

République Algérienne Démocratique et Populaire

*MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT
SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE*

UNIVERSITE TLEMCCEN

Faculté de science de la nature et de la vie, de la terre et de l'univers

Département de biologie

Mémoire de fin d'étude



Département de Biologie

Laboratoire Physiologie, Physiopathologie et Biochimie de Nutrition

Option : Physiopathologie cellulaire

Thème

Mise au point méthodologique de l'extraction et du dosage
des polyphénols de la parche de café

Présenté par: BENTOUAF Zoulikha et REGUIG Meriem

Soutenu le : 29/06/2020

Devant le jury composé de :

Présidente : Mme MARZOUK. H

Professeur à l'université de Tlemcen

Examinatrice : Mme MEDJDOUBE. A

Maitre de conférences à l'université de Tlemcen

Promotrice : Mme BABA HAMED. Y

Maitre de conférences à l'université de Tlemcen

Année Universitaire : 2019-2020



REMERCIEMENT

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

الحمد لله وحده والصلاة والسلام على من لا نبي بعده

« الحمد لله الذي هدانا لهذا وما كنا لنهتدي لولا أن هدانا الله »

Ce travail a été réalisé au laboratoire de Physiologie, Physiopathologie de l'Université ABOU BEKR BELKAID, Tlemcen.

Nos sincères remerciements vont à Mme MERZOUK Directeur de laboratoire « physiologie, physiopathologie », université Abou bekr belkaid, pour nous avoir accueilli au sein de son laboratoire et de nous fait l'honneur de présider ce jury.

On tient à remercier vivement, notre encadreur Mme BABA HAMED. Y, d'avoir accepté de diriger ce travail. Nous lui exprimons notre sincère gratitude pour sa patience dont elle a fait preuve, pour nous guider, et pour sa rigueur, qui nous ont poussé sur la voie d'un sens accru de la précision.

Nous remercions également Mme MEDJOUBE. A, Maitre de conférences à l'université de Tlemcen d'avoir bien voulu examiner ce travail.

Nous remercions encore Monsieur CHARREK, Professeur à l'université de Tlemcen pour son aide. Comme on remercie également Mme SAKER. M responsable de notre promos et à l'ensemble des enseignants qui ont contribué par tout leurs guides et conseils à notre formation durant ces cinq (5) dernières années universitaires.

Nos vives remerciements à tous les Doctorants et les Ingénieurs de Laboratoire de Physiologie, Physiopathologie de l'Université de Tlemcen qui nous ont aidé à effectuer notre travail dans les meilleures conditions qui ont amélioré nos connaissances dans ce cadre très important dans nos études et dans notre vie professionnelle.

A notre amie et sœur la doctorante JAZIRI Fatima Zohra pour son aide, conseils et son encouragement.

Enfin, nous remercions tous ceux qui ont collaboré, de près ou de loin, à la réalisation de ce travail.



DÉDICACES

En guise de reconnaissance envers mon DIEU le Tout Puissant

Je dédie ce modeste travail à :

Mes chers parents «Ahmida et Fatima» sans leur affection, leur sacrifice et leurs prières et amour je ne serais pas arrivé à ce moment. Les mots ne décrivent pas mon amour et ma gratitude.

Que dieu repose l'âme de mon père dans son éternel paradis et bénisse la vie de ma mère.

A mes deux chers frères « khalid et yassin» j'espère que Dieu vous garde et vous montre le droit chemin.

A ma petite sœur et ma princesse «chaymaâ» dieu vous bénisse et prend soin de vous.

A mes chers amies « Amel, Ahlam, Hadjer, Imane, Hayat, Narimen», «mon Sara et son petit Ibrahim » merci pour votre encouragement et pour chaque moment que nous avons vécu ensemble.

A mon cher fiancé « Abderrazak ».

A toute ma famille Reguig et Ameziane

A notre encadreur Baba Hamed Yamina

A ma chère binôme Zoulikha Amina et sa famille.

A tous ceux qui ont été à mes côtés de près ou de loin.

A l'âme de mon grand-père « bahous » qui reste toujours vivant dans mon esprit et mon cœur.

Meriem.



DÉDICACES

En guise de reconnaissance envers mon DIEU le Tout Puissant

Je dédie ce modeste travail à deux personnes les plus chers à mon cœur :

A ceux qui m'ont tout donné sans rien attendre en retour

A ceux qui m'ont encouragé et soutenue durant toutes mes années d'études : mes parents tous les mots sont insuffisants pour exprimer ma gratitude, ma reconnaissance et mon amour. Que le tout puissant les gardent et les protègent

A mes chers frères : Abdelhak et Hadj

A tout ma famille BENTOUAF et SAADAoui

A notre promotrice Mme BABA HAMED

A ma chère binôme Meriem et sa famille

A ma chère Amel; votre amitié est un honneur et une fierté pour moi. Je vous remercie pour les moments inoubliables que nous avons partagés ensemble, Que notre amitié soit éternelle.

A tous mes amis avec lesquelles j'ai partagé les meilleurs moments Chaima, Naziha, Meriem Zakia et Sabrin.

A la mémoire de ma grand-mère Djanat Yamina qui a été toujours dans mon esprit et dans mon cœur, je te dédie aujourd'hui ma réussite. Que Dieu, t'accueille dans son éternel paradis.

Enfin, a tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin. Merci, merci, merci

Zoulikha

Résumé :

La parche est l'un des sous-produits du café les moins étudiés alors qu'elle est riche en composés phénoliques. L'objectif de cette étude est de doser les polyphénols totaux contenus dans la parche de café en utilisant différentes méthodologies d'extraction puis de tester leur cytotoxicité in vitro.

Pour cela, l'extraction a été faite selon quatre méthodes : la macération, l'infusion, la décoction et l'ultrason en utilisant le méthanol comme solvant. Nos résultats montrent que les rendements obtenus pour les extraits méthanoliques sont de : 12% par macération, 8% par infusion et 10% par décoction et ultrasons.

Les teneurs en polyphénols sont de : 18.032 µg/EAG mg MS par macération, 16.13 µg/EAG mg MS par l'ultrason, 21.23 µg/EAG mg MS par décoction et 22 µg/EAG mg MS par infusion.

La dernière étape de notre travail consiste à l'étude de la cytotoxicité des extraits phénoliques vis à vis des globules rouges humains. Le principe est de mettre en contact des globules rouges avec les extraits méthanoliques de la parche de café. Les résultats obtenus montrent que la macération est la meilleure méthode avec une cytotoxicité faible.

En conclusion, nos résultats démontrent la richesse des extraits de la parche en molécules bioactives et confirment que les méthodes d'extraction jouent un rôle très important dans l'étude des polyphénols. De plus, les polyphénols de la parche peuvent être utilisés dans le domaine de l'agro-alimentaire, l'alimentation des animaux, la parapharmacie et dans plusieurs autres domaines importants.

Mots clés :

La parche de café, méthodes d'extractions, composés phénoliques, la cytotoxicité,

Abstract :

Parchment is one of the least studied coffee by-products, although it is rich in phenolic compounds. The objective of this study is to determine the total polyphenols contained in the coffee parchment using different extraction methodologies and test their cytotoxicity in vitro.

For this purpose, extraction was carried out using four methods : maceration, infusion, decoction and ultrasounds using methanol as solvent. Our results show that the yields obtained for the methanolic extracts are : 12% by maceration, 8% by infusion and 10% by decoction and ultrasounds.

The polyphenols contents are : 18.032 μg /EAG mg MS by maceration, 16.13 μg /EAG mg MS by ultrasounds, 21.23 μg /EAG mg MS by decoction and 22 μg /EAG mg MS by infusion.

The last step of our work consists in the study of the cytotoxicity of phenolic extracts to human red blood cells. The principle is to bring red blood cells in contact with the methanolic extracts of the coffee parchment. The results obtained show that maceration is the best method with low cytotoxicity.

In conclusion, our results demonstrate that the parchment extracts are rich in bioactive molecules and confirm that extraction methods play a very important role in the study of polyphenols. Moreover, the polyphenols of the parchment can be used in the food industry, animal feed, parapharmacy and other important fields.

Keywords : Coffee parchment, extraction methods, phenolic compounds, cytotoxicity.

الملخص:

يعتبر رق القهوة أحد المنتجات الثانوية الأقل دراسة، بينما هي غنية بالمركبات الفينولية .

الهدف من هذه الدراسة هو تحديد إجمالي البوليفينول الموجود في رق القهوة باستخدام منهجيات استخلاص مختلفة ثم دراسة سميتها في المختبر

ولهذا الغرض، تم استخراج هذه المكونات باستخدام أربع طرق: الحرق، التسريب، الاستخلاص بالغلي، الموجات فوق الصوتية باستخدام الميثانول كذيب. وتبين نتائجنا أن المردود الذي تم الحصول عليه للمقتطفات الميثانولية هو: 12% بواسطة الحرق، و8% عن طريق التسريب و10% عن طريق الاستخلاص بالغلي والموجات فوق الصوتية .

مستويات البوليفينول هي: 18.032 ميكروغرام/ إغ مع مس بواسطة الحرق، 16.13 ميكروغرام/ إغ مع مس بواسطة الموجات الصوتية، 21.23 ميكروغرام/ إغ مع مس بواسطة الاستخلاص بالغلي، 22 ميكروغرام/ إغ مع مس بواسطة التسريب.

المرحلة الأخيرة من عملنا تركز على دراسة سمية الخلاصات الفينولية لخلايا الدم الحمراء البشرية. والمبدأ هو جعل خلايا الدم الحمراء على اتصال مع المقتطفات الميثانولية المستخلصة من رق القهوة. وتبين النتائج التي تم الحصول عليها أن الحرق هو أفضل طريقة لانخفاض نسبة السمية فيه..

في الختام، توضح نتائجنا ثراء مقتطفات الرق بالجزينات النشطة أحياناً وتؤكد أن طرق الاستخلاص تلعب دوراً مهماً جداً في دراسة البوليفينول. وعلاوة على ذلك، يمكن استخدام البوليفينول في عملية صناعة الأغذية، والأعلاف الحيوانية والصيدلة، وفي العديد من المجالات المهمة الأخرى .

الكلمات المفتاحية: رق القهوة، طرق الاستخلاص، المركبات الفينولية، تسمم الخلايا

Liste des abréviations :

ACG : acide chlorogéniques

AcQ : a.caféoylquiniques

AdicQ : a.dicaféoylquiniques

AFQ : a.féruoylquiniques

AcoQ : a.p-coumaroylquiniques

DM : DryMatter (matière sèche)

GRh : Globule rouge humain

Kg : Kilogramme (unité de masse)

Mg : Milligramme

NaCl : Chlorure de sodium

Pt : Polyphénols totaux

Rpm : Rotation per minute

Liste des figures

Figure 01 : Cerise de café.....	04
Figure 02 : Structure de café.....	07
Figure 03 : La parche de café (endocarpe).....	08
Figure 04 : Structure du noyau phénol.....	12
Figure 05 : Acides phénoliques typiques dans les aliments : acides benzoïques (gauche), acides cinnamiques (droite).....	14
Figure 06 : Structure de flavonoïdes.....	14
Figure 07 : Structure chimique d'un deux types de tanin (a) tanin hydrolysable et (b) tanin condensé.....	15
Figure 08 : les lignanes.....	16
Figure 09 : Structure chimique du Stilbènes et de ses dérivés.....	16
Figure 10 : Mélange de la parche de café.....	22
Figure 11 : Représentation schématique d'une méthode de macération.....	23
Figure 12 : Méthode de l'infusion.....	24
Figure 13 : L'appareil de décoction.....	25
Figure 14 : L'appareil d'ultrasons (Sonicateur).....	26
Figure 15 : Courbe étalon de l'acide gallique.....	31
Figure 16 : Teneur en polyphénols des extrais de la parche dans les quatre méthodes.....	31
Figure 17 : Pourcentage d'hémolyse des globules rouges par l'acide gallique.....	33
Figure 18 : Pourcentage d'hémolyse des globules rouges par les extraits méthanolique de la parche de café.....	33
Figure 19 : Comparaison des pourcentages d'hémolyse des globules rouges entre l'acide gallique et les extraits méthanoliques de la parche de café sèche.....	34

Liste des tableaux

Tableau 01 : Les acides chlorogéniques et d'autre type de polyphénols.....05

Tableau 02 : Composition chimique de la parche de café.....09

Tableau 03 : Les minéraux et la caféine contenus dans la parche de café.....10

Tableau 04 : Les propriétés biologique des polyphénols.....17

Sommaire

<u>INTRODUCTION</u>	01
<u>SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE</u>	
1. Généralité sur le café et la parche	04
1.1 La définition	04
1.2 Composition chimique	04
1.3 Sous-produits de café	05
1.4 Définition de la parche de café	07
1.5 Composition de la parche	08
1.6 Caractéristique et propriétés	10
1.7 Domaine l'utilisation de la parche de café	11
1. Production de l'énergie	11
2. L'alimentation et la santé	11
3. Agriculture et agro-industrie	11
4. L'alimentation des animaux	12
2. Les polyphénols Totaux	12
2.1 Généralité sur les polyphénols	12
2.1.1 Définition	12
2.1.2 Biosynthèse des polyphénols	13
2.2 Classification des polyphénols	13
2.2.1 Polyphénols simple	13
2.2.2 Polyphénols complexe	14
2.3 Les propriétés et les effets bénéfiques des polyphénols	17
3. La cytotoxicité	19
<u>Matériels et Méthodes</u>	
1. Préparation des extraits de la parche de café	21
1.1 Extraction solide-liquide	21
1.2 Types d'extractions	21
1.3 calcule le rendement de l'extraction	25
2. Dosage de polyphénols totaux	26

Résultats et interprétation	
1. Rendement des extraits	30
2. Teneur en polyphénols	30
3. Test de cytotoxicité des extraits de la parche de café	31
Discussion	35
Conclusion	38
Références Bibliographiques	40
Annexes	48

Introduction

Introduction

Bien que les déchets agro-industriels, liés à la surproduction et aux sous-produits réguliers, aient été une question importante au fil des années, leur élimination et leur réutilisation représentent toujours un sujet en développement dans la recherche actuelle. Parmi la variété des produits agricoles, les grains de café vert sont considérés dans le monde entier comme un produit alimentaire important d'un point de vue économique et l'une des boissons les plus consommées dans le monde, et se classent en deuxième position après le pétrole (**Esquivel, 2012**).

La production mondiale du café est d'environ 9 millions de tonnes par an (**Organization, 2017**), et donc, le café est une industrie responsable de la production de grandes quantités de résidus (**Nabais et al, 2008**), ce qui représente un problème environnemental, comme la pollution des sols (**Peshev, 2018**). L'Organisation internationale du café a indiqué que la production annuelle de café a dépassé 140 à 159 millions de sacs de 60 kg depuis 2010 (**Janissen, 2018**). La transformation du café peut être divisée en deux étapes : la transformation primaire, au cours de laquelle les fruits du café sont décortiqués et soumis au séchage et se commercialisent sous forme de café vert (le grain de café recouvert ou non de la peau d'argent), le traitement secondaire, comprend la production de café torréfié et soluble (**John, 2016**).

Les sous-produits du café comprennent ceux qui résultent du traitement post récolte, torréfaction et la consommation de café, à savoir les coques (peau et pulpe), la peau argentée, la parche, le marc de café usagé et les grains immatures/défectueux et autres (**Alves, 2017**).

Le café est considéré comme une boisson fonctionnelle, elle contient des substances telles que la caféine (la substance psychoactive) ainsi que de nombreux autres composés biologiquement actifs appartenant principalement aux classes des polyphénols et d'alcaloïdes (**Hall et al, 2015**). De nombreuses recherches montrent que ces substances sont présentes non seulement dans les grains de café ou dans la boisson associée, mais également dans les déchets solides générés lors du traitement de cafés, et avec des quantités similaires de composés phénoliques et ont donc également été considérés comme des sources potentielles d'antioxydants et d'autres produits chimiques bioactifs pertinents.

Parmi celles-ci, des études montrent que la parche de café est l'un des sous-produits de café considéré comme des résidus bénéfiques dans différents domaines.

Introduction

C'est l'endocarpe fibreux qui recouvre les deux hémisphères de la graine de café et les sépare l'un de l'autre (**Esquivel, 2012**), et une couche dure, composée de plusieurs couches de cellules jaunâtres et de parois épaisses, très allongées, et placées dans différentes directions. Pour chaque tonne de café, 0,16 tonne de parche est produite. Actuellement, la principale utilisation de ce sous-produit est la production de bioénergie (**Elis de Ramos, 2011**). Les rares rapports disponibles sur le parchemin dit que c'est riche en caféine et en composés phénoliques. Le parchemin de café pourrait être aussi une source potentielle de composés et de produits phytochimiques qui ont une grande valeur dans différentes applications dans les industries chimiques, pharmaceutiques, cosmétiques et alimentaires.

Aujourd'hui, l'évaluation et l'identification des meilleures méthodes respectueuses de l'environnement pour obtenir de nouveaux produits à partir des sous-produits de l'industrie alimentaire qui sont très recommandés (**Bessada, 2018**).

L'objectif de notre étude est basé sur les méthodes d'extraction les plus efficaces qui permettent l'identification et la quantification de certains groupes chimiques bioactifs contenus dans les différentes préparations d'extraits de la parche de café aussi le dosage des polyphénols totaux et déterminer in vitro la cytotoxicité des extraits méthanolique de la parche de café.

Notre travail s'insère dans un projet socio-économique portant sur la valorisation des matières résiduelles du café.

Synthèse Bibliographique

1. Généralité sur le café et la parche :

Le caféier est un genre de plantes à fleurs de la famille des Rubiacées. Les espèces de caféier sont des arbustes ou des petits arbres originaires d'Afrique tropicale et australe et d'Asie tropicale.

Il existe plusieurs espèces de café différentes, deux espèces principales de café sont cultivées aujourd'hui. La *Coffea arabica*, connue sous le nom de café Arabica, représente 75 à 80 % de la production mondiale. La *Coffea canephora*, connue sous le nom de café Robusta, représente environ 20 % et se distingue des cafés Arabica en termes de goût. Les grains de café Robusta sont plus robustes que ceux de l'Arabica, mais produisent une boisson au goût inférieur, avec une teneur en caféine plus élevée. Le caféier Robusta et l'Arabica peuvent tous deux atteindre une hauteur de 10 mètres s'ils ne sont pas taillés, mais les pays producteurs maintiendront le caféier à une hauteur raisonnable pour faciliter la récolte (Santaram, 2018).

1.1 La définition :

Le café c'est un buisson ou petit arbre à feuilles vert foncé, à fleurs blanches en forme d'étoile et à fruits rouges contenant chacun 2 grains, ou fèves (9m de haut). Les meilleurs grains sont ceux qui ont fermenté, séché et grillés (Chevallier, 2017).



Figure 01 : cerise de café (Maxicoffee, 2018)

1.2 Composition chimique :

Les grains de café contiennent des composés bioactifs qui ont des avantages pour la santé humaine parmi lesquels les acides chlorogéniques qui ont une activité antioxydante et la caféine qui possède une propriété stimulante, on les trouve dans le cas de café non torréfié.

Lors de la torréfaction, les compositions de café vont changer de manière radicale et il y a une large diminution des acides chlorogéniques, la teneur en eau autant que les polysaccharides, d'autre part ils y a des produits qui vont se former comme lactone et des pigments (furanes polycondensés) et l'apparition d'un complexe des composants volatiles : phénols, alcools, aldéhydes, de dérivés pyrroliques et furaniques, thiophènes, carbures ... **(Bruneton, 2009)**.

Les principaux polyphénols dans le café sont les ACG (acides chlorogéniques) ce sont des esters des acides trans-cinnamiques (acide caféique, p-coumarique, férulique) avec l'acide quinique (-). Ces derniers jouent un rôle important dans la formation des saveurs des cafés et leurs qualités.

Le tableau suivant représente les 5 groupes principaux d'ACG et d'autres types de polyphénols : **(Phenol Explorer INRA, 2015)**

Tableau 01 : les acides chlorogéniques et d'autre type de polyphénols

Acides chlorogéniques		D'autres polyphénols
a.caféoylquiniques	3-ACQ, 4-ACQ, 5-ACQ	Catéchol (1,2 dihydrobenzène)
a.dicaféoylquiniques	3,4-AdiCQ, 3,5-AdiCq, 4,5-AdiCQ	Pyrogallol (1, 2,3-trihydrobenzene)
a.féruoylquiniques	3-AFQ, 4-AFQ, 5-AFQ	3-méthylcatéchol
a.p-coumaroylquiniques	3-ACoQ, 4-ACoQ, 5-ACoQ	4-éthylcatéchol
a.caféylféruylquiniques		

1.3 Sous-produit de café :

Pour l'obtention du café consommable à son état final, le café traité par la voie humide ou par voie sèche pour enlever les couches périphériques du café.

La transformation du café est obtenue par l'enlèvement de la coque et la partie mucilagineuse des cerises. Le café est soumis à un dépulpage, lavage, séchage, salage, torréfaction et brassage, et au cours du processus divers sous-produits sont obtenus **(Constanty, 2015)** :

- ✓ **Le grain de café** : ou l'endosperme, Il y a généralement deux grains par fruit.
 - ✓ **La pulpe** : composée de la plus grande partie du mésocarpe interne (tissu mucilagineux), et l'exocarpe externe.
 - ✓ **Endocarpe** : ou la parche, c'est la membrane coriace qui entoure les fèves et qui est éliminée au cours du séchage.
 - ✓ **Endosperme** : c'est le nom scientifique représentant les tissus qui alimentent l'embryon pendant la phase de la germination, L'endosperme remplit le tégument à fur et à mesure de la maturation de la cerise.
 - ✓ **Exocarpe** : ou la pellicule externe, une couche monocellulaire recouverte par une substance cireuse protégeant le fruit de café.
 - ✓ **Le mésocarpe** : c'est la couche intermédiaire de tissus située entre l'épicarpe et l'endocarpe (parche) composée d'un mucilage de pectine très collant et la pulpe.
- (Codex Alimentarius, 2009)**

Ces sous-produits utilisés pour les extractions phénoliques. Après le traitement les peaux des grains présentent le taux de phénol le plus élevé (25 %), suivies par les déchets (19 %) et la coque de cerise (17 %).

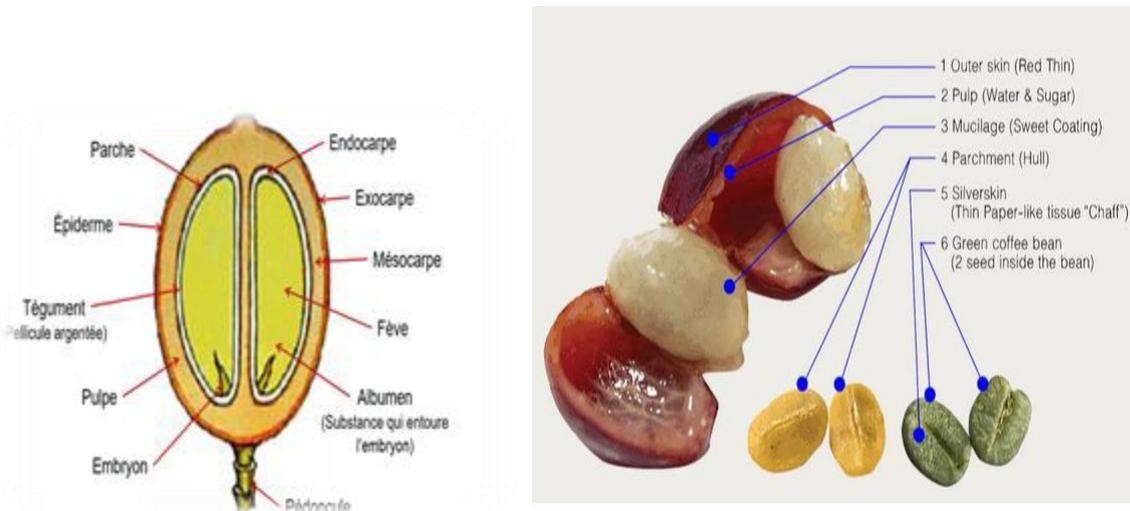


Figure 02 : Structure du café (Morey, 2018)

1.4 Définition de la parche de café :

La parche de café est appelé aussi (l'endocarpe ou parchemin de café) il s'agit une membrane coriace qui « englué » les fèves lorsqu'elles sont fraîches mais qui est éliminée au cours de séchage. **(Codex Alimentarius, 2009)**

La production d'un sac de 60 kg de grains de café génère environ 11 kg de parchemin de café. Cependant, le parchemin est l'un des sous-produits les moins étudiés. On a rarement trouvé des informations disponibles indiquent que le parchemin est riche en composés phénoliques et en fibres alimentaires (Bekalo et Reinhardt, 2010) (Mirón-Mérida, 2019).

La séparation du parchemin est différente dans le traitement par voie sèche et humide. Lors du traitement à sec, la parche est séparée des grains de café vert avec la peau et la pulpe, en une seule étape. Cependant, dans le traitement par voie humide, le parchemin est enlevé après le séchage et le décorticage, deux étapes distinctes (Beltiz et al, 2009)



Figure 03 : la parche de café (endocarpe) (Cherif, 2019)

1.5 Composition de la parche :

La parche représente 6,1 % (p/p) du fruit entier, elle est constituée de α - cellulose (40-49%), d'hémicellulose (25-32%) et de lignine (33-35%) et cendres (0.9%) elle est classée comme fibre courte. (Elba, 2017), et contient des composés bioactifs associés, tels que des polyphénols ayant de bonnes propriétés antioxydantes, qui confèrent des avantages supplémentaires pour la santé (Geremu, 2016), et des anthocyanines qui ont des applications potentielles comme colorants alimentaires naturels (Murthy, 2012)

Le tableau 2 représente les composants exploités dans composition chimique de la parche : les matières extractives, graisses, protéines, glucides et les fibres alimentaires totales.

La parche de café est riche en sucres polymérisés en structures de cellulose et d'hémicellulose.

L'hémicellulose est composée de quatre sucres, la xylose étant le plus abondant, de l'arabinose et de faibles quantités de mannose et de galactose.

Les matières extractives, ainsi que la lignine sont également une fraction présente en quantité importante.

Une faible teneur en matières grasses était présente dans la parche. Sinon, les protéines étaient présentes en plus grande quantité par rapport à ses matières (Coelho, 2018).

Tableau 02 : composition chimique de la parche de café (Coelho, 2018)

Chemical components	Composition (g/100 g dry material)
Cellulose (Glucose)	26.24 ± 0.19
Hemicellulose	18.67 ± 0.17
Arabinose	3.04 ± 0.05
Mannose	0.90 ± 0.02
Galactose	1.42 ± 0.02
Xylose	13.31 ± 0.18
Lignin	23.02 ± 0.50
Ashes	7.23 ± 0.70
Extractives	21.69 ± 0.86
Fat	0,82
Protein	6.67
Nitrogen	1.16
Carbohydrates	2.36
Total dietary fiber	75.45

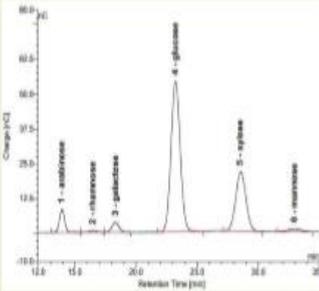


Tableau (3) représente les compositions minérales et la caféine dans la parche de café sachant que la caféine c'est le composant le plus important, ce dernier utilisé comme une source des alcaloïdes, les autres composants dont la teneur plus élevée sont le potassium et calcium et les plus faibles sont le sodium et le magnésium.

Tableau 03 : les minéraux et la caféine contenus dans la parche de café (Marcel, 2011)

Mineral	value
Calcium (% DM)	0.44 ± 0.27
Phosphorus (% DM)	0.12 ± 0.07
Potassium (% DM)	2.26 ± 1.13
Sodium (% DM)	0.02 ± 0.00
Magnesium (% DM)	0.09 ± 0.04
Zinc (mg/kg DM)	31 ± 15
Copper (mg/kg DM)	8 ± 0
Iron (mg/kg DM)	20 ± 1
Chloride (expressed in NaCl) (% DM)	0.16
Parameter	Value
Caffeine	0.90 ± 0.05

1.6 Caractéristiques et propriétés :

Le parchemin de café a été évalué comme un ingrédient caractérisé par des propriétés physico-chimiques (humidité, graisse, cendres, antioxydants et polyphénols totaux) (Elba, 2017).

Elle est considérée comme une bonne source de fibres alimentaires insolubles (FDI), principalement composées de xylènes, lignine et de cellulose.

En raison de sa structure physique, les paillettes de parchemin de café présentent :

- ✓ Une capacité élevée de rétention d'huile (3,8 mg L⁻¹)
- ✓ Gélification (8 %).
- ✓ Propriétés d'hydratation.
- ✓ Capacité de rétention d'eau (3,4 mg L⁻¹).
- ✓ D'absorption (3,0 mg L⁻¹).
- ✓ Gonflement (14 mg L⁻¹).

Sa farine et ses résidus insolubles dans l'eau ont montré des capacités plus faibles.

Les échantillons de parchemin de café présentaient des propriétés hypoglycémiques efficaces, montrant une grande capacité d'adsorption du glucose (50-200 mmol L⁻¹), et la capacité de diminuer sa diffusion (13%), et d'inhiber la α -amylase (52%) qui a conduit à une plus faible

digestibilité de l'amidon (jusqu'à 46%) et aussi des propriétés hypolipidémiques, comme l'inhibition de lipase pancréatique (43%) et liaison du cholestérol et du cholate de sodium (16,6 et 35,3 mg g⁻¹ respectivement) **(Benitez, 2019)**

1.7 Domaine d'utilisation de la parche de café :

La parche de café est l'un des déchets obtenus lors des traitements du café sec, elle est riche en matière organique et peuvent être réutilisés dans différents domaines, tel que l'énergie, la pharmacie, l'industrie alimentaire :

➤ Production de l'énergie :

La parche de café est réutilisée principalement pour la production de boulettes et de briquettes pour le processus de combustion de café, elle est utilisée comme substrat pour la production de biogaz, bioéthanol ou de biodiesel, autant que substrat pour la production de champignons, source de phénol naturel antioxydant **(Lenka, 2017)**

➤ L'alimentation et la santé :

Des études ont montrées que la parche de café utilisée comme un ingrédient fonctionnel hypocalorique prometteur pour l'enrichissement de fibres alimentaires pour réguler la glycémie et réduire la concentration des lipides sériques, aussi grâce à ces composés phénoliques et leur activité antimicrobienne et antifongique, elle est appliquée comme un additif dans les films de gamme de gallan qui est un gélifiant utilisé en ingénierie tissulaire et en médecine régénérative et administré dans les médicaments autant par ces propriétés physico-chimiques, mécaniques peut-être utilisé pour enrichir les produits de boulangerie **(Vicente, 2019)**

➤ Agriculture et agro-industriels :

La parche de café considérée comme déchets industrielles par leurs composés bioactifs, aussi comme un engrais, compost, et comme matériau de combustion **(Bekalo et Reinhardt, 2010)**. Sa teneur en éléments fertilisants : les matières organiques, potassium, magnésium, phosphore, azote minéral, permet de l'utiliser comme un complément de la fertilisation pour enrichir les sols, aussi grâce aux celluloses et l'hémicellulose qui les rendent semblable au bois, ils sont appliqués dans la fabrication des meubles. Il y a des études qui ont montrées que 10 % de la parche de café entrent dans la production de panneaux de particules, alors Ils ont

des applications biotechnologiques dans le domaine de la gestion des résidus industriels favorisent le développement durable de l'économie du pays (Murthy, 2012)

➤ **L'alimentation des animaux :**

Les déchets et sous-produits du café tels que la parche de café contiennent généralement une faible teneur en protéines brutes, et de fibres brutes et des minéraux tels que le Calcium et le Phosphore, utilisés pour l'alimentation des animaux, ils ont de bon rendement pour les ruminants, les porcs, les poissons et les poulets à des taux d'utilisation respectifs sans affecter leur physiologie et leur santé. Mais la caféine et les tanins associés aux alcaloïdes contenus dans ces aliments limitent leur ingestion en grande quantité comme affectant la santé des animaux et réduisant l'appétence des plans. Cependant, le séchage, l'ensilage, les méthodes physiques (percolation), chimiques (extraction à l'alcool) ou microbiologiques (fermentation) contribuent à diminuer les niveaux de caféine et de tanins dans ses déchets alimentaires (Marcel, 2011).

2 Les polyphénols totaux :

2.1 Généralité sur les polyphénols :

2.1.1 Définition :

Les polyphénols ou composés phénoliques sont des molécules présentes spécifiquement dans le règne végétal et qui appartiennent à leur métabolisme secondaire. Ils sont repartis dans les différentes parties de plantes, aux niveaux des racines, dans la tige, les fruits et fleurs, feuilles, sa fonction est très fondamentale pour la vie végétale et joue un rôle indispensable dans l'interaction des plantes avec son environnement, aidant à garder l'organisme dans l'écosystème.

Le phénol est l'élément structurel des polyphénols, il est composé de 6 carbones auquel est associé au moins un groupe hydroxyle OH libre ou engagé dans une autre fonction : éther, ester ou hétéroside (Achat, 2013).

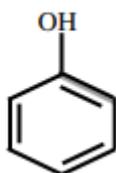


Figure 04 : structure du noyau phénol (Sarni-Manchado, 2006)

2.1.2 Biosynthèse des polyphénols :

Les composés phénoliques naturels sont synthétisés principalement par deux voies :

- ✓ La voie shikimate qui consiste à la formation des acides aromatiques (phénylalanine et tryptophane).
- ✓ La voie acétate par la condensation de molécules de l'acétyl-coenzyme A (**Achat, 2013**).

On peut avoir la formation des composés phénoliques par la combinaison de ces deux voies (**Chira, 2008**)

2.2 Classification des polyphénols :

Les composés phénoliques sont classés en deux catégories (composés phénoliques simples et complexes) selon leur structure et leur nombre de noyau aromatique et les éléments structuraux qui lient ces noyaux.

2.2.1 Polyphénols simples :

a) Les acides phénoliques :

Les acides phénoliques sont des composés polyphénoliques non flavonoïdes qui peuvent être divisés en deux classes : les acides benzoïques (C1-C6) et les dérivés de l'acide cinnamique (C3-C6)(**Tsao, 2010**).

On trouve les acides phénoliques libres dans les fruits et les légumes et dans les céréales et les graines - en particulier dans le son ou la coque ils sont souvent sous forme liée et ne peuvent être libérés ou hydrolysés que par hydrolyse acide ou alcaline, ou par des enzymes (**Kim, 2006**) (**Chandrasekara, 2010**)

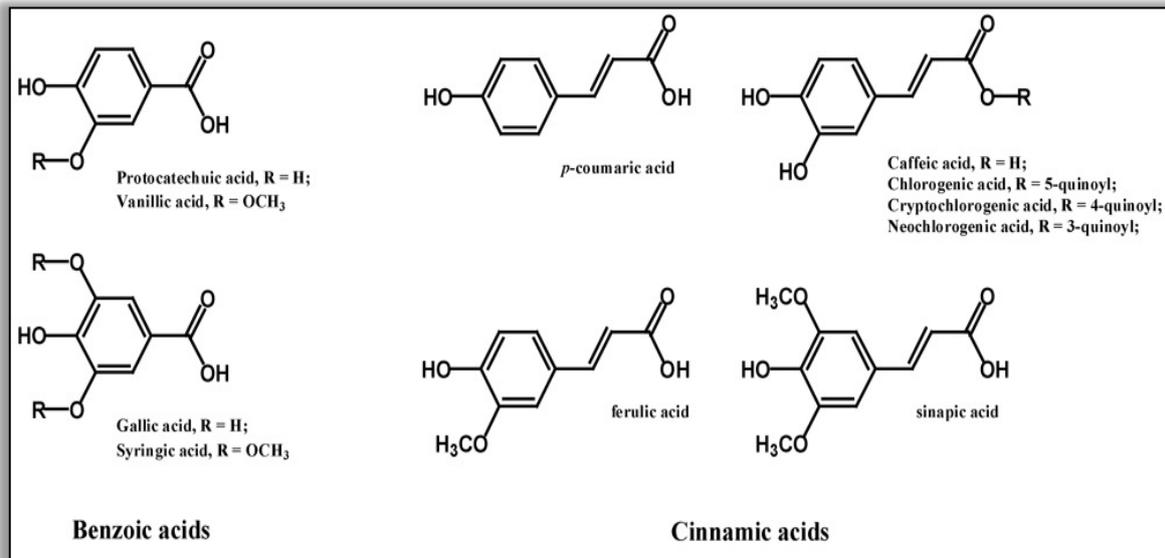


Figure 05 : Acides phénoliques typiques dans les aliments : acides benzoïques (gauche), acides cinnamiques (droite) (Chupin, 2014)

b) Flavonoïdes :

Les flavonoïdes sont les composés les plus répondus dans le groupe de phénols, ce sont des pigments universels caractérisent les végétaux et presque toujours hydrosolubles, responsables de la coloration des fleurs, des fruits et parfois des feuilles (Brunton, 2008). Ils sont constitués par 15 atomes de carbone créant une structure C₆-C₃-C₆, et former par deux noyaux aromatiques reliés par un pont de 3 carbones. Selon la structure en trouve plusieurs groupes de flavonoïdes, les plus importants sont : flavanols, flavones, flavanones, isoflavones, dihydroflavonols, isoflavanones, aurones, chalcones, tanins, anthocyane (Maugeini, 2015).

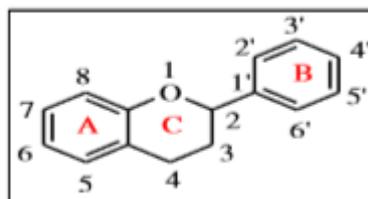


Figure 06 : structure de la flavonoïde (Crozier, 2003)

2.2.2 Polyphénols complexes :

a) Tanins :

Les tanins sont des composés phénoliques à haute poids moléculaires de nature végétale, on les trouve dans des parties de plante : feuilles, fruits, écorce, bois, et racines.

Ils sont divisés en deux groupes :

- ✓ Tanins hydrolysables : sont des esters de glucides ou d'acide phénols, ou de dérivés d'acide phénols qui donnent soit l'acide gallique, soit de l'acide ellagique.
- ✓ Tanins condensés ou catéchiques : sont des polymères formés par condensation des unités flavanes qui sont reliées par des liaisons entre les carbones C4 et C8 ou C4 et C6 (**Salem, 2018**)

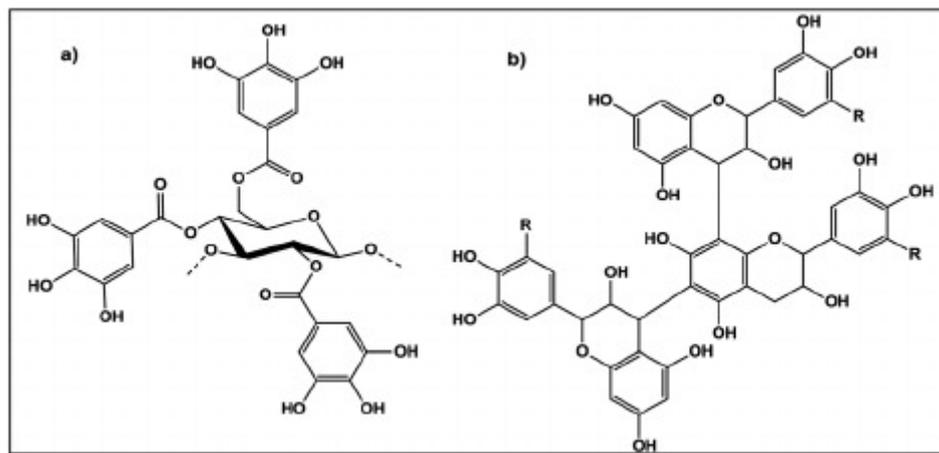


Figure 07 : structure chimique d'un deux types de tanin (a) tanin hydrolysable et (b) tanin condensé (**Bimlesh, 2014**)

b) Lignanes :

Les lignanes sont des composés bioactifs, non nutritifs et non caloriques, les composés phénoliques végétaux qui se trouvent dans les graines de lin et de sésame et dans des concentrations plus faibles dans les fruits, les autres graines, les céréales et les légumes (**Peterson, 2010**). Les lignanes sont traditionnellement définis comme une classe de métabolites secondaires qui sont dérivés de la dimérisation oxydative de deux ou plusieurs unités phénylpropanoïdes (**Barker, 2019**).

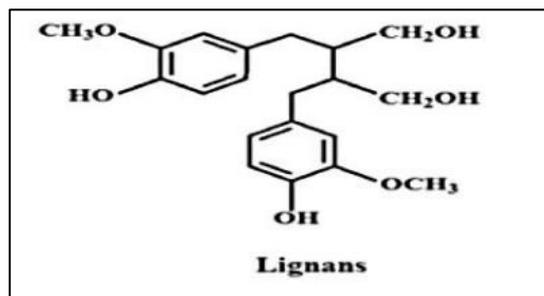


Figure 08 : les lignanes (Casarine, 2014)

c) Stilbènes :

Ils font partis de la classe des polyphénols végétaux et ont été prouvés qu'elle a de vastes activités biologiques ils sont largement présents dans la nature, ont fait l'objet d'une grande attention pour leurs diverses fonctions sur la santé dans l'alimentation humaine et les traitements médicaux, tels que les activités antioxydantes et anticancéreuses.

Ils représentent une classe de composés ayant un squelette commun de 1,2-diphényléthylène (Zhou, 2020).

Les principales composantes du Stilbènes naturel sont le ptérostilbène, resvératrol, piceatannol et oxyresvératrol.

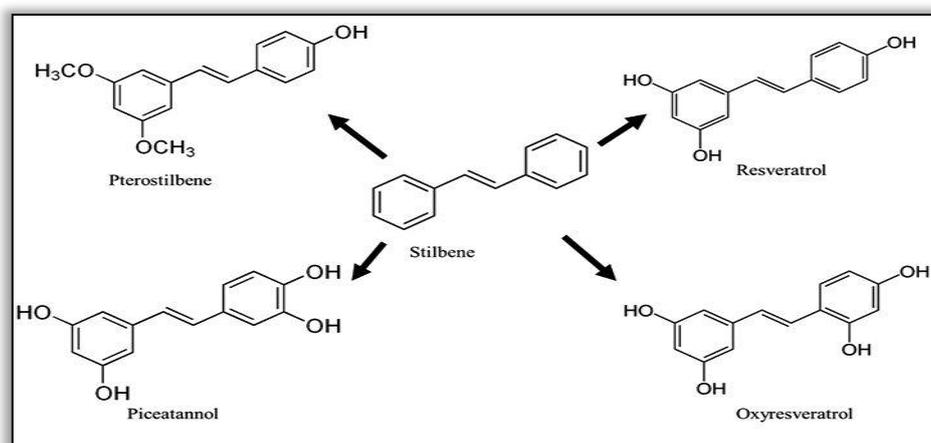


Figure 09 : Structure chimique du Stilbènes et de ses dérivés (Tava, 2018)

2.3 Les Propriétés et les effets bénéfiques des polyphénols :

- Les polyphénols sont naturellement des composés végétaux pour se protéger des ultraviolets.
- Les polyphénols présents sous forme d'esters par exemple (les acides phénoliques) et existent rarement sous une forme libre (aglycone) dans les aliments **(Morand, 2012)**.
- Antioxydants naturels, capable de lutter contre les radicaux libre **(Morand C, 2014)**.
- Les propriétés antioxydantes et anti-inflammatoires des polyphénols peuvent potentiellement empêcher ou servir de traitement contre de nombreux maladies non transmissibles **(Singh, 2011)**.
- Les polyphénols protègent contre le stress oxydatif par la production de peroxyde d'hydrogène (H₂O₂), qui peut ensuite aider à réguler les actions de la réponse immunitaire, comme la croissance cellulaire **(Sroka, 2003) (Saeidnia, 2013)**.

Tableau 04 : Les propriétés biologiques des polyphénols **(Iamarene, 2016)**

Composés phénoliques :	Quelques propriétés biologiques :
Flavonoïdes	<ul style="list-style-type: none"> -Antioxydants -Antibactériens -Antivira les -Anti-inflammatoires -Antitumorales -Anticancérigènes -Anti-allergiques -Hypertenseurs et diurétiques -Antidiabétiques

Acides phénoliques	<ul style="list-style-type: none">-Antioxydants-Antibactériens-Antifongiques
Tanins	<ul style="list-style-type: none">-Antioxydants-Antiparasitaires et Antibactériens-Antidiarrhéiques-Protecteurs et asséchants cutanés
Proanthocyanides	<ul style="list-style-type: none">-Antifongiques et antibactériens-Antitumorales-Effets stabilisants sur le collagène-Antidiarrhéiques-Vasoconstricteurs

3 La cytotoxicité :

3.1 Définition de cytotoxicité :

La cytotoxicité se rapporte à la qualité toxique d'une substance sur les cellules provoquant des altérations cellulaires jusqu'à les détruire.

Le mécanisme d'action de cytotoxicité consiste sur la perturbation de la membrane cellulaire entraînant une lésion cellulaire ou bien l'inhibition des fonctions vitales comme la transduction du signal et avec des inhibiteurs de transporteurs spécifiques ou le transport des ions (Xu, 2004).

La cytotoxicité repose sur plusieurs études quantitatives ou qualitatives, qui s'adresse aux modèles cellulaires à savoir les cellules de reproduction et les cellules épithéliales ainsi que les globules rouges qui sont considérés comme un bon modèle d'étude en biologie cellulaire et moléculaire, en raison de sa facilité d'isolement et sa relative simplicité, qui consiste à évaluer l'effet cytotoxique en mesurant la fuite d'hémoglobine dans le milieu à 540 nm (Viala, 2007)

3.2 La toxicité des plantes :

Une plante dite toxique lorsqu'elle contient une ou plusieurs substances néfastes pour l'homme, aussi pour les animaux provoque des troubles variés plus ou moins graves et peut être mortels (Fournier, 2001).

Les plantes médicinales contiennent diverses molécules pourvues d'une activité biologique notoire comme les alcaloïdes, les hétérosides, les tanins, les anthocyanes et les stéroïdes, réparties dans tous les organes de la plante et surtout les graines et les racines et grâce à son activité bioactive, ces constituants peuvent présenter une toxicité intrinsèque à un certain degré de concentration.

Ces composés chimiques peuvent donner à la plante des propriétés toxiques à fortes doses ou par voie générale (Ouedraogo, 2001).

La toxicité est déterminée par plusieurs méthodes analytiques comme la chromatographie en phase gazeuse (CPG), la colorimétrie, la chromatographie sur couche mince (CCM), la spectrométrie de masse ou encore les ultraviolets ou la chromatographie liquide haute performance (CLHP).

3.3 Effet toxique de caféine :

On trouve dans la composition des grains de café vert plusieurs alcaloïdes principalement la caféine mais également l'acide nicotinique, la trigonelline, la théobromine et la théophylline.

La caféine est une molécule soluble dans l'eau et peut varier au cours de la torréfaction. Cette molécule est une base purique appartenant à la famille des méthylxanthines, avec une masse moléculaire de 194,19 g/mol, elle a des propriétés importantes dans le domaine médical grâce à son effet stimulant et psychostimulant, elle provoque une bronchodilatation, une augmentation de la lipolyse aussi que l'augmentation du rythme cardiaque (**Chu, 2012**) (**Brach, 2012**).

Des études montrent que l'augmentation de la caféine augmente le taux de toxicité et induit l'inhibition complète de la synthèse de l'ADN cellulaire humaine. Chez le rat, la caféine s'accumule au niveau de noyaux des cellules hépatiques (**Mortada, 2005**).

Matériels et Méthodes

Matériels et Méthodes

I. Préparation des extraits de la parche de café :

Notre travail a été réalisé au sein du laboratoire de recherche au niveau de l'université ABOUBEKR Belkaid –Tlemcen pour faire les différentes méthodes d'extraction du parche de café. La parche de café a été récupérée à partir de l'unité de production de café « Africafé » qui se situe à la zone industrielle Chetouane, Tlemcen. Elle a été séchée à l'ombre et à température ambiante. Une fois totalement sèche, la parche est moulue en poudre fine.



Figure 10 : mélange de la parche de café

1.1 Extraction solide-liquide :

L'extraction solide-liquide est une technique permet l'extraction d'une ou plusieurs substances présente dans un solide pour faire passer dans un solvant liquide. Par l'utilisation des liquides dont le pouvoir solvant vis-à-vis des constituants de la phase solide est différent (dissolution fractionnée). La macération, l'infusion et décoction sont des méthodes d'extraction solide-liquide (Benabdellah, 2015)

1.2 Types d'extraction :

Au cours de notre étude, nous avons préparé différents types d'extraits à partir de la parche de café, on utilise quatre méthodes d'extraction :

Matériels et Méthodes

a) Macération :

❖ Principe :

C'est une méthode conventionnelle qui consiste à mettre la matière végétale dans l'eau froide (macération aqueuse) ou l'huile végétale (macération huileuse), à température ambiante ou élevée pendant plusieurs heures, ou bien plusieurs jours, pour permettre aux constituants actifs de bien diffuser. Elle est utilisée pour l'extraction de plantes contenant du mucilage, comme les graines de lin, car leur forte concentration en amidon ou pectine peut causer une gélatinisation dans l'eau bouillante. Egalement préférable pour empêcher l'extraction de constituants indésirables qui se dissolvent dans l'eau chaude. Elle concerne les plantes dont les substances actives risquent de disparaître ou de se dégrader sous l'effet de la chaleur par ébullition.

❖ Mode opératoire :

- Versez 100 ml du mélange eau/méthanol (30/70 : v/v) sur 5g de parche de café dans un bécher recouvert de papier d'aluminium à une température ambiante pendant 48h.
- Filtrez et récupérez le filtrat.

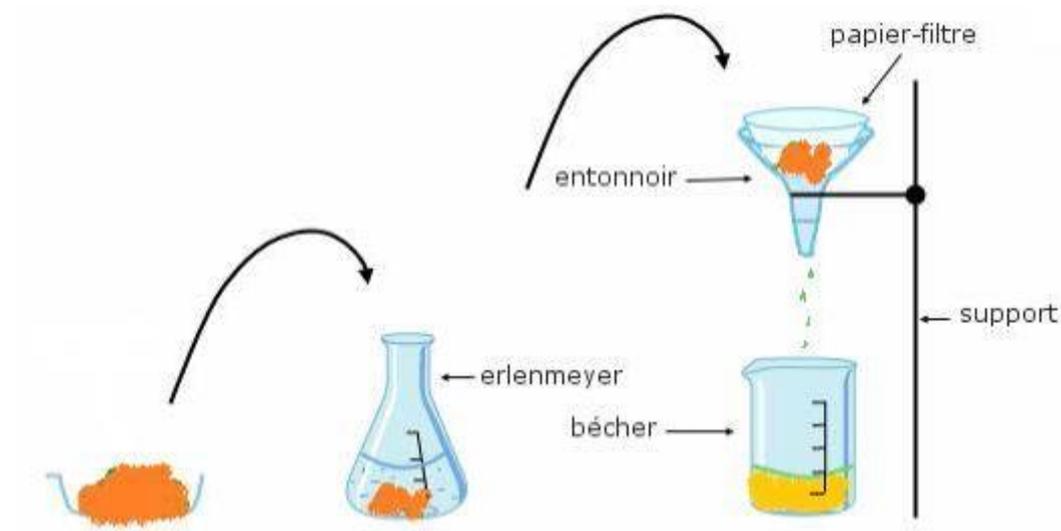


Figure 11 : Représentation schématique d'une méthode de macération (**maxicours**)

b) Infusion :

❖ Principe :

C'est la forme de préparation la plus simple, elle se prépare en versant de l'eau bouillante sur les parties de plantes fraîches ou séchées et les bien tremper afin d'extraire leurs principes

Matériels et Méthodes

médicinales. Elle convient pour l'extraction de parties délicates ou finement hachées des plantes : feuilles, fleurs, graines, écorces et racines, ayant des constituants volatiles ou thermolabiles comme les huiles essentielles (**Kraft, 2004**)

❖ **Mode opératoire :**

➤ Versez 100 ml de l'eau/méthanol (30/70 : v/v) bouillante sur 5g de parche de café, agitez le mélange jusqu'à refroidissement et filtrez ce mélange sur du papier filtre.



Figure 12 : Méthode de l'infusion

c) **Décoction :**

❖ **Principe :**

Elle consiste à faire bouillir les plantes fraîches ou séchées dans de l'eau pendant 10 à 30 min, pour bien extraire ces principes médicinaux. Cette technique est essentiellement utilisée pour l'extraction de matière végétale dure : les racines, bois, écorces ou des plantes avec des constituants peu solubles.



Figure 13 : L'appareil de décoction

❖ **Mode opératoire :**

Dans un ballon surmonté d'un réfrigérant, placé sur une plaque chauffante agitatrice mélangez 5g de parche de café sèche avec 70ml de méthanol et 30ml de l'eau distillée, agitez et chauffez jusqu'à ébullition pendant 1 heure.

Laissez le mélange quelques minutes jusqu'à refroidissement et filtrez sur du papier filtre.

d) **Ultrasons :**

❖ **Principe :**

L'extraction des composés bioactifs par ultrasons (20-100 kHz) est une technique émergente qui offre beaucoup de reproductibilité en peu de temps, elle est facile à mettre en œuvre et peu consommatrice de solvant et d'énergie, du fait que cette technologie permet son développement dans des conditions de pression atmosphérique et à température ambiante. Elle est réalisée grâce à un appareil appelé soit sonicateur ou dans un bain à ultrasons qui permet de transformer l'énergie électrique en vibrations mécaniques longitudinales le long d'un bac, ces dernières permettent de détruire les cellules biologiques en suspension (Soria, 2010) (Vieira, 2013) (Prommajak, 2014).



Figure 14 :l'appareil d'ultrasons (sonicateur)

❖ **Mode opératoire :**

- Mélangez 5g de parche de café (endocarpe, coque) avec 100 ml de l'eau/méthanol (30/70 : v/v)
- Mettre le mélange dans un sonicateur pendant 15min puis dans la centrifugeuse 30 tours à 10min.
- Refaire la même étape mais centrifugez pendant 5 min.

1.3 Calcule du rendement d'extraction :

Le rendement de l'extraction est exprimé en pourcentage, et correspond au rendement moyen spécifique d'une substance est calculé par la formule suivante : (Falleh, 2008)

$$R (\%) = (M1 / M0) * 100$$

M0 : Masse en gramme du résidu sec obtenu après évaporation du solvant d'extraction.

M1 : Masse en gramme de la matière végétale sèche initiale.

Matériels et Méthodes

II. Dosage des polyphénols totaux (Pt) :

❖ Principe :

Le principe de dosage des polyphénols totaux repose sur les capacités réductrices des complexes ioniques polymériques formés à partir des acides phosphomolybdiques et phosphotungstique (réactif de Folin-Ciocalteu) par les composés phénoliques. Il en résulte la formation d'un complexe bleu qui accompagne l'oxydation des composés phénoliques et qui est stabilisé par l'addition de carbonate de sodium (NaCO_3). Le dosage des phénols totaux est effectué par la comparaison de l'absorbance observée à celle obtenue par un étalon d'acide gallique de concentration connue. (Dif, 2015)

❖ Mode opératoire :

Les polyphénols sont dosés par colorimétrie comme suit :

Le protocole utilisé est basé sur celui décrit par (Singleton, 1965) en y apportant quelques modifications. Brièvement, dans des tubes à hémolyse en verre, un volume de 500 μl de chaque extrait a été ajouté, avec un mélange de 1 ml de réactif Folin-Ciocalteu dilué 10 fois, et 2500 μl d'une solution de carbonate de sodium à 7,5 %. Les tubes ont été bien agités et incubés à l'obscurité pendant 1h à 20°C. L'absorbance est lue à **765 nm**.

Une courbe d'étalonnage a été réalisée en parallèle dans les mêmes conditions opératoires en utilisant l'acide gallique à différentes concentrations.

III. Teste cytotoxicité :

Pour les tests de cytotoxicité, nous avons utilisé un modèle universel de cellules animales, le globule rouge humain provenant d'un donneur unique sain.

❖ Principe :

C'est de mettre en contact des globules rouges avec les extraits méthanoliques de la parche de café dans le but d'évaluer la cytotoxicité de ces extraits, vis-à-vis, des GRh.

❖ Mode opératoire :

Le protocole suivi est celui de (Bulmus, 2003) où une masse 0.1g de l'extrait méthanoliques de la parche et l'acide gallique, molécule de référence de composés phénoliques, est mélangée avec un volume de 0,4 ml de la suspension de GRh (10%).

Matériels et Méthodes

Le mélange réactionnel est incubé à 37°C, pendant 30 min, ensuite centrifugé à 3000 rpm pendant 10 min et l'absorbance de l'hémoglobine libérée est mesurée à 560 nm. En parallèle, deux contrôles sont réalisés dans les mêmes conditions, en remplaçant l'extrait avec de l'eau physiologique (contrôle négatif) ou avec de l'eau distillée (contrôle positif correspondant à 100 % d'hémolyse).

Expression des résultats : Le pourcentage d'hémolyse est calculé à partir de la formule suivante :

$$\% \text{ d'hémolyse} = (A_t/A_c) * 100$$

Où : A_c = Absorbance du contrôle positif ; A_t = Absorbance du test.

Résultats et interprétations

Résultats et interprétation

1. Le rendement des extraits :

Le rendement de la parche est réalisé par quatre méthodes d'extractions et calculé (par la formule de (Falleh H et al (2008)), les résultats ont été représentés en pourcentage (%).

Le tableau suivant démontre les différents pourcentages :



Méthodes

Macération

Infusion

Décoction

Ultrasons

Rendement

12 %

8%

10%

10%

D'après le tableau suivant ; on observe que l'extraction de la parche sèche par méthode de macération donne un pourcentage de 12% par rapport à la décoction et l'ultrason dont les deux donnent (10%) de rendement et l'infusion qui est de 8%.

2. Teneurs en polyphénols totaux :

Les résultats obtenus pour le dosage des polyphénols sont exprimés en μg équivalent d'acide gallique par mg de matière sèche de l'extrait obtenu (μg EAG/mg MS) en utilisant l'équation de la régression linéaire, la courbe d'étalonnage tracée pour l'acide gallique (figure 15).

Résultats et interprétation

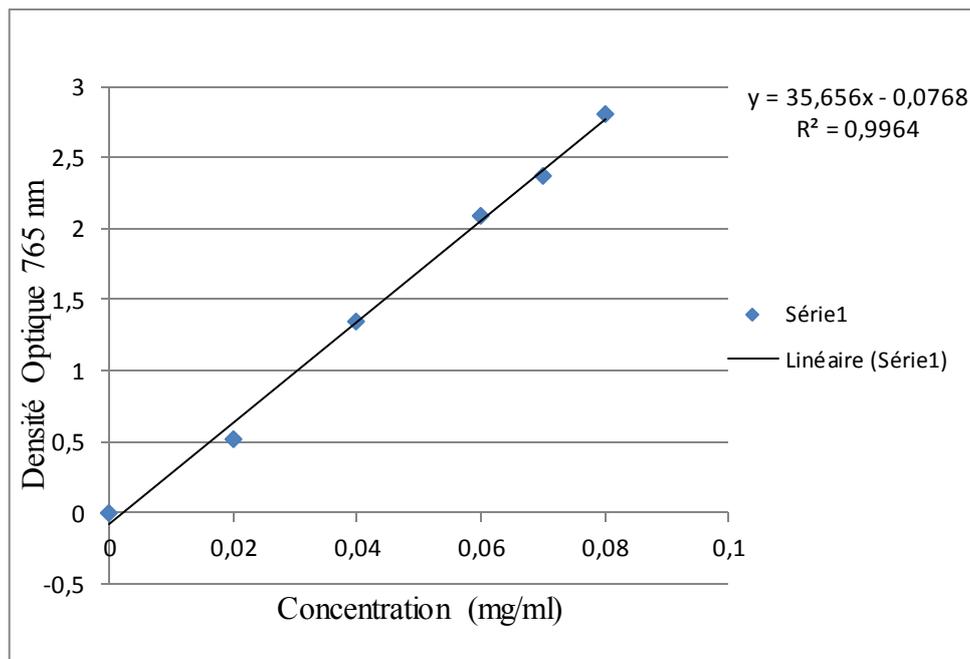


Figure 15 : Courbe étalon de l'acide gallique

Nos résultats montrent un taux en polyphénols de 18.032 μg d'équivalent d'acide gallique/mg MS par macération à froid et 16.13 μg EAG/mg MS par ultrason, 21.23 μg EAG/mg MS par décoction et 22 μg EAG/mg MS par infusion à chaud.

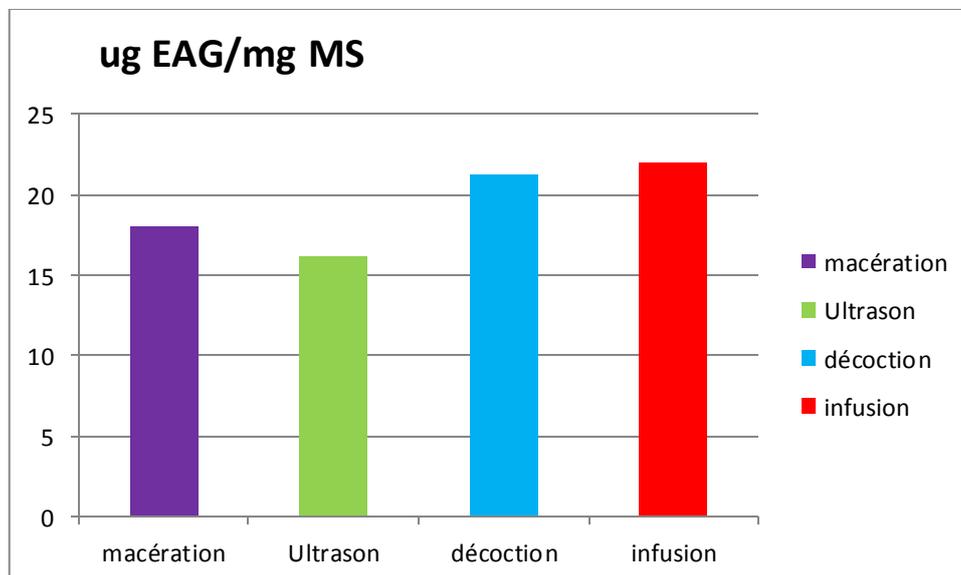


Figure 16 : Teneur en polyphénols des extraits de la parche dans les quatre méthodes

3. Le test de cytotoxicité des extraits de la parche de café :

Le test de cytotoxicité in vitro représenté par le pourcentage d'hémolyse des globules rouges est effectué en utilisant des globules rouges d'un donneur sain en bonne santé (GR).

Résultats et interprétation

Différentes concentrations de l'acide gallique (polyphénol de référence) et des extraits méthanoliques de la parche de café sèche à partir des quatre méthodes ont été testés. Le pourcentage de l'hémolyse est évalué pour chaque extrait, en mesurant l'absorbance de l'hémoglobine libérée des globules rouges par hémolyse, en comparaison au contrôle négatif (C-, solution de GR dans de l'eau physiologique, ayant un taux d'hémolyse très faible, 5%) et au contrôle positif (C+, solution de GR dans de l'eau distillée afin de provoquer une hémolyse presque totale, 100% d'hémolyse).

Les résultats obtenus sont représentés dans les figures 17, 18, 19.

Nos résultats montrent que l'acide gallique représente un effet hémolytique faible 33.80% à la concentration de 500 µg /ml par rapport aux autres concentrations en comparaison avec le contrôle négatif (c-, 5%). Cet effet hémolytique augmente à un taux 80% à la concentration 1000 µg /ml et atteint un maximum de 86 % à la concentration de 4000 µg/ml (figure 17).

Les extraits méthanoliques des quatre méthodes montrent un taux d'hémolyse des globules rouges plus important allant de 10.56% à 13.4% pour chacune des quatre méthodes à la concentration de 500 µg /ml. Ce taux augmente avec la méthode de décoction 48.65% à concentration de 4000µg/ml et aussi avec la méthode de l'infusion dans les mêmes concentrations 44.16% et ce taux plus faible avec la méthode de macération de 10.56% à 35,4% à l'ordre des concentrations de 500, 1000, 2000, 4000 µg /ml en comparaison à d'autres méthodes. Les extraits méthanoliques de la parche de café sèche sont cytotoxiques et montrent 100% d'hémolyse (figure 18).

On remarque que quel que soit la concentration utilisée, l'acide gallique provoque un taux d'hémolyse plus important que celui provoqué par les extraits méthanoliques de la parche de café (figure19).

Résultats et interprétation

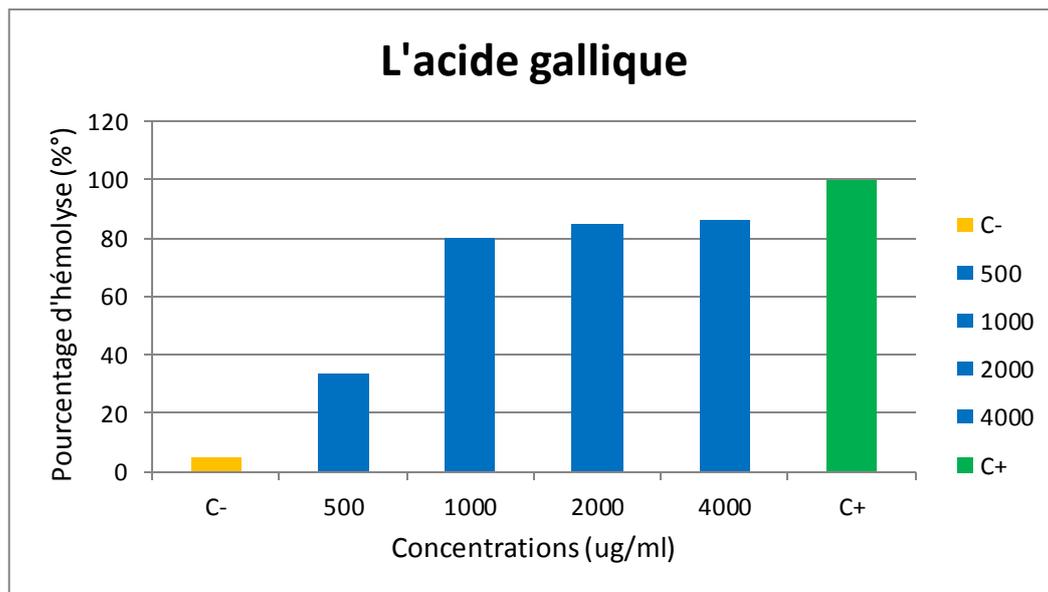


Figure 17 : Pourcentage d'hémolyse des globules rouges par l'acide gallique

C- :5%, C+ :100%

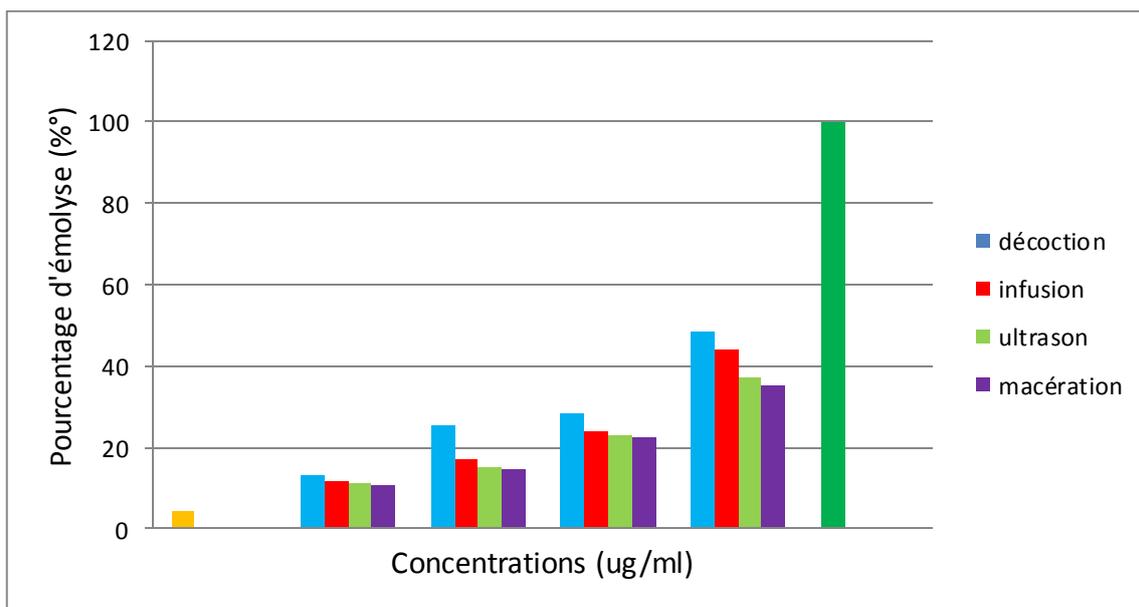


Figure 18 : Pourcentage d'hémolyse des globules rouges par les extraits méthanolique de la parche de café. (C- :5%, C+ :100%)

Résultats et interprétation

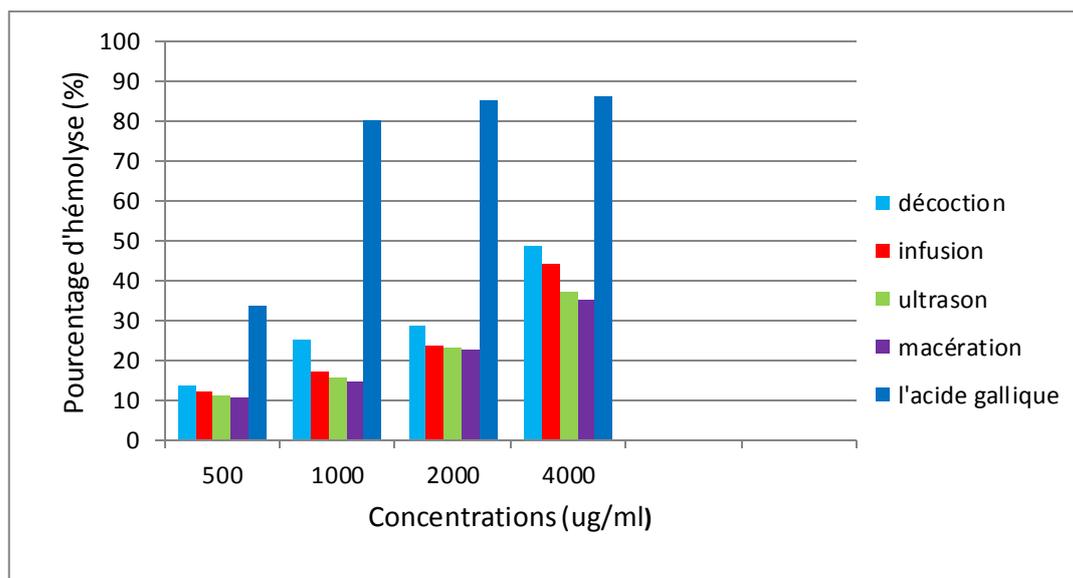


Figure 19 : Comparaison des pourcentages d'hémolyse des globules rouges entre l'acide gallique et les extraits méthanoliques de la parche de café sèche.

Discussion

Discussion

Notre étude entre dans le cadre de la recherche de composés naturels à activité biologique.

Nous nous sommes intéressées à la parche de café dans le but de connaître la meilleure méthode d'extraction de polyphénols. Nos résultats montrent que la parche de café est riche en molécules bioactives. Il apparaît clairement que ce produit ne peut pas être considéré comme un déchet mais plutôt comme un produit utile grâce à sa composition bénéfique dans différents domaines.

Nous avons dans un premier temps préparé quatre méthodes d'extractions, méthode à froid qui est la macération et trois autres méthodes par extraction à chaud dans le méthanol. Nous avons réalisé ensuite un test de cytotoxicité des quatre extraits.

Nos résultats montrent que le rendement le plus élevé est obtenu par extraction par macération à 12 %. Nous pouvons dire que cette méthode est la meilleure par rapport aux autres extraits à chaud.

(Melliani, 2018)(Cherif, 2019) Ont travaillé sur la parche en utilisant deux solvants éthanol et méthanol. Ces étudiantes sont trouvées que l'utilisation du solvant Méthanol permet une meilleure extraction des polyphénols que l'éthanol (13,6% contre 8,8% pour la parche fraîche). Ces résultats sont en accord avec d'autres études précédentes **(Mussatto et al, 2011)**. D'autres auteurs, comme **(Gonçalves al, 2012)** indiquent que les meilleurs rendements ont été obtenus par l'extraction de soxhlet en utilisant de l'éthanol comme solvant.

La macération et le soxhlet sont des méthodes conventionnelles qui sont efficaces pour extraire les composants bioactives **(Liu, 2013)**

D'autre part, des auteurs comme **(Mahmoudi, 2013)** ont utilisé deux méthodes d'extraction et ont remarqué que le meilleur résultat a été enregistré par décoction, avec une moyenne de 17,34% contre 15,64% à la macération.

La méthode de décoction a été comparée à une nouvelle technologie utilisant des ultrasons et des micro-ondes **(Nshimiyimana, 2010)**. Cette étude a montré que l'ultrason est plus efficace que la décoction.

Nous avons effectué un dosage des polyphénols sur les quatre extractions. D'après les résultats, on peut constater qu'ils sont plus ou moins riches en polyphénols, ils sont de l'ordre de 16.13 à 22 µg EAG/mg MS.

Discussion

Des études récentes (**Cherif, 2019**) ont montré que la teneur en polyphénols est importante (124.19 mg EAG/g) en utilisant l'éthanol comme solvant donc le contenu phénolique des extraits dépend de la polarité de solvant utilisé (**Ghedadba, 2015**). Par rapport à ces résultats antérieurs, le méthanol semble être moins efficace dans l'extraction des polyphénols de la parche de café.

L'étude de la cytotoxicité des extraits, *in vitro*, en utilisant les globules rouges comme modèle a été largement utilisée (**Novaes et al, 2007**). C'est pour cela que les cellules sanguines sont les plus utilisées pour l'évaluation de degré de cytotoxicité grâce à la facilité de l'isolement du sang.

Selon les résultats obtenus avec les extraits de la parche de café, nous remarquons que l'effet de cytotoxicité dépend de la concentration du matériel végétal, de la méthode utilisée pour l'extraction et de la durée d'exposition de ce dernier dans le solvant.

Dans la méthode de décoction, nous remarquons que le pourcentage de cytotoxicité est de 13% à faible concentration de 500µg /ml et il augmente avec des concentrations élevées 4000 µg /ml. De plus, la concentration de 4000 µg /ml semble être fortement toxique puis qu'elle induit une hémolyse forte. Par contre la concentration 500µg /ml est une concentration faiblement toxique avec un faible taux d'hémolyse.

Dans la macération, les pourcentages de cytotoxicité sont très faibles par rapport aux autres méthodes d'extraction. Donc, nous concluons que la concentration et les méthodes d'extraction sont complémentaires pour la détermination de la toxicité comme déjà signalé par d'autres auteurs (**Capolagh, 2000**)(**Costa-Lotufo et al, 2005**).

Ces résultats nous ramènent à dire que la consommation des graines vertes de café doit être prudente et ne doit pas dépasser une concentration de 500 µg / ml.

Conclusion

Conclusion

Le café est une plante formée de diverses parties anatomiques. Son traitement et sa récolte génèrent des grandes quantités de déchets qui sont généralement rejetées dans l'environnement causant des problèmes écologiques aux pays producteurs de café. Parmi les résidus résultants, nous sommes intéressés à la parche de café.

La parche de café est un sous-produit utilisé actuellement dans le monde entier, entant que nouveau produit à haute valeur ajoutée qui peut être utilisé pour sa teneur en polyphénols, sa richesse en fibres alimentaires et ses propriétés bénéfiques pour la santé.

L'objectif de notre étude est de connaître la meilleure méthode traditionnelle pour l'extraction efficace des composés phénoliques contenus dans la parche de café.

Nos résultats montrent que parmi les méthodes d'extraction utilisées (macération, infusion, décoction et ultrasons), la meilleure méthode est la macération qui donne un bon rendement de 12% suivi par la décoction et l'ultrason 10% puis l'infusion 8%.

Le dosage des polyphénols totaux effectués sur les extraits de la parche démontre que le taux le plus élevé des polyphénols est obtenu par la méthode de l'infusion.

Les résultats obtenus démontrent aussi que les extraits réalisés par les quatre méthodes sont toxiques mais avec des degrés différents dont la décoction donne la valeur la plus élevée de cytotoxicité 48.65% à une concentration de 4 mg/ml par contre la plus faible cytotoxicité est réalisée par la méthode de macération 10.56% à faible concentration de 500µg/ml.

D'après nos résultats, les constituants phytochimiques dont les polyphénols contenus dans la parche de café sont influencés par la méthode d'extraction. De plus, les méthodes les plus efficaces dans ce genre d'extraction sont les méthodes à froid.

Ça sera judicieux que notre résultat ouvre de large perspective pour d'autres études afin de :

- Déterminer les autres composants toxiques constitués dans la parche de café
- Evaluer l'effet toxique et l'activité anti-inflammatoire in vivo de ces composants.
- Faire leur extraction par d'autres méthodes plus développées.

Références Bibliographiques

Références Bibliographique

Achat, S. (2013). polyphénols de l'alimentation: extraction, pouvoir antioxydant et interaction avec des ions métalliques. thèse de doctorat, Université A. Mira Bejaia: HAL Id: tel-00978529.

Alves, R. C. (2017). Oliveira, State of the art in coffee processing by-products, in Handbook of Coffee Processing By-Products. ch. 1, pp. 1–26.

Barker, D. (2019). Lignans. *Molecules* , 24(7), 1424.

Bekalo SA, Reinhardt HW (2010). Fibers of coffee husk and hulls for the production of particleboard. *Mater.Struct.* , 43, 1049–1060.

Belitz HD, Grosch W, Schieberle P (2009). Food Chemistry 4th revised and extended edition. Ger Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 53: 377-385.

Benabdellah, H. (2015).*Polycopié du Cours: Techniques d'extraction, de purification et de conservation.* Mémoire de master, Université Ferhat Abbas de Sétif, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie.

Benitez, V. R.-H.-C. (2019). Coffee parchment as a new dietary fiber ingredient: Functional and. *Food Research International.* doi:10.1016/j.foodres.2019.04.002 .

Bessada, S. M. (2018). coffee silverskin: A review on potential cosmetic applications. *Cosmetics* , 5, 5.

Bimlesh, L. S. (2014). Naturally occurring phenolic sources: monomers and polymers. *RSC Advances* , 21712–21752 | 21725.

Brach, S. P. (2012). *Kaffee die Chemie des alltäglichen Getränkes.*

Bruneton, J. (2009). Pharmacognosie - Phytochimie, plantes médicinales, 4e éd, revue et augmentée. Paris: Tec & Doc - Éditions médicales internationales.

Brunton, J. (2008). Pharmacognosie - Phytochimie, plantes médicinales, 3e éd, revue et augmentée. . Paris: Tec & Doc - Éditions médicales internationales.

Références Bibliographique

Bulmus, V. M. (2003). A new pH-responsive and glutathione-reactive, endosomal Membrane-Disruptive Polymeric Carrier for Intracellular Delivery of Biomolecular Drugs. *Journal of Controlled Release* , 93(2), 105–120.

Casarine, E. D. (2014, Aug 07). Molecular mechanisms of antiproliferative effects induced by Schisandra-derived dibenzocyclooctadiene lignans (+)-deoxyschisandrin and (-)-gomisin N in human tumour cell lines. *Fitoterapia* , pp. 98:241-247.

Codex Alimentarius. (2009). Récupéré sur Code d'usages pour la prévention et la réduction de la contamination par l'ochratoxine a du café: <http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/codex-texts/codes-of-practice/en/>

Chandrasekara, A. S. (2010). Content of insoluble bound phenolics in millets and their contribution to antioxidant capacity. *J Agric Food Chem* 58 , 6706-6714.

Cherif, F. R. (2019). *Screening phytochimique et valorisation de l'activité antioxydante de l'extrait éthanolique de la parche de café.* Mémoire de Master, Université Abu bakre Balkaid-Tlemcen.

Chevallier, A. (2017). Larousse des plantes médicinales: Identification, préparation, soins - 500 plantes décrites - 1000 photographies. 21 Rue du Montparnasse, 75283 Paris: LAROUSSE.

Chira, K. S.-H.-L. (2008). Les polyphénols du raisin. *Phytonutrition fondamentale* , 75–82.

Chu, Y. F. (2012). Coffee: emerging health effects and disease prevention. John Wiley & Sons.

Chupin, L. (2014). *Etude de l'extraction de tanins d'écorce de pin maritime pour l'élaboration de colles tanin-lignosulfonate.* These de doctorat de l'université de pau et des Pays de l'Adour avec le Label Doctorat Européen. .

Coelho, C. C. (2018). A study on the composition and antioxidant potential from coffee. *embrapa agroindústria de alimentos* .

Constanty, M. (2015). *Stratégie des acteurs dans la gestion des déchets de l'usinage du café au Costa Rica Un exemple d'intégration de contraintes environnementales par les acteurs d'une filière agricole.* Mémoire de master, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE).

Références Bibliographique

- Cory, H. P. (2018).** The Role of Polyphenols in Human Health and Food Systems: A Mini-Review. *Frontiers in Nutrition* , 5.
- Crozier, A. (2003).** Classification and biosynthesis of secondary plant products: an overview. In *Plants' Diet and Health*". Ed. Goldberg.
- Dif, M. M.-T. (2015).** Étude quantitative des polyphénols dans les différents organes de l'espèce *Papaver rhoeas* L. *Phytothérapie* , 13(5), 314–319.
- Elba, C. A. (2017).** Coffee Berry Processing By-Product Valorization: Coffee Parchment as a Potential Fiber Source to Enrich Bakery Goods. *J Food Nutr Popul Health* , Vol.1 No.2:12.
- Elis de Ramos, P. L. (2011).** Characterization of residues from plant biomass for use in energy generation, *Cerne* . 17, 237–246.
- Esquivel, P. J. (2012).** Functional properties of coffee and coffee by-products. *Food Research International* , 46, pp. 488-495.
- Falleh, H. K.-B. (2008).** Phenolic composition of *Cynara cardunculus* L. organs, and their biological activities Étude des composés phénoliques des différents organes de *Cynara cardunculus* L. et de leurs activités biologiques. *C. R. Biologies* , 331(5), 372–379.
- Fournier, P. (2001).** Les quatre fleurs de France . Paris: Lachevalier.
- Geremu, M. B. (2016).** Extraction and determination of total polyphenols and antioxidant capacity of red coffee (*Coffea Arabica* L.) pulp of wet processing plants. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture* , 3:25-30.
- Ghedadba, N. H.-M. (2015).** Polyphénols totaux, activités antioxydante et antimicrobienne des extraits des feuilles de *Marrubium deserti* de Noé. *Phytothérapie* .
- Iamarene, B. M. (2016).** *Etude des conditions d'extraction des polyphénols d'Erica multiflora*

Références Bibliographique

par un plan d'expérience. Mémoire de master, Université A.MIRA-Bejaia.

Janissen, B. H. (2018). Chemical composition and value-adding applications of coffee industry by-products: A review. *Resources, Conservation and Recycling* , 128, pp. 110-117.

John, L. (2016). coffee production, consumption and health benefits. new york: nva publishers.

Kim, K. T. (2006). Phenolic Acid Profiles and Antioxidant Activities of Wheat Bran Extracts and the Effect of Hydrolysis Conditions. *Food Chemistry*, 95 , 466-473.

Kraft, K. H. (2004). Pocket Guide to Herbal Medicine. Thieme, Stuttgart, New York,: p16.

Laurichesse, S. &. (2014). Chemical modification of lignins: Towards biobased polymers, 39(7) . *Progress in Polymer Science* , 1266–1290.

Lenka, B. M. (2017). Review: utilization of waste from coffee production. *Research papers* , Volume 25, Number 40.

Liu, J. C. (2013). Magnetic signature of environmental change reflected by lacustrine sediments from the Ningwu Gonghai Lake. Shanxi. China: a record of Humid Medieval Warm Period. *Chinese Sci Bull* , 49:447–464.

Mahmoudi S., K. M. (2013). Etude de l'extraction des composés phénoliques de différentes parties de la fleur d'artichaut (*cynarascolymus* L). *Nature & technologie. b- sciences agronomiques et biologiques* , N° 09 : 35-40.

Marcel, B. K.-T.-C. (2011). Potential Food Waste and By-products of Coffee in Animal Feed. *Electronic Journal of Biology* .

Maugeini, M. (2015). *La rutine et ses dérivés : Perspectives thérapeutiques et applications à l'officine*. These pour le diplôme d'état de docteur en pharmacie, université de limoges.

Maxicoffee. (2018). France.

maxicours. Récupéré sur Les différentes techniques d'extraction: MAXICOURS.com

Melliani, N. B. (2018). *Etude in vitro des activités biologiques, anti-hémolytiques des extraits de la parche de café*. Mémoire de Master, Université Abu Bekr Balkaid- Tlemcen .

Références Bibliographique

- Mirón-Mérida, V. A.-F.-B. (2019).** Valorization of coffee parchment waste (*Coffea arabica*) as a source of caffeine and phenolic compounds in antifungal alginate films. *LWT*, 101, 167–174.
- Morand C, M. D. (2014).** Polyphénols et santé vasculaire: mise en évidence du rôle direct des polyphénols dans les effets bénéfiques des agrumes dans la protection vasculaire. *Innovations Agronomiques*, 42 (2014), 47-62.
- Morand, C. (2012).** Microconstituants bioactifs des végétaux et prévention de l'athérosclérose. In : *Les Phytomicronutriments - Strigler F., Coxam V., Amiot M.J. (Eds), TEC & DOC / Lavoisier éditions, pp. 207-214*, pp. 207-214.
- Morey, C. I. (2018, Decembre 31).** The Science of Coffee: Coffee the Botanical Part I. Coffee Labs Roasters: Coffee Labs Rowasters.
- Mortada, M. E. (2005).** Evaluation de la toxicité de la caféine par les cultures organotypique et cellulaire in-vitro. *Damascus University Journal for BASIC SCIENCES*, Vol. 21, No 2.
- Murthy, P. S. (2012).** Sustainable management of coffee industry by-products and value addition—A review. *Resources, Conservation and Recycling*, 66 (2012) 45–58.
- Mussatto, S. I. (2011).** Production, composition, and application of coffee and its industrial residues. *Food Bioprocess Technol*, 4, 661–672.
- Nagapan, T. S. (2018).** Photoprotective Effect Of Stilbenes And Its Derivatives. *Biomedical & Pharmacology Journal*, Vol. 11(3), 1199-1208/1203.
- Nshimiyimana, D. A. (2010).** Radical Scavenging Capacity of Rwandan CTC Tea Polyphenols Extracted Using Microwave Assisted Extraction. *Pakistan Journal of Nutrition*, 9 (6): 589-593.
- Organization, I. C. (2017).**
- Ouedraogo, Y. (2001).** Evaluation in vivo et in vitro de la toxicité des extraits aqueux. *Pharma. Med. Trad. Afr*, 11:13-29.
- Pérez-Jiménez J, N. V. (2010).** Identification of the 100 richest dietary sources of polyphenols: an application of the Phenol-Explorer database. *European Journal of Clinical Nutrition*, volume 64, pages S112–S120 (2010).

Références Bibliographique

- Peshev, D. M. (2018).** Valorization of spent coffee grounds – A new approach. *Separation and Purification Technology* , 192, pp. 271-277.
- Peterson, J. D. (2010).** Dietary lignans: physiology and potential for cardiovascular. *Nutrition Reviews*, Vol. 68(10):571–603.
- Phenol Explorer INRA. (2015).**
- Prommajak, T. S. (2014).** Ultrasonic-assisted extraction of phenolic and antioxidative compounds from lizard tail (HouttuyniacordataThunb.). *Songklanakarin J.Science Technology* , 36 (1): 65-72.
- Pushpa, S. M. (2012).** Sustainable management of coffee industry by-products and value addition - A review. *Resources Conservation and Recycling* , 66:45-48.
- Saeidnia, S. A. (2013).** Antioxidants: Friends or foe in prevention or treatment of cancer: The debate of the century. *Toxicology and Applied Pharmacology* , 271(1), 49–63.
- Salem, J. H. (2018).** *Extraction, identification, caractirisation des activités*. These de doctorat, INSTITUT NATIONAL POLYTECHNIQUE DE LORRAINE.
- Santaram, A. (2018).** Sustaining Coffee Production: Present and Future. *Asian Coffee Association Annual Conference 2018* .
- Sarni-Manchado, P. C. (2006).** Les polyphénols en agroalimentaire. Ed Tec et Doc Lavoisier.
- Singh, A. H. (2011).** Dietary polyphenols in the prevention and treatment of allergic diseases. *Clinical & Experimental Allergy* , 41, 1346–1359.
- Singleton, V. L. (1965).** "Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic – phosphothungstic acid". *Am. J. Enol. Vitic* , Vol. (16), page : 144.
- Soria, A. V. (2010).** Effect of ultrasound on the technological properties and bioactivity of food: A review. *Trends Food Sci. Technol* , 21, 323-331.
- Sroka, Z. C. (2003).** Hydrogen peroxide scavenging, antioxidant and antiradical activity of some phenolic acids. *Food Cheml Toxicol.* , 41(6):753–758.

Références Bibliographique

Tava, S. N. (2018). Photoprotective Effect Of Stilbenes And Its Derivatives. *Biomedical & Pharmacology Journal* , Vol. 11(3), 1199-1208/1203

Tsao, R. (2010). Chemistry and Biochemistry of Dietary Polyphenols. *nutrients ISSN 2072-6643* , p1232.

Viala, A. b. (2007). Toxicologie. France: Lavoisier. 2eme Ed. Tec & Doc.

Vicente, A. M.-M.-F.-B. (2019). Valorization of coffee parchment waste (*Coffea arabica*) as a source of caffeine and phenolic compounds in antifungal gellan gum films. *LWT - Food Science and Technology* , 167–174.

Vieira, G. C. (2013). Chemical and economic evaluation of natural antioxidant extracts obtained by ultrasound-assisted and agitated bed extraction from jussara pulp (*Euterpe edulis*). *J. Food Eng.* , 119, 196-204.

Xu, J. J. (2004). Application of cytotoxicité assays and pre-lethal mechanistic assays for assessment of human hepatotoxicity potential. *Chimico-biological interaction* , 150(1):115-128.

Zhou, D. C. (2020). Stilbenes from the tubers of *Bletilla striata* with potential

Annexes

Annexes

Tableau A1 : Teneur en polyphénols des extraits de la parches de café dans les quatre méthodes

Méthodes	Concentration (μg EAG/mg MS)
Macération	18.032
Ultrason	16.13
Décoction	21.23
Infusion	22

Tableau A2 : Pourcentage d'hémolyse des globules rouges par l'acide gallique

Concentration ($\mu\text{g}/\text{ml}$)	C-	500	1000	2000	4000	C+
L'acide Gallique (%)	4.6 %	33.8 %	80 %	85 %	86 %	100 %

Tableau A3 : Pourcentage d'hémolyse des globules rouges par les extraits méthanolique

Concentration ($\mu\text{g}/\text{ml}$)	500	1000	2000	4000
Décoction	13.4 %	25.3 %	28.23 %	48.65 %
Infusion	11.98 %	16.95 %	23.81 %	44.16 %
Ultrason	11.04 %	15.378 %	23.26 %	37.06 %
Macération	10.56 %	14.82 %	22.71 %	35.17 %

الملخص:

يعتبر رق القهوة أحد المنتجات الثانوية الأقل دراسة، بينما هي غنية بالمركبات الفينولية

الهدف من هذه الدراسة هو تحديد إجمالي البوليفينول الموجود في رق القهوة باستخدام منهجيات استخلاص مختلفة ثم دراسة سميتها في المختبر

ولهذا الغرض، تم استخراج هذه المكونات باستخدام أربع طرق: الحرق، التسريب، الاستخلاص بالغلي، الموجات فوق الصوتية باستخدام الميثانول كمذيب. وتبين نتائجنا أن المردود الذي تم الحصول عليه للمقتطفات الميثانولية هو: 12% بواسطة الحرق، و8% عن طريق التسريب و10% عن طريق الاستخلاص بالغلي والموجات فوق الصوتية.

مستويات البوليفينول هي: 18.032 ميكروغرام/إغ مع مس بواسطة الحرق، 16.13 ميكروغرام/إغ مع مس بواسطة الموجات الصوتية، 21.23 ميكروغرام/إغ مع مس بواسطة الاستخلاص بالغلي، 22 ميكروغرام/إغ مع مس بواسطة التسريب.

المرحلة الأخيرة من عملنا تركز على دراسةسمية الخلاصات الفينولية لخلايا الدم الحمراء البشرية. والمبدأ هو جعل خلايا الدم الحمراء على اتصال مع المقتطفات الميثانولية المستخلصة من رق القهوة. وتبين النتائج التي تم الحصول عليها أن الحرق هو أفضل طريقة لانخفاض نسبة السمية فيه.

في الختام، توضح نتائجنا ثراء مقتطفات الرق بالجزينات النشطة أحياناً وتؤكد أن طرق الاستخلاص تلعب دوراً مهماً جداً في دراسة البوليفينول. وعلاوة على ذلك، يمكن استخدام البوليفينول في عملية صناعة الأغذية، والأعلاف الحيوانية والصيدلة، وفي العديد من المجالات المهمة الأخرى.

الكلمات المفتاحية: رق القهوة، طرق الاستخلاص، المركبات الفينولية، تسمم الخلايا

Résumé :

La parche est l'un des sous-produits du café les moins étudiés alors qu'elle est riche en composés phénoliques. L'objectif de cette étude est de doser les polyphénols totaux contenus dans la parche de café en utilisant différentes méthodologies d'extraction puis de tester leur cytotoxicité in vitro.

Pour cela, l'extraction a été faite selon quatre méthodes : la macération, l'infusion, la décoction et l'ultrason en utilisant le méthanol comme solvant. Nos résultats montrent que les rendements obtenus pour les extraits méthanoliques sont de : 12% par macération, 8% par infusion et 10% par décoction et ultrasons.

Les teneurs en polyphénols sont de : 18.032 µg /EAG mg MS par macération, 16.13 µg/EAG mg MS par l'ultrason, 21.23 µg/EAG mg MS par décoction et 22 µg/EAG mg MS par infusion.

La dernière étape de notre travail consiste à l'étude de la cytotoxicité des extraits phénoliques vis à vis des globules rouges humains. Le principe est de mettre en contact des globules rouges avec les extraits méthanoliques de la parche de café. Les résultats obtenus montrent que la macération est la meilleure méthode avec une cytotoxicité faible.

En conclusion, nos résultats démontrent la richesse des extraits de la parche en molécules bioactives et confirment que les méthodes d'extraction jouent un rôle très important dans l'étude des polyphénols. De plus, les polyphénols de la parche peuvent être utilisés dans le domaine de l'agro-alimentaire, l'alimentation des animaux, la parapharmacie et dans plusieurs autres domaines importants.

Mots clés : La parche de café, méthodes d'extractions, composés phénoliques, la cytotoxicité.

Abstract :

Parchment is one of the least studies of coffee by-products, although it is rich in phenolic compounds. The objective of this study is to determine the total polyphenols contained in the coffee parchment using different extraction methodologies and test their cytotoxicity in vitro.

For this purpose, extraction was carried out using four methods : maceration, infusion, decoction and ultrasounds using methanol as solvent. Our results show that the yields obtained for the methanolic extracts are : 12% by maceration, 8% by infusion and 10% by decoction and ultrasounds.

The polyphenols contents are : 18.032 µg /EAG mg MS by maceration, 16.13 µg/EAG mg MS by ultrasounds, 21.23 µg/EAG mg MS by decoction and 22 µg/EAG mg MS by infusion.

The last step of our work consists in the study of the cytotoxicity of phenolic extracts to human red blood cells. The principle is to bring red blood cells in contact with the methanolic extracts of the coffee parchment. The results obtained show that maceration is the best method with low cytotoxicity.

In conclusion, our results demonstrate that the parchment extracts are rich on bioactive molecules and confirm that extraction methods play a very important role in the study of polyphenols. Moreover, the polyphenols of the parchment can be used in the food industry, animal feed, parapharmacy and other important fields.

Keywords : Coffee parchment, extraction methods, phenolic compounds, cytotoxicity.