations du café**

Toutes les préparations s'appuient sur le même principe : l'extraction des composants du café, qui sont hydrosolubles. L'eau dissout ces composants et produit une solution liquide, le café. Cette transformation peut être obtenue grâce à l'infusion (café dans de l'eau chaude), à la décoction (café chauffé dans l'eau), à la filtration appelée « lixiviation » (anonyme 2). Cette dernière s'effectue en réalité de deux manières : forcée par la pression (Moka, expresso, piston, AeroPress®) ou par gravitation (filtre, infusion à froid). Rares sont les machines qui ne combinent pas plusieurs méthodes (anonyme 2).

**I.6.1. Café turc ou la décoction**

C'est probablement la méthode la plus ancienne de préparation de café. Le café doit être très fin type farine. La cafetière est un « ibrik », un petit pot en cuivre muni d'une longue poignée.



**Figure 6 :** L'«ibrik» (Le café 2004)

Une cuillère à soupe bombée par tasse de café préparée est utilisée. Ensuite de l'eau froide sera ajoutée et le tout sera porté à ébullition, on retire du feu et on laisse reposer pendant deux minutes. Après trois à cinq répétitions, le café est prêt, on ajoute une cuillère d'eau froide pour favoriser la précipitation du marc et on peut servir le café. Certains ajoutent du sucre ou de la cardamome. (Thomas N., 2017).

### **I.6.2. Espresso**

Le café espresso se prépare avec la machine à espresso. Elle est composée d'un réservoir d'eau, d'une pompe, d'un système de chauffage, d'un groupe distribution ainsi que d'un porte filtre. Sur certains modèles on peut également trouver un réservoir pour les grains de café ainsi qu'un moulin intégré ou encore une buse pour mousser du lait. . La « crema », émulsion caractéristique de l'espresso est due à la pression de l'eau qui passe par le café et qui libère ainsi le dioxyde de carbone contenu dans les grains de café. Cette mousse, la « crema », est constituée à côté de CO<sub>2</sub> protéines, sucres, d'huiles et d'eau (Thomas., 2017).



**Figure 7:** Photo représentative de la machine à espresso (Chacun Son Café 2012).

### **I.6.3. Cafetière italienne à pression de vapeur**

Cette cafetière, entièrement en métal est composée de trois parties : celle en---dessous dans laquelle on verse de l'eau froide, le filtre avec un tube pour laisser passer l'eau qui va contenir le café moulu et la Partie supérieure qui va recueillir le café. (Thomas nussbaumer 2017).

La cafetière est chauffée soit par un système de chauffage intégré, soit en la posant directement sur la cuisinière. L'eau dans la partie inférieure est portée à ébullition et va diffuser par le tube à travers le café moulu (Thomas ., 2017).



**Figure8** : Cafetière italienne « Bialetti» (ChacunSonCafe.,2012).

### **I. 6.4. Cafetière à filtre**

La cafetière est constituée de deux parties, la partie supérieure avec un filtre, souvent en papier, qui contient le café moulu et la partie inférieure, la verseuse qui recueille le café (Thomas., 2017).



**Figure 9** : Cafetière à filtre « Melitta » (Chacun Son Cafe , 2012).

#### **I.6.5. Cafetière à piston ou « French Press »**

C'est une cafetière constituée d'un récipient en verre type bécher, d'un couvercle avec un piston sur lequel est fixé un filtre, une fine grille métallique.

La mouture est placée au fond du pot et on verse l'eau chaude dessus. On met le couvercle avec le piston relevé. Il faut attendre deux à quatre minutes. Avant de pousser le piston avec le filtre vers le bas pour séparer le marc du café (Thomas ., 2017).



**Figure 10** : La cafetière à piston. (Find Best Coffee Makers 2012)

**I.6.6. Café a capsule**

La mouture du café est enfermée hermétiquement dans la capsule, et son dosage est en fonction de la préparation voulue. La quantité d'eau désirée agit sur la puissance de la boisson. Court et corsé pour un espresso, long et plus doux (Maison du café.,2021).



**Figure 11** : Photo représentative d'une machine à capsule de café (Anonyme).

**I.7. Effets bénéfiques du café sur la sante**

Le café est une boisson consommée à travers le monde depuis plusieurs siècles pour son arôme unique et ses effets sur le corps recherchés par les buveurs de café. Le café contient une substance à l'origine de ses principaux effets sur l'organisme : la caféine. Cette substance connue depuis le XIXème siècle ne représente pourtant que 2% en moyenne de la matière sèche du grain de café (Higdon et Frei., 2006).

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.

En avril 2015, un comité d'experts indépendants du gouvernement américain, chargé d'actualiser tous les 5 ans les recommandations du guide diététique aux Etats-Unis, a conclu que le café est bénéfique à la santé s'il est consommé sans excès. Plus particulièrement, le café aurait des vertus pour prévenir les maladies cardiovasculaires, Alzheimer, Parkinson, le diabète, et certains cancers comme celui de la prostate et du sein. (Conférence des nations unies sur le commerce et le développement.,2016).

**I.7.1. Activité antioxydante**

Avec les fruits, les légumes, le cacao et le thé, le café est l'une des principales sources d'antioxydants de notre alimentation. Les antioxydants sont des éléments qui ont pour mission de lutter contre le vieillissement cellulaire en neutralisant les radicaux libres.

Le café contient une concentration non négligeable en antioxydant sous forme d'acide chlorogénique, diterpènes et mélanoidines (Michel., 2008).

**I.7.2. Activité anticancérogène ou antimutagène**

Plusieurs constituants du café semblent être à l'origine d'une activité protectrice contre certains types de cancer, en particulier celui du côlon. Cette protection est principalement liée à la caféine, les polyphénols (dont les acides chlorogéniques), ainsi qu'une fraction lipidique essentiellement constituée de cafestol et kahweol. (Inoue M *et al.*, 1998).

Selon nombreuses études menées sur l'effet protecteur de la boisson café envers le cancer colorectal, la consommation de café (au moins 3 ou 4 tasses par jour) est associée à une moindre occurrence du cancer du côlon ou du rectum. (Schwarz Schild *et al.*, 2006).

**I.7.3. Influence de café sur AVC (Accident Vasculaire Cérébral)**

Plusieurs études mettent en évidence la réduction du risque d'AVC chez les consommateurs de café. Une étude avait montré que le risque relatif de développer un AVC non hémorragique était significativement réduit pour les consommateurs de café. (Larsson S.C *et al.*, 2008) (Aurore., 2015).

**I.7.4. Influence de café sur le Diabète de type 2**

D'après une étude réalisés sur des femmes âgées, les chercheurs ont observé que les femmes qui buvaient régulièrement une petite tasse de café noir après le repas souffraient moins de diabète (Aurore., 2015).

**I.7.5. Influence du café sur la maladie de Parkinson (MP)**

De nombreuses études ont montré que seul le café normal réduit le risque de MP. L'effet est relié à la teneur en caféine visant à développer des antagonistes du récepteur A2A de l'adénosine (cible de la caféine) (Schwarz Schild *et al.*, 2006).

**I.8. Effets préjudiciables du café sur la sante**

Des études *in vitro* (sur des cultures cellulaires humaines) *in vivo* (le plus souvent chez des rongeurs) et menées sur la boisson ont montré une corrélation vraisemblable entre l'ingestion de café et différents effets préjudiciables sur la santé de l'homme. (Trad ., 2016).

**I. 8.1. Activité hyper-cholesterolémiant**

Des épidémiologiques ont mis en évidence une causalité entre la consommation de café bouilli et l'augmentation de la teneur en cholestérol dans le plasma sanguin.

Les études menées ont montré que cet effet est corrélé à la présence des deux diterpènes cafestol et kahweol dans la boisson (Urgert et Katan.,1997) (Weusten-Van der *et al.*, 1994).

**I. 8.2. Activité mutagénique ou génotoxique**

Une relation entre consommation de café et cancer de la vessie a été mise en évidence. Même si les études font apparaître faible association entre le café et ce type de cancer. (Michaud *et al.*, 2001).





La présente étude est basée sur l'analyse physico-chimique (PH, composés bruns) ainsi que sur l'évaluation en antioxydant (composés phénoliques totaux, activité antioxydante et l'identification par HPLC de l'acide caféique, caféine et acrylamide) à partir de différentes marques de boissons de cafés capsules.

Les capsules de café ont été achetées au niveau de différentes superettes de la ville de Bejaia en mois de mai 2021 (six marques algériennes et une marque étrangère nommées en C1, C2, C3, C4, C5, C6 jusqu'à C7 dont la C2 est la marque étrangère).

### **II.1. Préparation de la boisson de café**

Les boissons de café ont été préparées à partir des sept différentes marques de capsules de cafés, en utilisant une cafetière à capsule approprié.

#### **II.1.1. Préparation de la boisson de café :**

Pour la préparation de sept différentes boissons de capsule de café (Figure 12). Une machine à capsule a été utilisée (Figure 13). Chaque capsule a été introduite dans sa place appropriée dans l'appareil et la préparation a été récupérée dans une tasse après avoir appuyé sur le bouton (café long, correspondant à une tasse de 25mL).



**Figure 12** : photographie représentative des sept boissons de capsule de café de différentes marques.



**Figure 13** : photographie représentative de la machine à café capsule utilisée



**Figure 14** : photographie représentative des cafés et ses dilutions (1/10 ; 1/100).

## **II.2. Analyses physico-chimiques**

### **II. 2.1. PH**

La mesure du pH des différentes boissons de café a été effectué à l'aide d'un ph mètre. (Ludwig, Sanchez ., 2012).



**Figure 15** : photographie d'un PH mètre

### **II.2.2. Composés brun (Mélanoidines)**

Une quantité de 100 microlitre de la boisson de café a été diluée avec 4 ml d'eau ultra pure, les composés brun ont été quantifié en mesurant l'absorbance de l'échantillon à 420 nm (Ludwig, Sanchez., 2012).



**Figure 16** : photographie représentative de la poudre de quelques capsules de café étudié.

### **II.2.3. Quantification des composés phénoliques**

Les teneurs en composés phénoliques et flavonoïdes peuvent être utilisées comme Indicateurs importants de la capacité antioxydant et servir d'écran préliminaire pour tout Produit destiné à constituer une source naturelle d'antioxydants dans les aliments Fonctionnels (Viuda *et al.*, 2011).

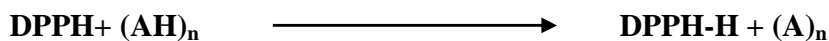
La quantification des composés phénoliques de chaque boisson de café a été réalisée selon la méthode décrite par Vignoli et Bassoli (2011). Pour chaque boisson une quantité de 300 µl de café a été additionné de 1,5 ml de folin ciocalteu (1/10) après deux minute 1ml de

carbonate de sodium (7,5%) a été ajouté. Le mélange a été ensuite incubé à l'obscurité puis la lecture a été effectuée à 765 nm.

Les résultats sont exprimés en milligramme équivalent d'acide caféique/millilitre de boisson de café en se référant à une courbe d'étalonnage  $y = 0.162x - 0.009$ .

#### **II.2.4. Activité antiradicalaire (DPPH)**

La diphénylpicryl-hydrazine (DPPH), un radical libre stable, apparaît violet en solution et a une absorbance caractéristique à 517 nm. Lorsque le DPPH est réduit en diphénylpicrylhydrazine par un composé aux propriétés anti-radicalaires, cette couleur disparaîtra rapidement, entraînant une décoloration (la force de la couleur est inversement proportionnelle à la capacité des antioxydants présents dans le milieu à fournir des protons) (Sanchez-Moreno., 2002). Selon l'équation :



$(\text{AH})_n$  / composé capable de céder un hydrogène au radical DPPH (violet) pour le transformer en diphényle picrylhydrazine (Jaune).

Pour 100 µl de chaque boisson de café ont été ajoutés 2,9 mL de solution méthanolique de DPPH. L'absorbance a été ensuite mesurée à 515 nm. (Morita et Naito., 2017) (L'opez-Galilea., 2006).

La capacité antioxydante est rapportée en pourcentage d'inhibition de la DPPH selon la formule suivante :

$$\% \text{ inhibition of DPPH radical} = [(A_{br} - A_{ar}) / A_{br}] \times 100$$

$A_{br}$  représente l'absorbance du contrôle

$A_{ar}$  représente l'absorbance de l'échantillon analysé.

#### **II.2.5. Analyses par chromatographie liquide haute performance (HPLC)**

Les différentes boissons de cafés capsules ont été analysées par HPLC pour l'identification de l'acide caféique, caféine et acrylamide. L'analyse a été réalisée avec un appareil durnex ultimate 3000, dont la phase stationnaire est de la silice greffée d'un motif hydrocarboné apolaire en C18 (polarité de phase inversée) et la phase mobile est un mélange polaire (méthanol/eau 40/60) en élution isocratique. L'éluât est suivi en continu par

spectrophotométrie à 324 nm pour l'acide caféique, 254 nm pour la caféine et à 210 nm pour l'acrylamide.

Une courbe d'étalonnage pour chaque composé identifié (acide caféique, caféine et acrylamide) a également été établie dans les mêmes conditions d'analyse.



**Figure 17** : appareil durnex ultimate 3000 (HPLC)

### **II. 2.6. Analyse statistique**

L'ensemble des analyses ont été réalisées en triplicata. Les moyennes et les écarts types ont été réalisés à l'aide du logiciel Office Excel 2007.

Une analyse de la variance (ANIVA-LSD) a été appliquée à l'aide du logiciel STATISTICA 5, afin de mettre en évidence les différences significatives entre les résultats de chaque paramètre analysé avec une probabilité  $p < 0.05$ .

### 1. PH et Composé brun

Les valeurs du PH des échantillons de boisson de capsule de café de marques algériennes sont de 5,36 à 5,73 avec un PH de 5.46 pour le café de marque étrangère (tableau 1).

Selon Bejaoui H. (2005) le PH d'un café s'étale entre 5,64 et 6,25. Ce qui lui confère de bonnes caractéristiques organoleptiques en plus de jouer un rôle important dans le développement fongique susceptible de se développer entre 5 et 6 (Anne Lefebvre., 2003).les valeur du tableau sont selon l'étude statistique.

**Tableau 1** : ph et l'absorbance des composés brun (420nm).

échantillons	PH	Composé brun (abs a 420 nm)
1	5.73	0.307
2	5.46	0.238
3	5.64	0.280
4	5.54	0.370
5	5.64	0.482
6	5.36	0.479
7	5.62	0.364

L'analyse des composés bruns (tableau 1) dans le café préparé fournit des informations précieuses sur le degré de torréfaction (Araku coffee.,2020).

Les composés du brunissement produits lors de la torréfaction, principalement les mélanoidines, jouent un rôle antioxydant en raison de la présence de phénols dans leur squelette. (Echavarría .,2012).

La longueur d'onde de 420 nm est utilisée pour évaluer l'intensité de la couleur des mélanges réactionnels de brunissement. (Vignoli *et al.*,2011).

Selon les résultats enregistrés les boissons de café capsule montrent l'indice d'absorbance de brunissement variant de 0,280 à 0,482. Avec l'absorbance la plus faible donné par la boisson étrangère C2 ce qui donne une idée sur les conditions de torréfaction douce appliquée sur le café

étranger (Vignoli.,2011) (Thomas.,2017) contrairement aux cafés locaux dont les conditions de torréfactions sont souvent très élevés (Belkhiri *et al.*,2018).

Selon Jean (2010) le pH d'une boisson de café doit être inférieur à 6 (Jean .,2010).

## **2. Quantification des composés phénoliques (CPT)**

Les résultats de dosage des composés phénoliques à partir des cafés capsules préparés sont représentés dans la Figure 18. (Les résultats sont exprimés par tasse de café de 25mL).

L'étude statistique montre une différence significative entre les sept différentes boissons de café capsule.

Le café C6 se distingue des autres échantillons par la teneur la plus élevée en CPT ( $6,47 \pm 0,28$  mg E.A.C/tasse). La teneur la plus faible est donnée par une autre marque de café algérien C3 ( $2,29 \pm 0,02$  mg E.A.C/tasse) alors que la marque étrangère C2 est classée en troisième place avec une teneur de ( $3,36 \pm 0,26$  mg E.A.C/tasse).

Le café est une boisson riche en composés phénoliques avec des teneurs pouvant aller de 25 à 62.5 mg/tasse (tasse de 25 ml) (Fausta *et al.*,2007).

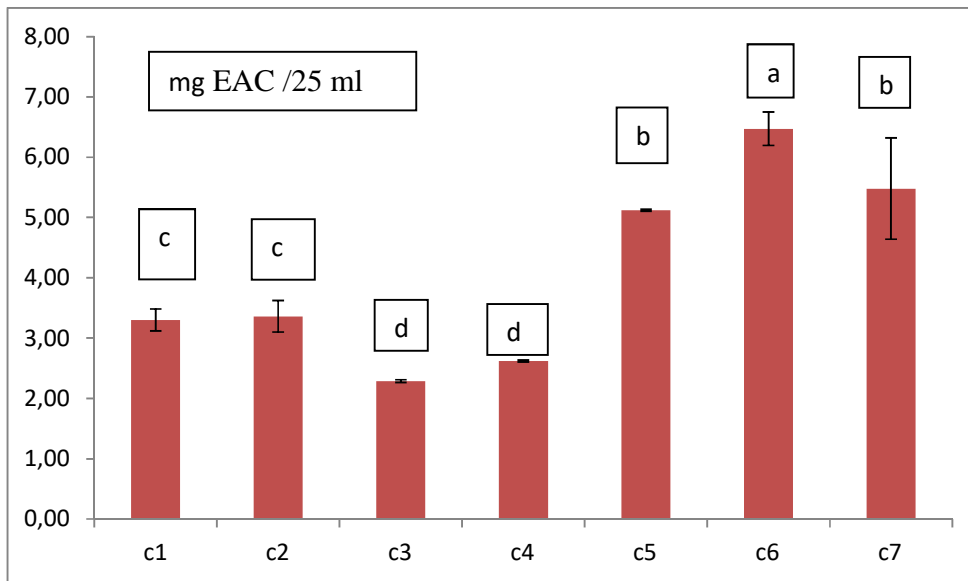
Selon Fausta N *et al.*(2007) la teneur en TPC des boissons de café de 25 ml était comprise entre  $5,80 \pm 0,06$  et  $8,94 \pm 0,01$  mg de GAE/g. Ces valeurs sont supérieures à la valeur (du tableau 2) des résultats en mg/g de la présente étude.

Selon Antonio Zuorro.(2012) a enregistré une quantité de 21,56 mg GAE/g dans une capsule de 5.5 à 7g. Cette teneur est supérieure par rapport aux cafés capsules analysés qui révèlent des teneurs variant de 0.9 à 2 mg GAC/g (tableau 2) pour une capsule de 5g.

Environ 48,3% des apports totaux en antioxydants proviennent des polyphénols. Le café étant une source avec un apport de (36,9 %) (Cardenas. J., 2014) mais aussi des melanoidines qui ont un groupement phénols dans leurs structures et qui agissent avec le réactif de folin (Belkhiri –Beder W. *et al.*,2018). Les différentes teneurs en CPT des boissons café sont principalement dues à la différence variétale (Robusta et Arabica) (Giampiero ., 2009) mais aussi à la méthode et les conditions de préparation de la boisson de café (temps et température) (Ludwig IA., 2012).

Le café algérien qui est principalement du robusta pour des raisons économiques, (Prix Arabica deux fois plus que le Robusta) (Belkhiri –Beder W. *et al.*, 2018) garde une place par rapport à la marque étrangère.





**Figure 18 :** Teneurs en composé phénolique totaux des différents échantillons de boisson de capsule de café (mg EAC /25 ml).

**Tableau II :** Teneurs en composé phénolique totaux des différents échantillons de boisson de capsule de café (mg EAC /g) selon l'étude statistique

	CPT (mg EAC /g)
C1	1,21 ± 0,03 c
C2	1,23 ± 0,05 c
C3	0,8 ± 0,004 d
C4	0,95 ± 0,002 d
C5	1,88 ± 0,002 b
C6	2,38 ± 0,05 a
C7	2,01 ± 0,16b

### 3. Activité antiradicalaire (DPPH)

L'activité antioxydante des boissons de café a été testée selon la méthode au radical DPPH. L'analyse statistique montre une différence significatives ( $p < 0,05$ ) entre les différentes boissons de cafés analysées.

D'après les résultats, l'activité antioxydante la plus importante est attribuée au café de marque algérienne C5 et C3 avec des taux de (95,315 % ± 5,366 et 89,56 % ± 1,62, respectivement).

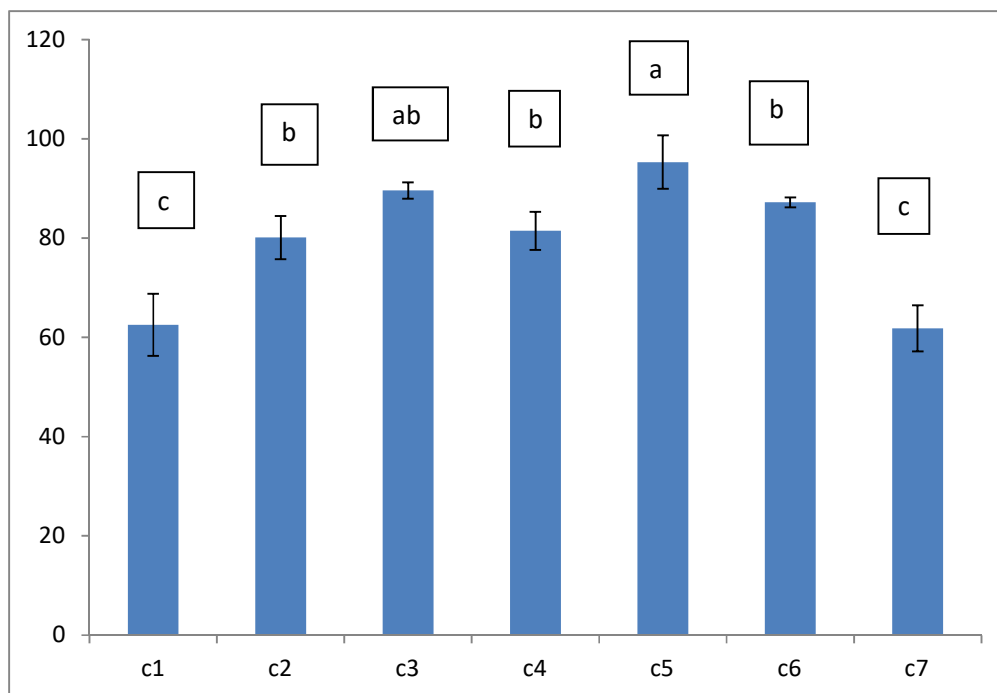
La boisson de café de marque étrangère C2 révèle une activité radicalaire de  $80,10 \pm 4,33$  Prenant ainsi la quatrième place entre les boissons de marques algériennes.

D'après Fawzy Hassanien.(2008) une activité antiradicalaire au DPPH a été estimée à  $33,2 \% \pm 0,02$  pour un café turc et  $66,1 \% \pm 0,05$  pour une boisson de cappuccino. Ces résultats sont proches des valeurs trouver dans la présente étude.

Selon plusieurs études réalisées sur différentes boissons de café l'activité antioxydante au radical DPPH varient entre 55% à 70% (café expresso, cappuccino) (Choi et Yu-Hyun, 2012). Ces résultats sont proche des valeurs trouve dans la présente étude.

L'activité antioxydante du café est principalement lié à sa richesse en composés phénolique dotées de propriétés redox, qui leur permettent d'agir comme agents réducteurs ou donneurs d'atomes d'hydrogène, mais également à leur capacité à chélater les métaux et à piéger les radicaux libres (Zohra M.,2011; Dastmalchietal ., 2008).

Selon Del Castillo. (2002) et Hecimovi.(2011) l'activité antioxydante du café dépend du degré de torréfaction, des espèces variétale et de leur mélange (Arabica, Robusta). En outre; la méthode et les conditions de préparation de la boisson de café (temps et température) influence également sur l'activité antioxydante du café (Ludwig ., 2012).



**Figure 19 :** Activité antioxydante des différentes boissons de café capsule.

#### 4. Résultats de HPLC

Les résultats de l'analyse HPLC sur les boissons de café capsule pour l'identification de la caféine, acide caféique et acrylamide sont représentés dans les tableaux 2 et 3.

##### 4.1. Identification Acide caféique et caféine

L'analyse par HPLC a permis l'identification de l'acide caféique et de la caféine dans les boissons de café capsule analysés avec des proportions différentes (Tableau III).

**Tableau III** : Quantification de l'acide caféique et caféine dans sept différentes boissons de café selon l'étude statistique.

Echantillon	Quantité en (mg/25mL)	
	Acide caféique	caféine
C1	0,001	0,11
C2	0,037	0,10
C3	0,033	0,09
C4	0,13	0,21
C5	0,07	0,24
C6	0,11	0,33
C7	0,14	0,05

La boisson de café C7 renferme la quantité la plus élevée en acide caféique avec une teneur de 0,14 mg/25mL plaçant ainsi le café de marque étrangère en cinquième place avec une teneur de 0,037 mg/25mL. Le café C1 vient en dernière place avec 0,001mg/25mL.

D'après Zubiria, (2021), le café renferme des quantités considérables en acides phénoliques, dont les acides caféique et chlorogénique. Une tasse de 25 ml de café fournit de 8.75 mg à 43.75 mg d'acide phénolique, des valeurs élevées aux résultats de la présente étude.

Selon Volkmar. (2021) une quantité de polyphénols totaux dans une tasse (25ml) de café varie de 25 à 78.75 mg et la quantité d'acide chlorogénique varie de 1.875 à 40.62 mg. Des valeurs élevées par rapport aux résultats de la présente étude.

Une tasse d'environ 25 mL de café fournit de 8 ?75 mg à 43 ?75 mg d'acides phénoliques. (Natella et al., 2012).

La teneur en acides phénoliques dans la boisson de café est de teneur moins comparativement à la graine de café torréfié et du café vert, car après torréfaction une diminution d'environ 1 à 5% est noté, soit une perte globale de 20 à 50% par rapport au café vert, sachant que l'acide chlorogénique représente 2,5% de la matière sèche d'un café arabica et 3,8% d'un café robusta (Debry .,1993).

Concernant la caféine la boisson C6 renferme la quantité la plus élevée en caféine avec une teneur de 0,33 mg/25 ml alors que la teneur la plus faible est enregistré par le café C7 avec une teneur 0,05mg/25ml. Le café de marque étrangère se place en cinquième place (placement décroissant) avec un teneur de 0,10 mg/25 ml.

Selon une étude réalisée au Canada, la teneur moyenne en caféine dans une tasse de café est d'environ 8 mg à 35 mg par tasse de 25 mL.(Stavric *et al.*, (1988) et d'après Barone . et Roberts . (1996) la teneur en caféine est comprise entre 4 et 18 mg de caféine/tasse de 25 ml.

Une tasse de café « filtre » du commerce renferme environ de 100 mg de caféine alors qu'un espresso en contient environ 80 mg. Ces résultats sont supérieures aux résultats notés dans la présente étude et cette différence dépend de plusieurs facteurs dont principalement la méthode de préparation (expresso, turc, percolateur, etc.), mais aussi le type de grain utilisé, la torréfaction et la mouture (Barone . et Roberts ., 1996).

Selon Stavric B et al. (1988) il est difficile de calculer la quantité exacte de caféine consommée par jour par personne en raison de la variation des volumes des tasses de café allant de 25 mL à 330 mL (café turc) et de 130 mL à 280 mL (café filtre).

#### **4.2. Acrylamide**

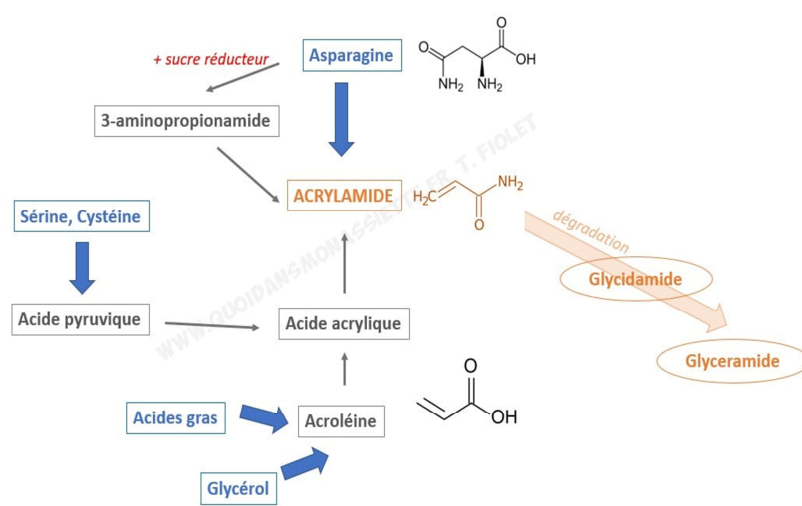
Selon l'analyse HPLC l'acrylamide a été identifié dans l'ensemble des boissons de café analysés avec des teneurs variables (Tableau IV).

La boisson de café C1 renferme la teneur la plus élevée avec 26,15 µg /25 mL alors que la plus faible teneur est enregistré par le café C3 avec une teneur de 2,98 µg /25mL. Le café de marque étrangère C2 renferme une teneur de 4,75 µg /25mL Se plaçant en sixième place parmi les sept cafés analysés.

**Tableau IV :** Quantification de l'acrylamide dans sept différentes boissons de café selon l'étude statistique.

Echantillon	Acrylamide ( $\mu\text{g}/25\text{mL}$ )
C1	26,15
C2	4,75
C3	2,98
C4	10,58
C5	12,15
C6	18,09
C7	25,49

La teneur en acrylamide dépend essentiellement de deux facteurs, le type de café et le degré de torréfaction. En effet, *Coffea canephora* est plus riche en asparagine que *Coffea arabica* ainsi le taux d'acrylamide est potentiellement plus élevé dans le robusta que l'arabica. L'asparagine (Asn ou N) est l'un des 22 acides aminés qui entrent dans la composition des protéines. C'est un élément de la biosynthèse de l'ammoniac, et intervient dans le bon fonctionnement des neurones. La réaction entre l'asparagine et des sucres à haute température produit l'acrylamide (Figure 20) (Pol nicolas., 2013).



**Figure 20 :** Figure représentative de la formation de l'acrylamide (Pol nicolas, 2013).

La « valeur indicative » déterminée par l'UE pour le café soluble est de 1.8 µg par tasse de 25 mL. (Nestlé., 2021). Ces valeurs sont inférieure aux valeurs obtenue dans la présente étude.

Selon Hanna et al. (2013) le café instantané contient 100% plus d'acrylamide que le café torréfié frais, tandis que les succédanés (ersatz) de café sont des plantes ou fruits de plantes utilisé en torréfaction pour remplacer le café généralement car c'est moins onéreux mais aussi pour l'absence de caféine ce dernier en contiennent 300% de plus d'acrylamide.

L'acrylamide se forme au début de la torréfaction. Les cafés les plus riches en ce composé sont ceux qui ne sont que plus torréfiés. Les grains de café de couleur moins sombre contiennent donc plus d'acrylamide que les grains plus foncés torréfiés plus longtemps Plus la torréfaction est poussée, moins d'acrylamide est retrouvé, il faut pourtant noter que la capacité antioxydante du café décroît également et le goût du café peut être altéré. La différence en acrylamide est d'environ 30% entre le café le moins torréfié et le plus torréfié. (infosante24.,2020).

d'après des chiffres de l'AESA (autorité européenne de sécurité des aliments), le café serait responsable d'environ 34 % de la quantité journalière d'acrylamide ingérée par les adultes via l'alimentation (Morgen ., 2018).

Les principales voies d'exposition à l'acrylamide est en générale l'alimentation et la fumée de cigarette. Les principaux aliments riches en acrylamide sont les pommes de terre frites, le pain grillé, les biscuits et le café. La consommation de pommes de terre sautées correspond à 45% des apports en acrylamide chez les adultes et 61% chez les enfants. Le café correspond à 30% de l'exposition chez les adultes alors que les biscuits contribuent à 19% de l'exposition chez les enfants. L'acrylamide reste une substance pour lequel le risque toxicologique ne peut être écarté. La demi-vie de l'acrylamide dans le sang pour l'homme est d'environ 4,5 heures (ANSES). En considérant la consommation régulière du café suivis des produits alimentaire contenant de l'acrylamide, le corps humain consomme plus d'acrylamide que l'on croit (anonyme 3). La vigilance est donc de rigueur.

La présente étude a porté sur l'analyse physico-chimique (pH, melanoidines, composés phénolique), l'évaluation en antioxydant au radical DPPH ainsi que sur l'identification par HPLC de l'acide caféique, la caféine et l'acrylamide dans 7 boissons de café capsule de marques algériennes dont une de marque étrangère.

Les résultats enregistrés (pH et les composés bruns) des boissons de café capsules sont conforme aux normes.

L'ensemble des café analysés renferment des quantités considérable en composés phénolique totaux (de  $0,83 \pm 0,004$  à  $2,38 \pm 0,052$  EAC/ tasse) et exercent de très bonnes activités antiradicalaire au DPPH (entre  $61,85\% \pm 4,64$  à  $95,31\% \pm 5,36$ ). En classant les boissons de café analysées, C1 marques algérienne se place avant la marque étrangère C2 (C2 en quatrième place) en teneur de composés phénolique et en activité antioxydante C1 marques se placent avant la marque étrangère (C2 en cinquième place).

L'analyse HPLC pour l'identification et la quantification de la caféine, acide caféique et acrylamide dans les différentes boissons de café capsule analysées a révélé des teneurs variant de 0,059 à 0,33 mg/25ml en caféine, de 0,001 à 0,14 mg/25ml en acide caféique. Plaçant la marque étrangère en cinquième place entre les marques algériennes.

Concernant l'acrylamide des teneurs variant entre 2,98  $\mu\text{g}$  /25ml à 26,15  $\mu\text{g}$ /25ml ont été enregistrées, donne un classement des boissons de café étrangère en sixième place avec une teneur de 4,75  $\mu\text{g}$ /25ml. Révélant ainsi que les teneurs en acrylamide des boissons de café capsule étudié dépassent la norme établie par l'UE pour le café soluble qui est 1.8  $\mu\text{g}$  par tasse de 25 ml. L'Autorité européenne de sécurité des aliments (EFSA en anglais) met également en garde contre cette substance vue ses effets néfastes pour la santé.

Le café comme tous aliments contient des bienfaits et des méfaits, qui peuvent être contrôlé par la mesure de quantités de consommation. En plus de l'apport en antioxydants indispensables pour l'organisme (composés phénoliques totaux acide caféique, caféine) le café algérien garde une bonne place par rapport à la marque étrangère mais toutefois peut être une source d'élément cancérigène via sa teneur en acrylamide.

## Références bibliographiques

---

**ALAIN SOUSA**, Mis à jour le 11 décembre 2015. Journaliste scientifique. Doctissimo, Du café pour faire le plein d'antioxydants. Validation médicale : Dr Jesus Cardenas (allergologue).

**ANDRIOT. I, QUERE. J, GUICHARD.E** (2004). Interaction between coffee melanoidins and flavor compounds: impact of freeze-drying (method and time) and roasting degree of coffee on melanoidin retention capacity. *J. Food Sci.* 85: p289-294.

**ANNE LEFEBVRE; Jean-François Bassereau; 2003**. L'analyse sensorielle, une méthode de mesure au service des acteurs de la conception: ses avantages, ses limites, ses voies d'amélioration. Application aux emballages. 10<sup>ème</sup> Séminaire CONFERE, Belfort France, pp. 3-11.

**ANTONIO ZUORRO** octobre 2012. Roberto Lavecchia. Le marc de café épuisé est une source précieuse de composés phénoliques et de bioénergie. *Journal de la production plus propre* Volume 34, Pages 49-56.

**ARAKU COFFEE** 25 mars 2020, comment choisir la couleur de torréfaction de son café.

**ASSOCIATION POUR LA PROMOTION DU CAFE** (2019). le café un grain de folie. (procafé)

**AUORE R.**, (2015). Informations sur le café, Conso Globe "consommer mieux-vivre mieux".

**BARONE E, ROBERT W.** 1996. *Journal of business venturing*.

**BEJAOU.H** ; 2005. Champignons ochratoxinogènes et ochratoxine A (OTA) dans des vignobles Français et procédés biologiques de décontamination de l'OTA dans les moûts de raisin. Thèse de doctorat. Institut National Polytechnique, Ecole Nationale Supérieure Agronomique. Toulouse.

**BELKHIRI –BEDER W. et al.**, 2018. hydroxycinnamic acids profiling, in vitro evaluation of total phenolic compounds, caffeine and antioxidant properties of coffee imported, roasted and consumed in Algeria.

**BEYER G** 2003. Melzig MF. Effects of selected flavonoids and caffeic acid derivatives on hypoxanthine-xanthine oxidase-induced toxicity in cultivated human cells. *Planta Med.* Dec;69(12):1125-9. PMID 14750029.

**BONNIN ANNE LAURE ET AL.**, (2016). Autour du café. Thèse de doctorat en pharmacie. Département de pharmacie, Université d'Angers.

**CAFEOLOGIE** 22 avril 2016. Le caféier : l'arbre, ses fleurs, ses fruits, [en ligne], <http://www.toutsurlecafe.fr/culture/p5.htm..>



## Références bibliographiques

---

**CAFEOLOGIE** 19 avril 2016. Le marché français en 2006/2007, [en ligne], <http://www.toutsurlecafe.fr/economie/p11.htm>.

**CAMPA.C, S. DOULBEAU, S. DUSSERT, S. HAMON, M. NOIROT.,** (2005). Diversity in bean caffeine content among wild Coffea species: Evidence of a discontinuous distribution. Food Chemistry. 91, pp 633-637.

**CHACUNSONCAFE.** 1 août 2012. : Machines à café, cafetières expresso, café en grains, moulu, dosette >>. Disponible sur <http://www.chacunsoncafe.fr>.

**CHOI, YU-HYUN.** 2012. (Dept. of Technical Research Center, Heechang Dairy Food Co. Ltd.) ; Kim, Sang-Eun (Dept. of Technical Research Center, Heechang Dairy Food Co. Ltd.) ; Huh, Jin (The Division of Bio Science, Dongguk University) ; Han, Yeong-Hwan (The Division of Bio Science, Dongguk University) ; Lee, Moon-Jo (Dept. of Technical Research Center, Heechang Dairy Food Co. Ltd.). Antibacterial and Antioxidative Activity of Roasted Coffee and Red Ginseng Mixture Extracts. Received: 2011.12.12 Accepted : 2012.02.22 Published .

**CONFERENCE DES NATIONS UNIES SUR LE COMMERCE ET LE DEVELOPPEMENT** 2016. café, Un profil de produit de base par INFOCOMM Fonds de la CNUCED pour l'information sur les marchés des produits de base agricoles

**CREDIT PHOTO :** Cafés Richard, torréfacteur à la française. Cafés Richard, [en ligne],

**DANIELA .OM.,** 2013. Le café : une boisson et lieu de sociabilité. Master (Tourisme et Hotellerie). Université de Toulouse ii -le Mirail institut supérieur du tourisme de l'hôtellerie et de l'alimentation. (104.p7).

**DASTMALCHI K ,** Dorman H, Oinonen P, Darwis Y, Laakso I, et Hiltunen R (2008). Chemical composition and in vitro antioxidative activity of a lemon balm (*Melissa officinalis* L.) extract. LWT-Food science and Technology, 41(3), 391-400.

**DEBRY, G.,** 1995. Le café. Sa composition, sa consommation, ses incidences sur la santé, Centre de Nutrition Humaine.

**DEL CASTILLO, M. D, AMES, J. M., ET AL ;** 2002. Effect of roasting on the antioxidant activity of coffee brews, Journal of Agricultural and Food Chemistry, 50, pp 3698-3703

**Dr JESUS CARDENAS** 27/06/2014.doctissimo, Pause santé : le café et le thé principales sources de polyphénols.

**DUPONT F, Guignard J.** 2007. Abrégés-botanique: systématique moléculaire.

**ECHAVARRÍA A, Pag'an J, Ibarz A.** 2012. Melanoidins formed by Maillard reaction in food and their biological activity. Food Engineering;4:203-23.

## Références bibliographiques

---

**FAUSTA NATELLA , Mirella Nardini , Federica Cristina Scaccini Beelli ,**2007. La consommation de café induit l'incorporation d'acides phénoliques dans les LDL et augmente la résistance des LDL à l'oxydation ex vivo chez l'homme.

**FAWZY MOHAMED Ramadan-Hassanien Biochemistry Department.**2008, Faculty of Agriculture, Zagazig University, Zagazig 44511, Egypt (e-mail: mframadan@zu.edu.eg). Total antioxidant potential of juices, beverages and hot drinks consumed in Egypt screened by DPPH in vitro assay. GRASAS Y ACEITES, 59 (3), JULIO, ISSN: 0017-3495.

**FIND BEST COFFEE MAKERS WITH INSIGHTFUL COFFEE MAKER REVIEWS.**2012. . Disponible sur <http://www.oncoffeemakers.com/> .

**FRANCA. A. S, MENDONÇA. J. C. F ET OLIVEIRA. M. B. P. P.,** 2005. Composition of green and roasted coffees of different cup qualities. LWT, 38, pp 709715.

**FREDOT E** 2012. Connaissance des aliments : bases alimentaires et nutritionnelles de la diététique.

**GIAMPIERO SACCHETTI, Carla Di Mattia, Paola Pittia, Dino Mastrocola.**2009, « Effect of roasting degree, equivalent thermal effect and coffee type on the radical scavenging activity of coffee brews and their phenolic fraction », Journal of Food Engineering, vol. 90, p. 74-80

**HADDOUDI M, H. MELLOUK, B. BEJJANY, A. DANI, K. DIGUA.** 2004. Valorisation du marc du café : extraction de l'huile et évaluation de son activité. LES TECHNOLOGIES DE LABORATOIRE , Volume 8, N°36. antioxydante

**HANNA MOJSKA et al. Roczniki Panstw Zakl Hig.**2013. Studies of acrylamide level in coffee and coffee substitutes: influence of raw material and manufacturing conditions

**Higdon JV, Frei B.,** 2016. Coffee and health: a review of recent human research. Critical Review of Food Science and Nutrition. 42(2) :92-123.

**INFOSANTE24.** 2020, discover the art of pulidhing. acrylamide dans le café.

**INOUE, M., TAJIMA, K., HIROSE, K., HMAJIMA, N., TAKEZAKI, T., KUROISHI, T., ET TOMINAGA, S.,** (1998). Tea and coffee consumption and the risk of digestive tract cancers: data from a comparative case-referent study in Japan, Cancer Causes Control, 9, pp 209-216.

**JON THORN ET TASCHEN;** 2001, le café (guide de bon vivant).

**JUSTIN KOFFI,** 2007, l'hydrocarbure aromatique polycyclique dans le café mise au point de méthode analytique et étude de l'étape de torréfaction. Paris

## Références bibliographiques

---

- L'ÓPEZ-GALILEA I, ANDUEZA S, Leonardo Id, Paz de Peña M, Cid C.** 2006. Influence of torrefacto roast on antioxidant and pro-oxidant activity of coffee. *Food Chemistry*. 94:75-80.
- LE CAFE DE CLARA.** 2019, quelles sont les différences entre les cafés arabica et robusta .
- LE CAFE.** 2004. Disponible sur : <http://sites.estvideo.net/cafe/> .
- LE WEN,ZHIHANG ,Zhang,Dilip Rai,Da-Wen Soleil,Brijesh K. Tiwari.**2019 .Extraction assistée par ultrasons (EAU) de composés bioactifs de la peau d'argent du café : impact sur la teneur en phénols, l'activité antioxydante et les caractéristiques morphologiques.
- LEA ZUBIRIA** 25 février 2021. Diététicienne-Nutritionniste.
- LOUIS DAVID ET ÉLISE GASPARD-DAVID;** 1995. Etude et la recherche à l'institut nationale de l'Art.
- LUDWIG IA, SANCHEZ L, Caemmerer B, Kroh LW, De Peña MP, Cid C.** 2012 Extraction of coffee antioxidants: Impact of brewing time and method. *Food Research International*. 48:57-64.
- Maison du café** 2021.
- MAJER G ET AL.,** 2005. Gluthione Transferases and Gamma-glutamyl Transpeptidases, Volume 40
- MARTIN, M.J., Pablos, F. et Gonzalez, A.G.,** 1998. Discrimination between Arabica and Robusta green coffee varieties according to their chemical composition, *Talanta*, 46, pp 1259-1264.
- MICHAUD .DS, GIOVANNUCCI. E, WILLETT. WC, COLDITZ. GA, FUCHS. CS.,** 2001. Coffee and alcohol consumption and the risk of pancreatic cancer in two prospective United States cohorts. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev*. 10(5) : 429-437. 1
- MICHEL. B ;** 2008. Café : de la cerise à la tasse. Editions Techniques de l'Ingénieur. 1, p 4
- MONTAVON, PH., DURUZ, E., RUMO, G. ET PRATZ G.,** (2003). Evolution of green coffee protein profiles with maturation and relationship to coffee cup quality, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51, pp 2328-2334.
- MORGEN DE** 2018, L'acrylamide contenu dans le café serait-il cancérigène ?.Het Laatste Nieuws..
- MORITA M, NAITO Y, YOSHIKAWA T, NIKI E .**2017. Antioxidant capacity of blueberry extracts: Peroxyl radical scavenging and inhibition of plasma lipid oxidation induced by multiple oxidants. *Journal of Berry Research*.

## Références bibliographiques

---

**NATELLA FAUSTA**, 9 octobre 2002 Mirella Nardini, Irene Giannetti, Cristina Dattilo, et Cristina Scaccini. « Coffee drinking influences plasma antioxidant capacity in humans ». Journal of agricultural and food chemistry 50, n o 21 9 octobre 2002: 6211-6216

**NESTLE** 2021, good Food good life, acrylamide et rapports sur les risques sanitaires.

**NUNES. F .M, COIMBRA. M.A.**, 2002. Chemical Characterization of Galactomannans and Arabinogalactans from Two Arabica Coffee Infusions as Affected by the Degree of Roast 50 (6), pp 1429–1434.

**PIERRE MASSIA ET AL.**, 1995, le café la passion du café.

**POL NICOLAS GUY HALER**, 2013. Le café : les effets bénéfiques et néfastes sur la santé. Sciences pharmaceutiques. hal-01732489.

**SCHWARZ SCHILD. MA, AGNATIL, FUXE.K, CHEN.J, MORELLI.M.**, 2006. Targeting adenosine a2a receptors in parkinson's disease. Trends Neurosci. 29: 647-654.

**SCIENTIFIQUES.ACRYLAMIDE**, 28 novembre 2018 Quoi dans mon assiette Actualités, contaminant génotoxique et cancérigène : des astuces pour réduire son niveau d'exposition à la maison..

**SILABDIS.**, 2010. Extraction, purification et caractérisation d'antioxydants naturels en vue d'une valorisation nutritionnelle, mémoire de Magistère S.A. Université Saad Dahlab-Blida, P 64.

**STAVRIC B. et al.** 1988. Variability in caffeine consumption from coffee and tea: possible significance for epidemiological studies. Fd Chem Toxic 26(2):111-118.)

**THOMAS NUSSBAUMER 2017**, Managing Director Central Region. INFORMATIONS À CONNAÎTRE SUR LA CÉLÈBRE BOISSON CHAUDE RECUEIL SUR LE CAFÉ. (selecta, Industrie Neuhof 783422Kirchber).

**THORN, J ;** 2002. Le Café, le guide du connaisseur, Modus Vivendi, Canada.

**TRAD. F.**, 2016. Marqueurs du stress oxydatif chez les hommes consommateurs de café. Mémoire de fin d'étude pour l'obtention du diplôme de master en Nutrition et Alimentation Université Abou Bekr Belkaïd-Tlemcen.

**URGERT R., KATAN M. B.**, 1997. The cholesterol-raising factor from coffee beans. Annual Review of Nutrition, 17, pp305-324.

**VAN DER STEGEN ET VAN DUIJNN.**, 1988. Espresso Coffee: The Science of Quality.

## Références bibliographiques

---

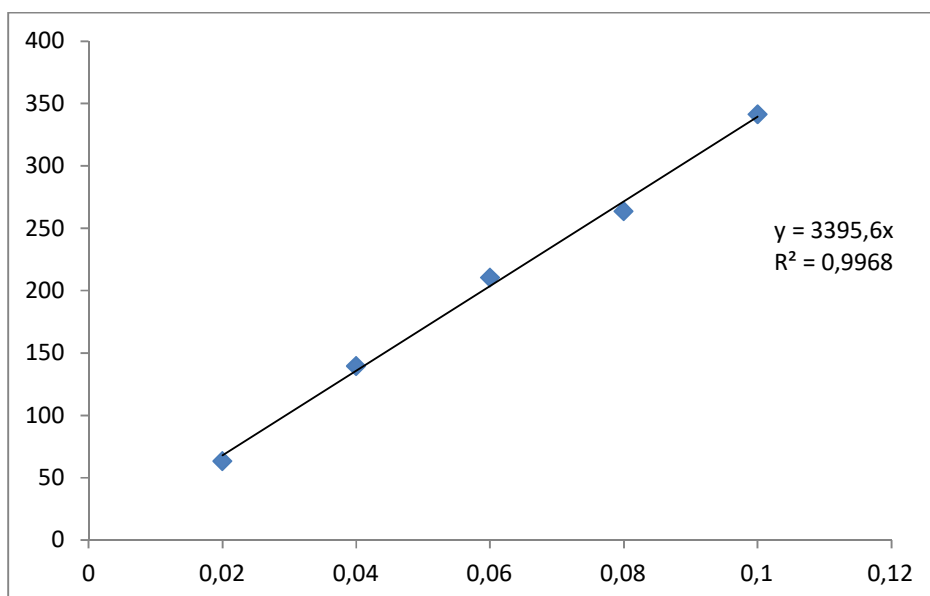
**VIGNOLI JA, BASSOLI DG, BENASSI MT.**2011 Antioxidant activity, polyphenols, caffeine and melanoidins in soluble coffee: The influence of processing conditions and raw material. Food Chemistry.;124:863-8.

**VIUDA M, Ruiz Y, Fernández J, Sendra E, Sayas E, et Pérez J** 2011. Antioxidant properties of pomegranate (*Punica granatum* L.) bagasses obtained as co-product in the juice extraction. Food Research International, 44(5), 1217-1223.

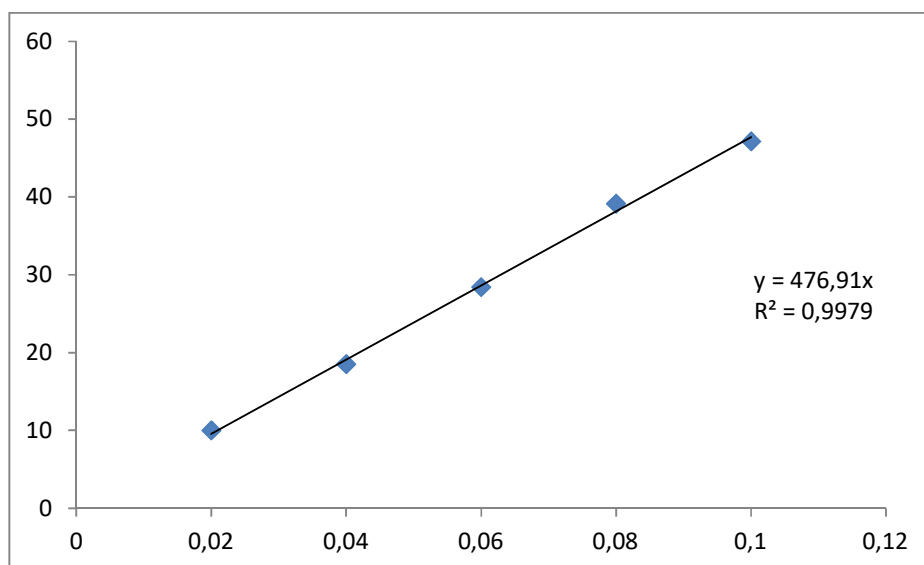
**VOLKMAR WASSING** 2021 société française des antioxydants.

**WEUSTEN-VANDER. W, KATAN MB, VIANI R, HUGGETT.AC.,** 1994. Identity of the cholesterol-raising factor from boiled coffee and its effects on liver function enzymes. Journal of lipid research. 35: 721-733.

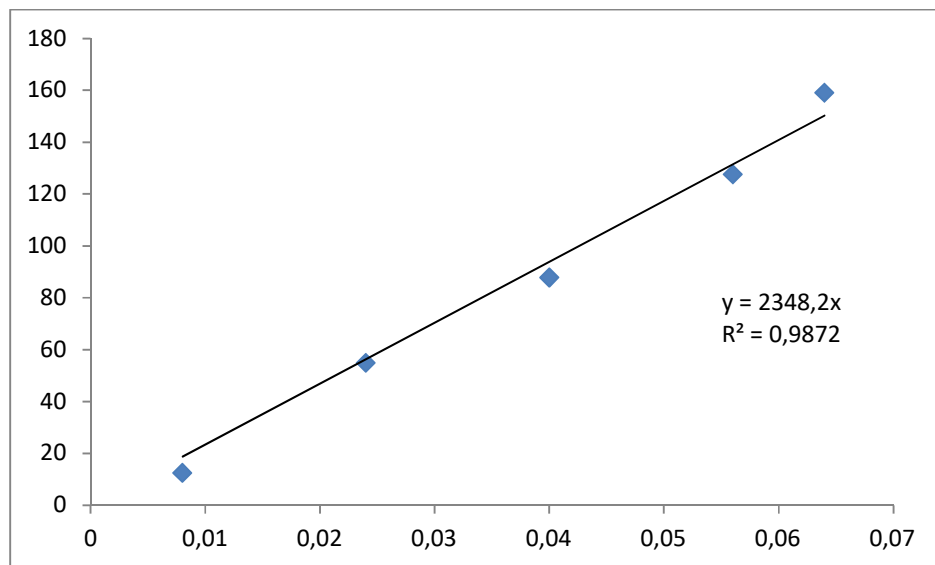
**ZOHRA MOHAMMEDI,** 05 février 2011. Étude de l'évolution de la capacité anti-radicalaire du fruit de l'*Arbutus unedo* L. à différents stades de maturation.



**Figure 21:** courbe d'étalonnage de l'acrylamide



**Figure 22:** courbe d'étalonnage de la caféine



**Figure 23** : courbe d'étalonnage de l'acide caféique

Figure 20 : L'identification par pic d'Acrylamide

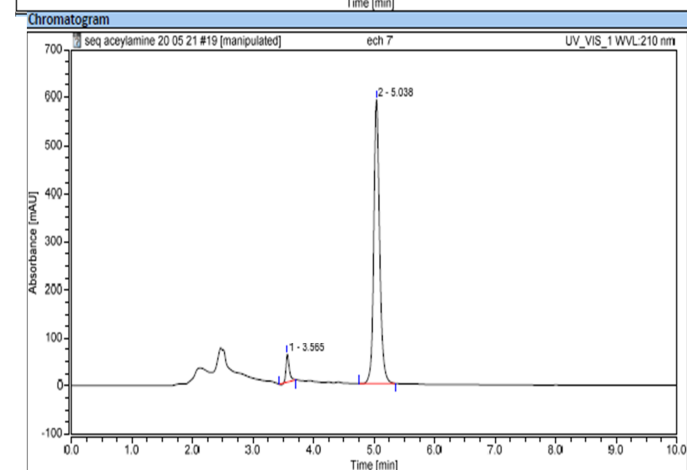
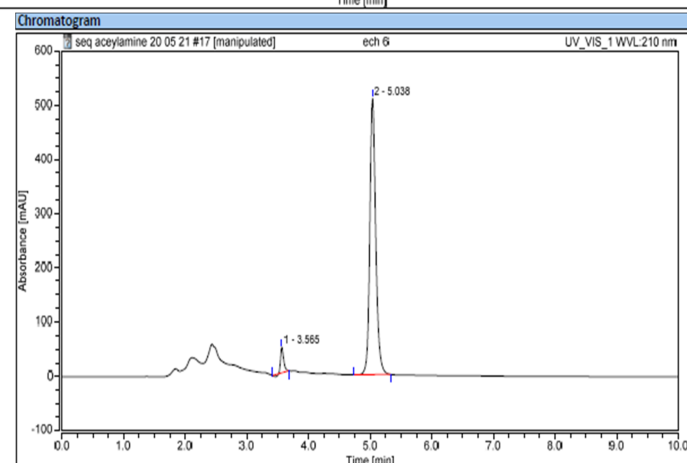
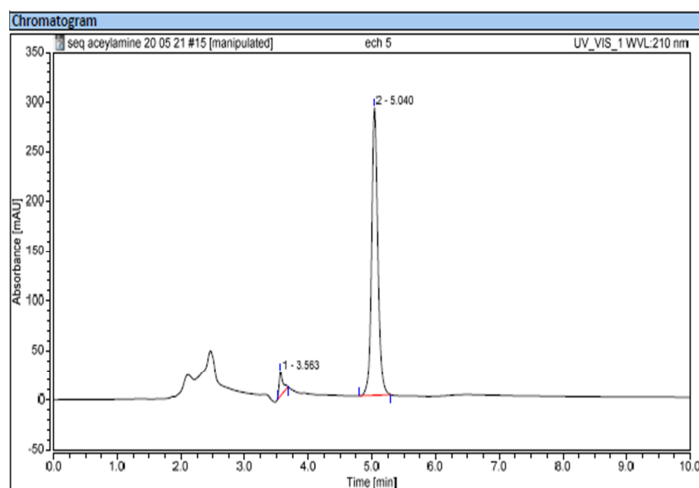
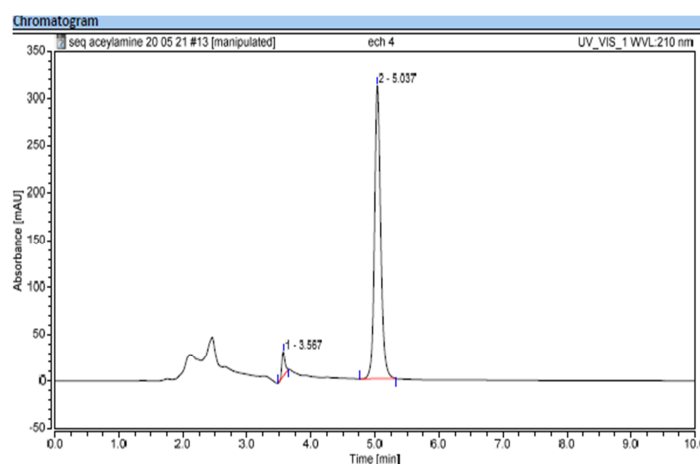
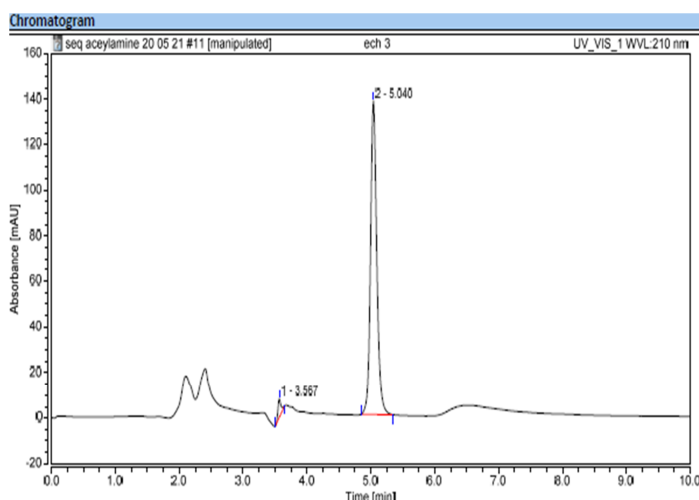
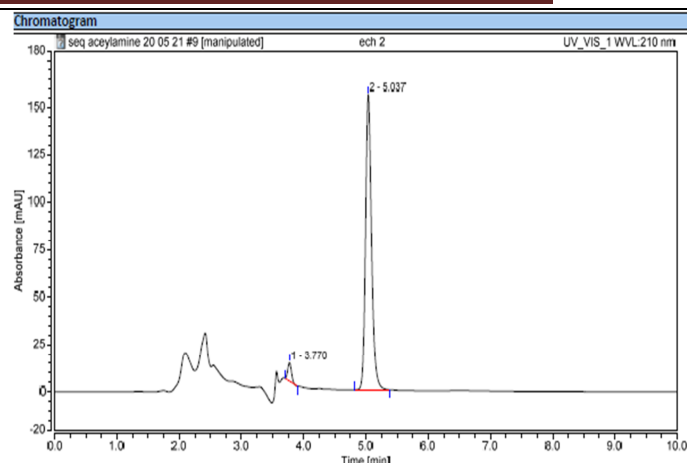
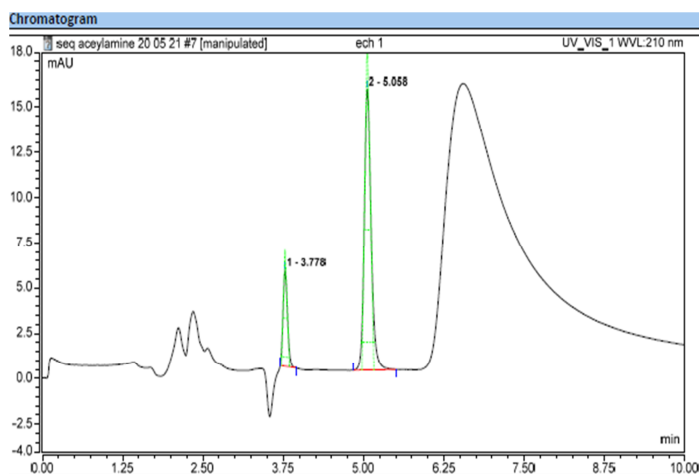




Figure 21 : L'identification par pic de la Caféine

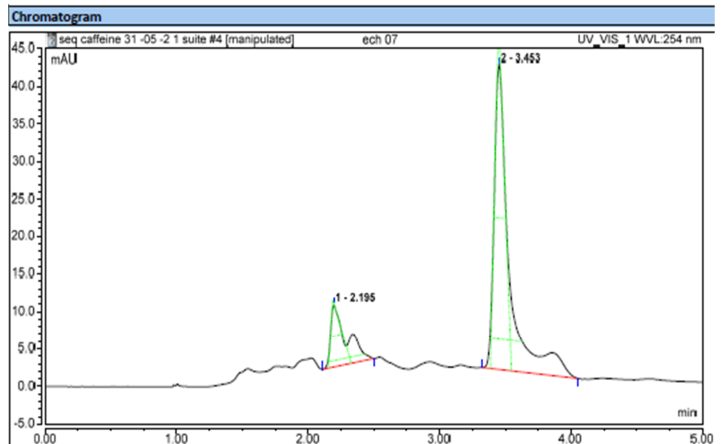
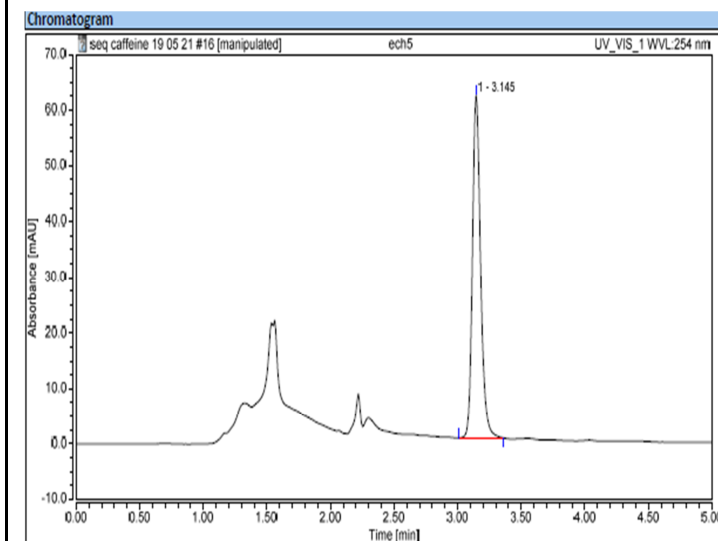
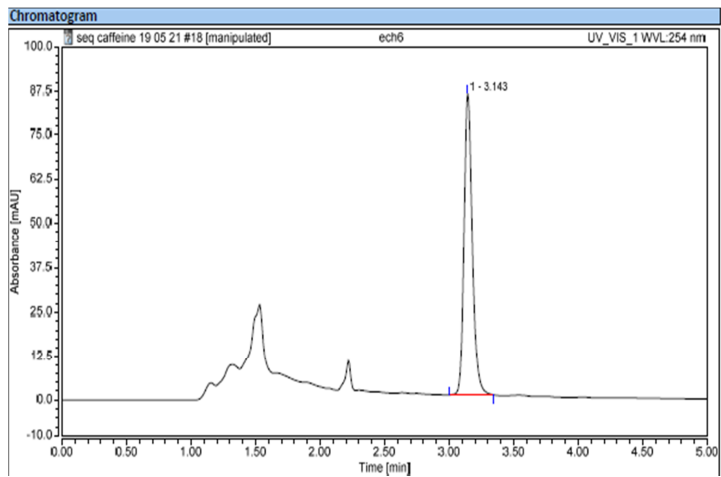
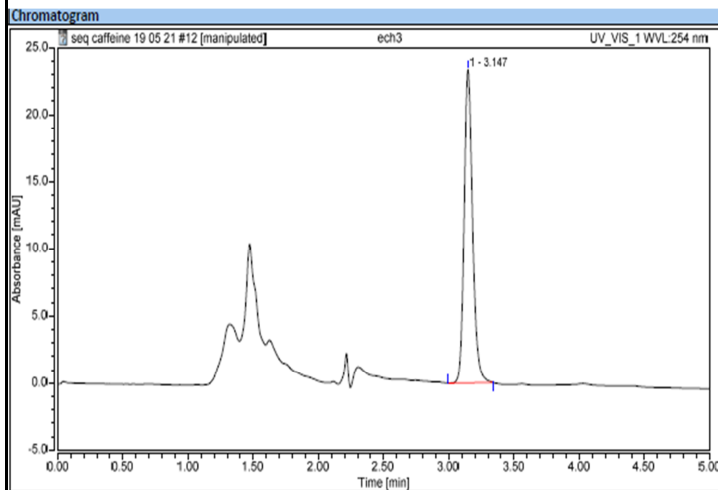
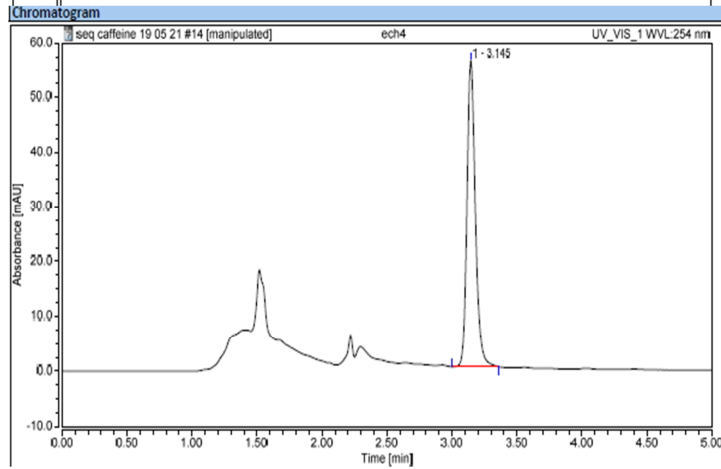
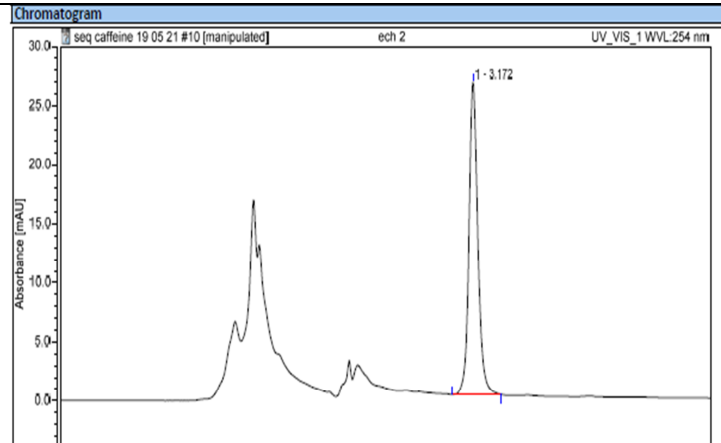
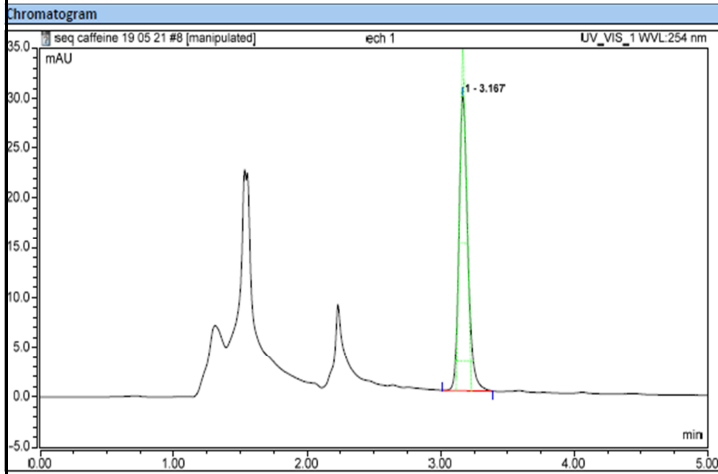
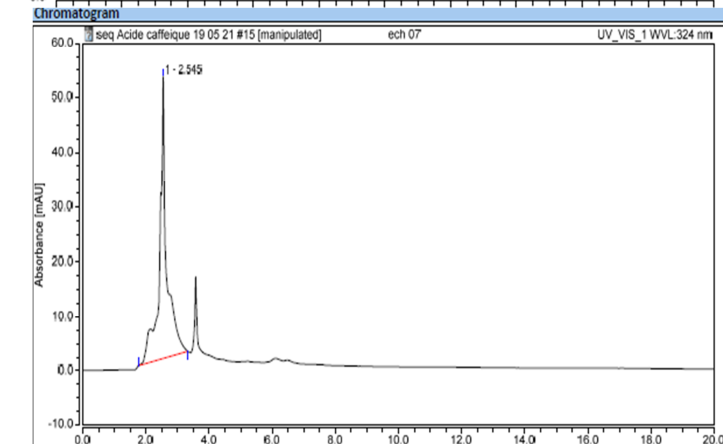
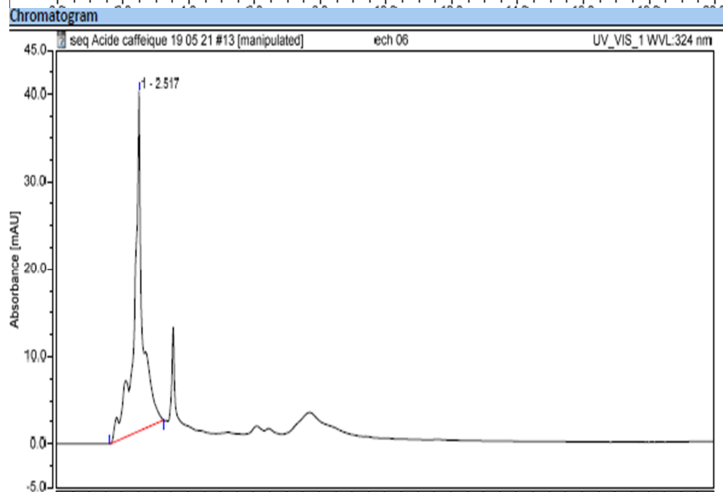
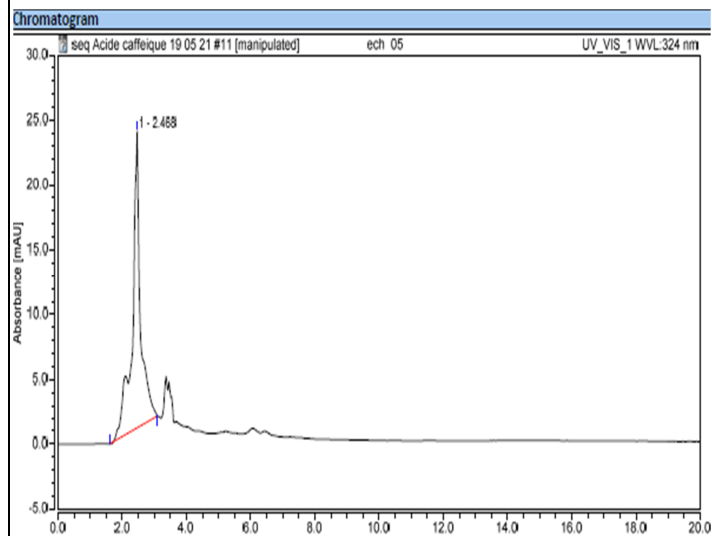
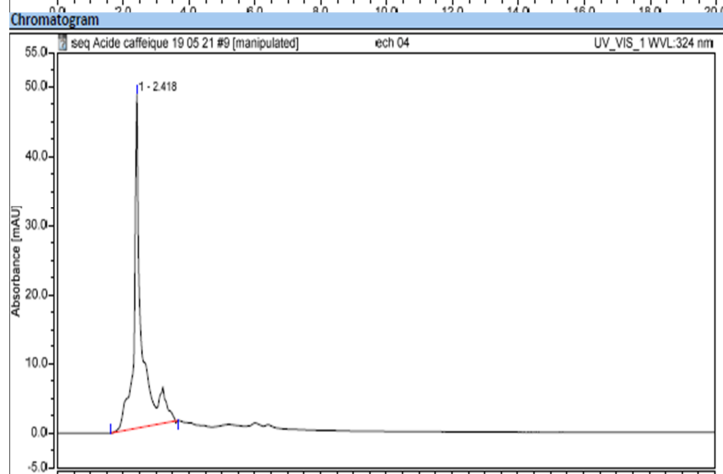
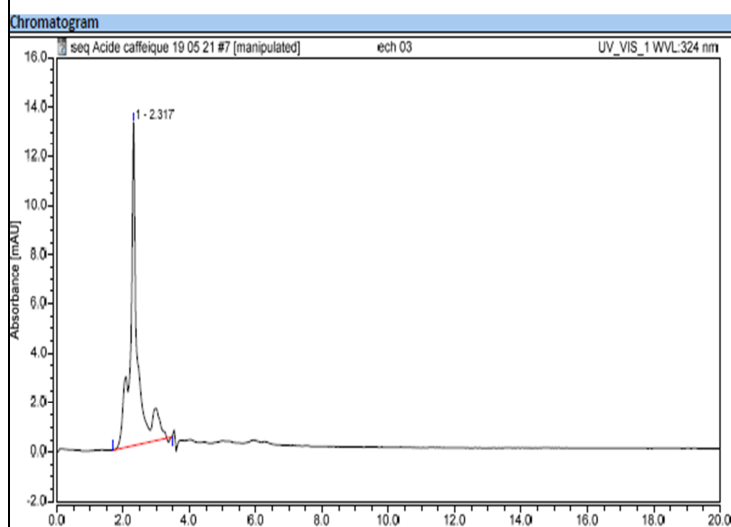
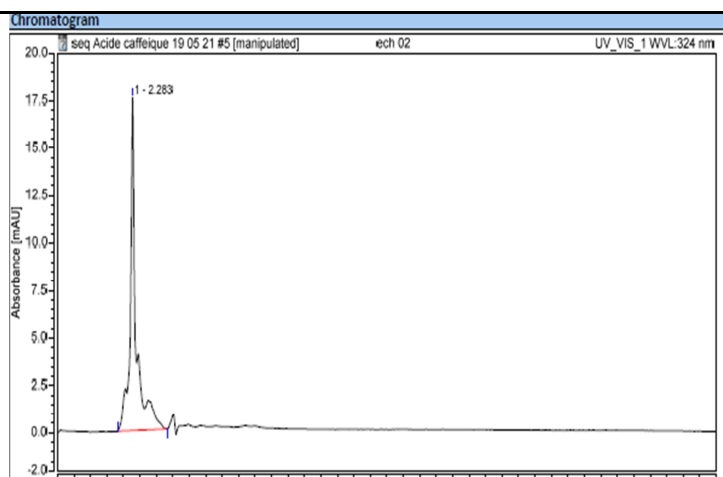
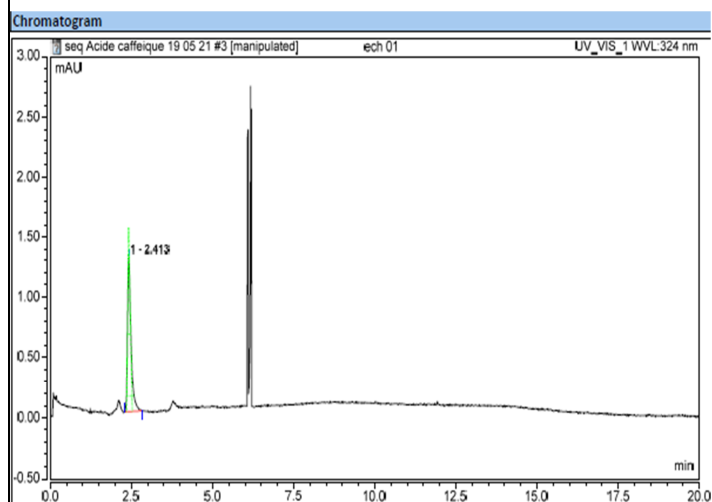


Figure 22 : L'identification par pic de l'A.C



## Résumé

La présente étude a porté sur l'analyse physico-chimique (pH, melanoidines, composés phénolique), l'évaluation en antioxydant au radical DPPH ainsi que sur l'identification par HPLC de l'acide caféique, la caféine et l'acrylamide dans 7 boissons de café capsule de marques algérienne dont une de marque étrangère.

Les résultats enregistrés (pH et les composés bruns) des boissons de café capsules sont conforme aux normes.

L'ensemble des café analysés renferment des quantités considérable en composés phénolique totaux (de  $2,29 \pm 0,02$  à  $6,47 \pm 0,28$  EAC/ tasse) et exercent de très bonnes activités antiradicalaire au DPPH (entre  $61,85\% \pm 4,64$  à  $95,31\% \pm 5,36$ ) En classant les boissons de café analysées. C1 marques algérienne se place avant la marque étrangère C2 (C2 en quatrième place) (placement décroissant) en teneur de composés phénolique et en activité antioxydante C1 marques se placent avant la marque étrangère (C2 en cinquième place). L'analyse HPLC pour l'identification et la quantification de la caféine, acide caféique et acrylamide dans les différentes boissons de café capsule analysées a révélé des teneurs variant de 0,059 à 0,33 mg/25ml en caféine, de 0,001 à 0,14 mg/25ml en acide caféique. Plaçant la marque étrangère en cinquième place entre les marques algériennes.

Concernant l'acrylamide des teneurs variant entre 2,98  $\mu\text{g}/25\text{ml}$  à 26,15  $\mu\text{g}/25\text{ml}$  en été enregistrées, donne un classement des boissons de café révélant ainsi que les teneurs en acrylamide des marques algérienne dépassent la norme établie par l'UE pour le café soluble qui est 1,8  $\mu\text{g}$  par tasse de 25 ml. L'Autorité européenne de sécurité des aliments (EFSA en anglais) met également en garde contre cette substance vue ses effets néfastes pour la santé.

**Mots clés** : café, café capsule, antioxydants, activité antioxydantes, melanoidines

## Abstract

The present study focused on the physico-chemical analysis (pH, melanoidins, phenolic compounds), the evaluation as an antioxidant with the DPPH radical as well as on the identification by HPLC of caffeic acid, caffeine and acrylamide in 7 Algerian branded capsule coffee drinks including one from a foreign brand.

The recorded results (pH and brown compounds) of the capsule coffee drinks comply with the standards.

All the coffees analyzed contain considerable amounts of total phenolic compounds (from  $0.83 \pm 0.004$  to  $2.38 \pm 0.052$  EAC / cup) and exert very good anti-free radical activities with DPPH (between  $61.85\% \pm 4.64$  at  $95.31\% \pm 5.36$ ) By classifying the analyzed coffee drinks. C1 Algerian brands are placed before the foreign brand C2 (C2 in fourth place) (decreasing placement) in content of phenolic compounds and in antioxidant activity C1 brands are placed before the foreign brand (C2 in fifth place). HPLC analysis for the identification and quantification of caffeine, caffeic acid and acrylamide in the various capsule coffee drinks analyzed revealed levels ranging from 0.059 to 0.33 mg / 25ml of caffeine, from 0.001 to 0.14 mg / 25ml in caffeic acid. Placing the foreign brand in fifth place among the Algerian brands.

Concerning the acrylamide contents varying between 2,98  $\mu\text{g}/25\text{ml}$  to 26,15  $\mu\text{g}/25\text{ml}$  in summer recorded, gives a classification of coffee drinks thus revealing that the acrylamide contents of Algerian brands exceed the established standard by the EU for soluble coffee which is 1.8 micrograms per 25ml cup. The European Food Safety Authority (EFSA) also warns against this substance because of its harmful effects on health.

**Keywords**: coffee, capsule coffee, antioxidants, antioxidant activity, melanoidins