



République Algérienne Démocratique et Populaire

MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT

SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITÉ TLEMCEEN

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

Etude du pouvoir antioxydant, hypoglycémiant et hypolipidémiant de la
parche de café sur les cellules intestinales

Présenté par : ALLAM Nadjat ET ADIDA Saadiya

Soutenu le :

Devant le jury composé de :

Présidente : M^{me} SAKER Meriem Professeur Université de Tlemcen.

Examinatrice : M^{me} MERZOUK Amel MCB Université de Tlemcen.

Promotrice : M^{me} MADJDOUB Amel MCA Université d'Oran 1.

Année Universitaire : 2021-2022

Remerciement

Nous rendons grâce à **ALLAH**, miséricordieux de nous avoir soutenue et donné la volonté, le privilège et la chance d'étudier, la persévérance et l'obstination pour réaliser ce travail.

Nous remercions tout particulièrement notre encadreur **M^{me} MADJDOUB Amel**, Maitre de Conférences « A » à l'Université Ahmed Ben Bella- Oran 1, pour avoir accepté de diriger ce mémoire, sa disponibilité, les précieux conseils, sa gentillesse et qui n'a ménagé aucun effort pour nous apporter tout le soutien et l'aide nécessaire pour mener à bien ce travail.

Nos vifs remerciements vont également aux membres du jury :

M^{me} SAKER Meriem, Professeur à l'Université de Tlemcen, pour l'honneur qu'elle nous a fait en acceptant de juger ce travail et de présider le jury.

M^{me} Marzouk Amel, Maitre de Conférences « B » à l'Université de Tlemcen, d'avoir la patience et la bienveillance pour examiner et juger ce travail.

Nos reconnaissances et Nos remerciements vont également à **M^{me} ADIDA Houria**, Maitre de Conférence « A » à l'Université Ahmed Ben Bella -Oran 1. L'enseignante qui a réussi à nous inspirer et donner l'envie d'apprendre. Merci pour tout ce que vous avez fait ma sœur.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail :

*À mes très chers parents pour les encouragements, l'amour et le soutien
durant mes études. Puisse DIEU vous accorder longue vie pleine de
santé et de bonheur ... Merci pour tous ce que vous avez fait pour moi.*

À mes chers frères et sœurs pour leur amour et compréhension.

À mon cher fiancé pour son encouragement et son soutien constant.

À mes beaux-frères et mes belles sœurs.

À mes neveux et nièces.

À toute la famille ADIDA et BELLALIA.

*À mon binôme et sœur Nadjet, merci pour tous les moments qu'on a
passé ensemble à la réalisation de ce travail .*

À mes amies : Radjaa et Imen.

À tous ceux qui m'ont soutenu.

Saadiya

Dédicaces

*Je dédie ce modeste travail à mes chers parents, source d'amour, de vie,
de sacrifice, et d'affection.*

*À mes chers frères Azzedine, Mohamed et Charaf, source de force, de
joie et du bonheur.*

*À tous mes amis tout particulièrement Ahlem chère amie et sœur avant
qu'être mon binôme.*

*À toute ma famille paternelle et maternelle source d'espoir et de
motivation.*

*Aux âmes de mes chers grands-parents maternelle que DIEU leur fasse
miséricorde.*

*À mes chers grands-parents que DIEU leurs accorde longue vie, santé
et bien-être.*

*À M^{me} ADIDA Houria qui nous a aidés, sans elle nous n'aurions pas
pu mener et à bien ce travail. Je dis merci énormément.*

*Et à tous qui ont contribué de près ou de loin pour que ce projet soit
réalisé*

Je vous dis merci

Nadjet

Résumé :

La parche de café était considérée pendant longtemps comme déchets. Qui causent des problèmes écologiques aux pays producteurs. Les scientifiques ont pensé à la valorisation de ces sous-produits pour les rendre utilisable et efficace dans plusieurs domaines.

L'objectif de ce travail est de regrouper l'ensemble des travaux de recherche qui ont étudié l'impact des composants de la parche de café sur les cellules intestinal aussi leur implication sur la santé humaine.

La parche de café contient plusieurs molécules tels que le caféine, kahwol, cafestols, fibre alimentaire, les polyphénols. Dont l'avantage de ces derniers métabolites est d'être très bien assimilé par l'organisme.

L'ensemble de travaux qu'on a étudié ont pu montrer que la capacité antioxydante de la parche de café libres et liées était associée à la teneur en composés phénoliques, avec une activité hypoglycémiant prouvée lors de l'extraction phénolique qui présente une capacité inhibitrice in vitro accrue de l' α amylase et une retardation de la diffusion du glucose. Une faible consommation de glucose par les adipocytes et une inhibition de la lipase pancréatique en présence de l'acide chlorogénique montre l'effet hypolipidémiant de la parche du café.

Suite aux travaux de recherches, on peut conclure que la parche de café peut être utilisé comme matière première dans le domaine pharmaceutique, cosmétologique.

Mot clés : Café, la parche de café, composé phénoliques, anti-oxydant, hypoglycémiant, hypolipidémiant.

Abstract:

Parchment coffee was considered waste for a long time, which causes ecological problems for producing countries. Scientists have thought about the recovery of these by-products to make them usable and effective in several areas.

The objective of this work is to bring together all the research work that has studied the impact of the components of the coffee parchment on the intestinal cells as well as their involvement in human health.

The coffee parchment contains several molecules such as caffeine, kahwol, cafestols, dietary fiber, and polyphenols. The advantage of these latter metabolites is to be very well assimilated by the body.

The set of works that we studied were able to show that the antioxidant capacity of free and bound coffee parchment was associated with the content of phenolic compounds; a hypoglycemic activity proven during phenolic extraction which has an inhibitory capacity in in vitro increased α amylase and retardation of glucose diffusion. Low glucose consumption by adipocytes and inhibition of pancreatic lipase in the presence of chlorogenic acid shows the hypolipidemic effect of coffee parchment.

Following the research work, we can conclude that the parchment of coffee can be used as a raw material in the pharmaceutical and cosmetologically fields.

Keywords:

Coffee, coffee parchment, phenolic compound, antioxidant; hypoglycemic; hypolipidemic.

المخلص:

تعتبر القهوة منتجًا قيمًا ذا أهمية عالمية، ويتم تطبيقها على مجموعة واسعة من منتجات معالجة القهوة، من كرز القهوة إلى البذور الخضراء المنفصلة إلى المنتج الاستهلاكي. يعتبر هذا المشروب مزيًا من العديد من المركبات الفعالة بيولوجيًا الوظيفية الموجودة حتى في النفايات المتولدة بعد معالجة هذه البذور. تسبب هذه النفايات مشاكل بيئية للبلدان المنتجة، وهو السبب الذي دفع العلماء إلى التفكير في هذه المنتجات الثانوية وجعلها أكثر قابلية للاستخدام وفعالية في الحياة اليومية في العديد من المجالات.

برشمان القهوة هو بقايا لينوسيلولوزية التي تنتج بكميات كبيرة في الجزائر. في حين أن برشمان القهوة يحتوي على العديد من المكونات مثل الكافيين والكاهول والكافيستول والألياف الغذائية، وفقا لنتائج دراستنا على الدقيق وحبوب رق القهوة يظل البوليفينول المكون الرئيسي للمنتجات الثانوية، والتي تتمثل ميزتها في أن يتم امتصاصها جيدًا من طرف الإنسان وله قوة مضادة للأكسدة تمكنت نتائجه من إظهار أن القدرة المضادة للأكسدة لرق القهوة الحرة والمرتبطة تتعلق بمحتوى المركبات الفينولية، وهو نشاط خافض لنسبة السكر في الدم تم إثباته أثناء الاستخراج الفينولي والذي يقدم قدرة متزايدة في مثبطات المختبر من الأميلاز ألفا وتأخر انتشار الجلوكوز. انخفاض استهلاك الجلوكوز عن طريق الخلايا الدهنية وتنشيط ليباز البنكرياس في وجود حمض الكلوروجينيك يظهر تأثير نقص الدهون في الدم.

الهدف من هذا العمل هو تعزيز تأثير المكونات الفينولية على خلايا الأمعاء وكذلك تأثيرها على صحة الإنسان

الكلمات المفتاحية

القهوة، برشمان القهوة، البوليفينول، مضاد الأكسدة، نسبة السكر في الدم، نسبة الدهون في الدم.

Liste des abréviations

ACG :	Acide chlorogénique
ERO :	Espèces réactives de l'oxygène
CH :	Coffee Husks
CP :	Coffee pulpe
CM:	Coffee mucilage
Cpm:	Coffee parchment
CS:	Coffee silverskin
SCG:	Spent coffee grounds
5-CQA :	L'acide 5-caféoylquinique
UV :	Ultra-violet
ACC :	Acétyl-CoA carboxylase
ADN :	Acide désoxyribonucléotide
G6P:	Glucose-6-phosphate
LDL:	Low density lipoprotein
HDL:	High density lipoprotein
DT2:	Diabetes de type 2
GLP-1:	Glucagon-like peptide-1
GIP:	Glucagon-like peptide-1

Liste des figures

- Figure 01 :** *Coffea arabica* (Arabica)
- Figure 02 :** *Coffea robusta* (canephora)
- Figure 03 :** Structure du fruit de la graine du café
- Figure 04 :** La structure de base des polyphénols
- Figure 05 :** Classification des polyphénols
- Figure 06 :** Squelette de base des flavonoïdes
- Figure 07 :** Structure chimique de quelques flavonoïdes
- Figure 08 :** Structures chimiques de quelques anthocyanidines
- Figure 09 :** Structure chimique de proanthocyanidine et d'un gallotanin
- Figure 10 :** Les Aliments riches en polyphénols
- Figure 11 :** La structure des cerises de café et des sous-produits dérivés de la transformation du café
- Figure 12 :** Caractérisation fonctionnelle et physiologique de la parche de café
- Figure 13 :** Activité biologique de la parche de café
- Figure 14 :** Principales sources de formation de radicaux libres
- Figure 15 :** La progression du diabète type 2
- Figure 16 :** Effet hypoglycémiant de l'acide chlorogénique
- Figure 17 :** Effets des polyphénols sur le profil lipidique
- Figure 18 :** Métabolisme des polyphénols dans le tractus gastro-intestinal

Liste des tableaux

- Tableau 01 :** La classification de *Coffea arabica*
- Tableau 02 :** La classification de *coffea robusta*
- Tableau 03 :** Les différentes classes des composés phénoliques
- Tableau 04 :** Pouvoir antioxydant de la parche de café
- Tableau 05 :** L'effet hypoglycémiant de la parche de café
- Tableau 06 :** Effet hypolipémiante de la parche de café

SOMMAIRE

Introduction	Erreur ! Signet non défini.
CHAPITRE 01 : GÉNÉRALITÉ SUR LA PARCHE	3
I. LA GRAINE DU CAFÉ	4
1. Généralité	4
2. Classification botanique	6
3. Structure du grain de café	7
II. COMPOSITION CHIMIQUE DE LA PARCHE DE CAFÉ	8
1. Cellulose et hémicellulose	9
2. Protéine, lipide et Glucide	9
3. L'eau et Minéraux	9
4. Caféine	9
5. Les Acides	10
III. LES PROPRIÉTÉ PHYSIQUE-CHIMIQUE	10
IV. COMPOSANT ET EFFET BÉNÉFIQUE DU CAFÉ	10
1. Les Effets bénéfiques du café	10
2. Les composants polyphénoliques de la parche de café	11
3. Les polyphénols	13
3.1. Définition des polyphénols	13
3.2. Classification des polyphénols	14
3.3. Effet bénéfique des polyphénols	17
V. SOUS-PRODUIT DE LA PARCHE DE CAFÉ	18
1. De la fleur jusqu'à la parche	18
1.1. Les fleurs de café	18

1.2. La cerise de café	18
1.3. La pulpe de café (PC).....	19
1.4. Le mucilage du café (CM)	19
1.5. Cosses de café	19
1.6. La parche de café (CPm).....	20
1.7. La pellicule argentée du café	20
CHAPITRE 02	21
POUVOIR ANTIOXYDANT ET HYPOGLYCÉMIANT ET HYPOLIPIDÉMIANT DE LA PARCHE DE CAFÉ	21
I. GÉNÉRALITÉ	21
II. CARACTÉRISATION FONCTIONNELLE ET PHYSIOLOGIQUE DE LA PARCHE DE CAFÉ.....	21
1. Pouvoir antioxydant de la parche de café	22
1.1. Radicaux libres	23
1.2. Les ERO peuvent avoir des sources endogènes et exogènes	23
1.3. Stress oxydant	24
1.4. Antioxydant	24
1.4.1. Classification des antioxydants	24
1.5. Le pouvoir antioxydant de la parche de café.....	24
2. L'influence de la parche de café sur le métabolisme des glucides	28
2.1. Diabète	28
2.2 Diabète et stress oxydant.....	29
3. L'influence de la parche de café sur le métabolisme des lipides	32
3.1. La régulation de l'hypolipidémie.....	32

4. L'effet de la parche de café sur les entérocytes	35
4.1. Etude des cellules intestinales.....	35
4.2. Le rôle de la parche de café sur les cellules intestinale	36
CONCLUSION	37
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	40

INTRODUCTION

Introduction

Le café vert devient parmi les sujets qui continue de faire débat dans le monde de recherche scientifique tellement qu'il contient des effets bénéfiques consécutif à sa consommation sur la santé en général et plus particulièrement sur les différents métabolismes du corps, principalement une activité anti-oxydant, hypoglycémiant ; hypolipidémiant ; anti cancérigène et antimutagène (**Dalmet, 2007**). Ces effets bénéfiques sont due à sa richesse en produits phénoliques ; la caféine ; le cafestol et le kahwol (**Nicolas ,2013**).

La production de café engendre plusieurs déchets qui peuvent être lourds pour l'environnement. Ces derniers ont été longtemps considérés comme polluants et des produits inutiles pour la planète. Au cours de ces dernière année les scientifiques s'intéressent de plus en plus à la valorisation de ces déchets, qu'ils les considérés comme produit résiduelle ou sous-produit qui sont devenus une richesse économique majeure et présente une matière première pour les domaines pharmaceutiques ; cosmétologiques et agricoles (**Rasooli et al, 2008**).

Parmi ces produits résiduels, la parche de café est considéré comme le sous-produit majeure de café ; plusieurs études ont montré que la parche de café contient plusieurs métabolites secondaires y compris les polyphénols (**Pandey, 2000**).

Les polyphénols, présentent la classe la plus importante des métabolites secondaires, qui se trouvent en abondance dans les différentes parties des plantes. Au cours des dernières années ont devenu un domaine d'intérêt en nutrition (**François ,2010**).

Les polyphénols constituent un terrain de recherche fertile pour les scientifiques. Plusieurs travaux ont montré que les polyphénols jouent un rôle direct dans la baisse de la glycémie, et ils provoquent un effet hypolipidémiant, des effets anti inflammatoires (**Nsemi ,2010**).

Les études *in vitro* et chez l'animal, ont montré les bénéfices résultant de la consommation de polyphénols sur la santé cardiométabolique, d'une part le métabolisme du glucose par l'amélioration de la captation du glucose par les tissus périphériques sensibles à l'insuline et l'activation des récepteurs de l'insuline. D'autre part les polyphénols influence aussi le métabolisme lipidique par la modulation de plusieurs facteurs (**Bahadoran et al, 2013**).

Actuellement les scientifiques se concentrent sur l'étude des mécanismes potentiels qui peuvent être fortement associés au microbiote intestinal et se concentrent sur l'effet des

Introduction

polyphénols alimentaires sur les compositions du microbiote intestinal et sur la façon dont ce microbiote affecte le métabolisme des polyphénols (**Cory *et al*, 2018**).

Cependant, seulement 5 à 10 % des composés polyphénoliques totaux peuvent être absorbés dans l'intestin grêle pour passer au sang au temps que nutriments qui va influencer le profil lipidique et glucidique ainsi que le rôle antioxydant. Les études récentes suggèrent que ces polyphénols peuvent réduire les troubles cardiométaboliques (CMD) modernes, notamment l'obésité, le syndrome métabolique, le diabète de type 2 et l'athérosclérose. Le reste des polyphénols peut s'accumuler dans le gros intestin pour être excrété (**Koudoufio *et al*, 2020**).

Dans ce travail review de master 2, on s'est intéressée à établir une étude approfondie sur les effets des polyphénols sur les entérocytes.

CHAPITRE 01 :
GÉNÉRALITÉ SUR LA PARCHE

CHAPITRE 01 : GÉNÉRALITÉ SUR LA PARCHE

I. LA GRAINE DU CAFÉ

1. Généralité :

Le caféier est d'origine d'Yemen et de la province Ethiopienne de Kaffa d'où aurait germé le mot « café ». Le café tire son nom du mot arabe "kahwah" dénomination d'une boisson fermentée réalisée à partir de feuilles de café, de miel et d'eau. Par la suite, cette plante a été introduite dans d'autres pays tels que l'Inde et l'Indonésie (**Bouhenniche et Zergui, 2018**). D'un point de vue économique, Il joue un grand rôle dans les échanges monétaires entre les pays développés et les pays en voie de développement (**Bouden et Kadri, 2019**).

Le café vert est la graine du caféier à l'état brute ou non torréfiées (**Semen, 2017**). Ce dernier ne subit aucune transformation et les vertus de la plante sont conservées. Ce grain de café est connu pour sa teneur plus élevée en acide chlorogénique avec des avantages potentiels pour la santé utilisée contre l'hypertension, le diabète et l'obésité ...Ect (**Vaibhavi et al, 2020**).

Il existe un grand nombre d'espèces de caféiers mais seules deux d'entre elles sont exploitées dans le monde : *Coffea arabica* et *Coffea canephora* (robusta) (**Koffi, 2007**).

Coffea arabica (Arabica)

La culture de l'arabica est plus délicate et moins productive que celle du robusta. C'est la raison pour laquelle il est essentiellement cultivé dans des plantations situées entre 1000 et 2000 m d'altitude en climat tropical tempéré par l'altitude, tel que celui de l'Amérique Latine, de l'île de la Réunion et de l'Indonésie. Il occupe la première place dans le monde pour la production du café (environ 60%) car ses qualités aromatiques sont supérieures à celles du robusta (**Figure 01**). Son prix est d'ailleurs en moyenne 20 à 25% plus élevé que celui du robusta. Cependant, sa teneur en caféine reste très inférieure : 1% contre 3% pour le robusta (**Koffi, 2007**).

CHAPITRE 01 : GÉNÉRALITÉ SUR LA PARCHE



Figure 01: *Coffea arabica* (Arabica) (Makoto, 2019).

Coffea robusta (canephora)

Le robusta est produit par *coffea canephora*. Originaire d'Afrique centrale et occidentale. En deuxième place pour la production (40%), il est surtout cultivé en plaine en Afrique (Afrique occidentale, Ouganda, Angola, Afrique du sud, etc.) et en Extrême-Orient (Viêtnam, Inde, Indonésie, Philippines) (Koffi, 2007).

Cette espèce constitue une variété vigoureuse. Elle est plus résistante que l'arabica avec un rendement plus élevé à l'hectare (Figure 02). Cette espèce pousse en plaine et a peu d'exigences climatiques. Son goût est fort et corsé, il donne un café très tonique. Sa teneur en caféine est plus importante 2 à 2,5% (F.A.O. 2011).



Figure 02 : *Coffea robusta* (canephora) (Dagoon et al, 2005).

CHAPITRE 01 : GÉNÉRALITÉ SUR LA PARCHE

2. Classification botanique

Les botanistes ont passé beaucoup de temps à se disputer c'est dès que Linné a découvert le *Coffea* au 18^{ème} siècle parce qu'ils ont rencontré des difficultés de la grande variété des plantes et le vaste nombre des graines il existe au moins 25 grandes espèces, toute indigènes à l'Afrique tropicale et à certaines îles de l'océan indien (Madagascar).

Toutes les espèces de *Coffea* sont des ligneux mais elles recouvrent aussi des petits arbustes et des grands arbres de plus de 10 mètres. Ces feuilles sont de couleur jaune, vert foncé, violacées ou bronze.

Les deux principales espèces du caféier de point de vue économique et production mondiale sont *Coffea arabica* à 63.1% et *Coffea canephora* 36.9%, il existe deux autres lignées du *Coffea* mais à une échelle plus petite et moins d'importance sont *Coffea liberica* et *Coffea excelsa* (Clifford et Willson, 1988). La classification de *Coffea arabica* est figurée dans le **tableau 01**.

Tableau 01 : Classification de *Coffea arabica* (Makoto, 2019).

Règne	Plantae
Division	Angiospermae
Classe	Dicotyledonae
Sous-classe	Euasterids
Ordre	Gentianales
Famille	Rubiaceae
Sous-famille	Ixoroideae
Genre	Coffea L
Espèce	<i>Coffea Arabica</i>

CHAPITRE 01 : GÉNÉRALITÉ SUR LA PARCHE

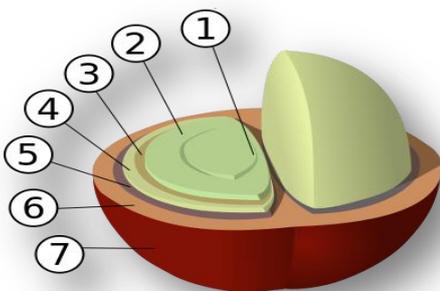
Le **tableau 02** présente la classification de *coffea robusta* :

Tableau 02 : Classification de *Coffea robusta* (Dagoon *et al*, 2005).

Règne	Plantae
Sous-règne	Tracheobionta
Division	Magnoliophyta
Classe	Magnoliophyta
Sous-classe	Asteridae
Ordre	Rubiales
Famille	Rubiaceae
Genre	Coffea
Espèce	<i>Coffea canephora</i>

3. Structure du grain de café

Le caféier est composé d'un péricarpe qui recouvre l'endosperme (graine). Ce dernier est constitué d'un exocarpe (peau), d'un mésocarpe (pulpe et tissu mucilagineux) et d'un endocarpe (parche) (**Figure 03**). Il correspond à la partie charnue des drupes comestibles (cerise, mangue) et son épaisseur varie selon les espèces de caféiers de 1 à 1,7 mm (**Ouguerram, 1989**).



1 : sillon central. **2** : grain de café (endosperme). **3**
: peau du grain (tégument). **4** : parchemin
(endocarpe). **5** : couche de pectine. **6** : pulpe
(mésocarpe). **7** : peau du fruit (exocarpe).

Figure 03 : Structure de la graine du caféier (Pierre *et al*, 1995).

CHAPITRE 01 : GÉNÉRALITÉ SUR LA PARCHE

3.1. Le mésocarpe externe

Le mésocarpe extérieur, souvent appelé pulpe, se compose de petites cellules parenchymateuses à parois primaires et de diamètre croissant lorsqu'elles se déplacent vers l'intérieur à partir du fruit. Leurs parois cellulaires sont compactes et denses lorsque le fruit est vert et après subissent une « fonte » ou un amincissement des zones intercellulaires. Ce mécanisme connu sous le nom de dégradation auto-lytique est responsable de la texture et des propriétés succulents des fruits charnus (**Ouguerram, 1989**).

La composition chimique du mésocarpe externe varie en fonction de la maturité et l'espèce des fruits analysés. Le taux d'humidité varie également entre 62 à 76% suivant la méthode de traitement des fruits. Les sucres réducteurs représentent environ 12% de la matière sèche avec prédominance de fructose. La pulpe de café, par sa composition en glucides et en protéines, est un sous-produit pouvant servir d'aliment pour animaux malgré la présence de facteurs antinutritionnels (caféine et composés phénoliques) (**Clifford et Ramirez, 1991**). Son usage dans le compostage biologique a également été envisagé pour l'agriculture.

3.2. Le Mésocarpe interne

Le mésocarpe interne est une organisation tissulaire constituée de cellules aux parois fragiles et des joints de type primaire, riches en substance peptiques (**Garcia et al, 1991**), il représente environ 20% du produit frais et 55% du produit sec du fruit. Son épaisseur varie entre 40 et 700 µm par espèces et peut atteindre 2 mm pour le café de haute altitude.

3.3. L'endocarpe

L'endocarpe également connu comme **parche** est un tissu secondaire lignifié d'environ 150 µm d'épaisseur. Sous la parche, une fine membrane appelée pellicule argentée (ou épiderme interne) recouvre deux graines de tissu parenchyme de réserve portant un sillon central sur leur face plane (**Gonçalo et al, 2021**).

II. COMPOSITION CHIMIQUE DE LA PARCHE DE CAFÉ

La parche de café est un endocarpe fibreux qui recouvre l'épiderme et l'endosperme des cerises de café, obtenu après séchage et décorticage des fèves (**Gonçalo et al, 2021**). Dont la composition est ligno-cellulosique (Xylanes, lignine et de cellulose) (**Tizian et al, 2020**).Les

CHAPITRE 01 : GÉNÉRALITÉ SUR LA PARCHE

constituants chimiques présents dans les grains de café vert peuvent être classés dans huit groupes : les alcaloïdes, regroupant les xanthines (dont la caféine) et la trigonelline, les acides constitués par : les acides aliphatiques et les acides chlorogéniques, les protéines, les acides aminés libres, les glucides, les lipides, dans lesquels se trouvent les deux diterpènes caractéristiques du café (cafestol et kahweol), les minéraux et les vitamines (Gonçalo *et al*, 2021).

1.Cellulose et hémicellulose :

La cellulose et l'hémicellulose sont constituées de monomères de sucre. La cellulose est produite par la polymérisation des monomères exclusivement le β -glucose. En revanche, l'hémicellulose est constituée de plusieurs monomères : la xylose ; le galactose, l'arabinose, le mannose, acides, phénols et les acides volatiles (Suk-Jun Jung *et al*, 2015).

2.Protéine, lipide et Glucide :

Sont des macronutriments présents dans les graines du café vert. Quand on parle des lipides sont très stables formés principalement de l'acide linoléique et l'acide palmitique (Astrid, 2016). Les protéines de la parche contiennent majoritairement de l'alanine suivie par l'acide aspartique et l'acide glutamique (Michaelet, 2006). Concernant les glucides, présenté majoritairement par le saccharose qui est un disaccharide formé dans la parche durant la photosynthèse (Cangussuet, 2021), sa particularité est la cyclisation facile dans les plantes (Hennion, 2018).

3.L'eau et Minéraux :

La proportion d'eau dans le café vert est très variable suivant les échantillons (Christèle, 2006) elle a évidemment un rôle déterminant sur la conservation. En ce qui concerne la composition en minéraux, les principaux composés sont ; potassium ; magnésium ; calcium ; sodium et de faibles quantités de fer ; zinc et cuivre (Azzizi et Elouedjedi Talet, 2017).

4.Caféine :

La caféine à un goût amer qui présente que 10% de l'amertume totale du café (Chabaud, 2010). La caféine est le constituant bioactif majeur du café, elle joue un rôle de stimulant métabolique. Elle est aussi appelée théine ou guaranine ; issue des alcaloïdes de la famille des méthyl xanthines qui est présentes dans de nombreux végétaux (Louis et Élise, 1995).

CHAPITRE 01 : GÉNÉRALITÉ SUR LA PARCHE

5. Les Acides :

L'acidité constitue l'une des caractéristiques les plus importantes du café au même titre que l'amertume ou l'arôme (**Franca et al, 2005**). Le pH moyen des grains de café vert est de l'ordre de 5,5. Plusieurs types d'acides contribuent à cette acidité : aliphatiques, chlorogéniques (composés majoritaires), alicycliques et phénoliques (**Pimpley et al, 2020**).

III. LES PROPRIÉTÉ PHYSIQUE-CHIMIQUE

Les caractéristiques physiques telles que la densité des grains, le poids, la brillance, l'acidité titrable, l'échange cationique (la capacité de former des adduits avec des ions libres de calcium de fer et d'autres métaux bivalents présents de l'alimentation et les évacuer de l'organisme réduisant ainsi sensiblement le niveau de ces importants composants nutritionnels), le pH et l'humidité (mesure d'activité chimique des hydrons soit acidité ou basicité) (**Ramalakshmi et al, 2007**) ainsi que la composition chimique. Ces paramètres-là influencent la forme ; la texture ; l'arôme et la qualité des graines du café (**Littardi et al, 2021**).

IV. COMPOSANT ET EFFET BÉNÉFIQUE DU CAFÉ

1. Les Effets bénéfiques du café :

Le café vert devient parmi les sujets qui continue de faire débat dans le monde de recherche scientifique tellement y'a des effets bénéfiques consécutif de sa consommation sur la santé en général et plus particulièrement sur les différents métabolismes du corps, principalement une activité anti-oxydants, hypoglycémiant ; hypolipidémiant ; anti cancérigène et antimutagène (**Dalmet, 2007**).

Le café vert contient des éléments qui sont essentiels au goût, et d'autres qui ont un réel potentiel médical et thérapeutique pour cela qu'on voit une complexité de sa composition avec plus d'une centaine de substances chimiques identifiées au niveau cellulaire et par expérimentation qui présentes des pourcentage différents due à la grande variabilité des espèces ; la diversité des caractéristiques organoleptiques, le degré de maturation des cerises ; la méthode de culture ; les conditions de stockage et les procédés technologiques de préparation, tout cela modifient les teneurs des constituants des graines (**Pigois, 2021**).

CHAPITRE 01 : GÉNÉRALITÉ SUR LA PARCHE

Les produits phénoliques ; la caféine ; le cafestol et le kahwol présents dans le café donne L'action antioxydante par l'inhibition de l'accumulation intracellulaire des ERO et fournir d' α -tocophérol ainsi que l'effet anxiolytique et neurotoxique par la réduction de la protéine Tau et le cascade amyloïde ($A\beta$) également présentent une activité anti-inflammatoire ; hypoglycémiant etc...

La trigonelline favoriser l'excroissance des neurites et protéger contre l' $A\beta$. Il sert surtout dans les thérapies (**Guy Haler, 2018**).

Par conséquence le café vert exerce ces effets par la protection contre :

Effet anti inflammatoire	<ul style="list-style-type: none">• VIH• Hépatite• MICI
Effet hypoglycémiant et hypolipidémiant	<ul style="list-style-type: none">• L'obésité• Maladies cardiovasculaires• Diabète type 2• L'hypertension
Effet antioxydant anxiolytique et neurotoxique	<ul style="list-style-type: none">• Le stress oxydatif• Les maladies neurodegeneratives• Le stress et la depression

2. Les composants polyphénoliques de la parche de café :

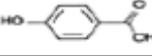
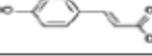
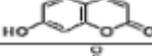
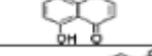
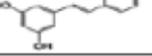
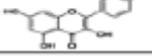
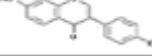
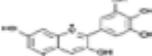
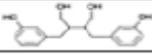
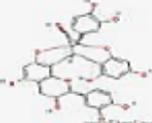
« Polyphénols » désigner l'ensemble des composes phénoliques des végétaux. En fait, il devrait être réservé aux seules molécules présentant plusieurs fonctions phénols. Ce qui exclurait alors les monophénols pourtant abondants et importants chez les végétaux. Ainsi, le nom générique "composés phénoliques" désigne les monophénols et les polyphénols dont les molécules contiennent respectivement une, deux ou plusieurs fonctions phénoliques (**Fleuriet *et al*, 2005**), alors Les composés phénoliques sont une classe qui constitue 8000 composés. Divisé en plusieurs catégories :

- Les acides phénoliques ;
- Les flavonoïdes ;
- Les tanins obtenus par polymérisation des flavonoïdes ;
- Les lignanes avec les isoflavones sont nommés phytoœstrogènes (**SFA, 2005**).

CHAPITRE 01 : GÉNÉRALITÉ SUR LA PARCHE

Sont des végétaux provienne de deux grandes voies principales qui génèrent les cycles aromatiques, la voie shikimate (également responsable de la synthèse des acides aminés phénylalanines « Phe » et Tyrosine « Tyr ») et la voie poly acétate, cette dernière étant constituée de molécules de condensation de d'acétylcoenzyme A. Cette biosynthèse a permis la formation d'une grande diversité de molécules qui sont spécifiques d'une espèce de plante, d'un organe, d'un tissu particulière (**Bruneton, 2008**) leur classification basée sur la structure, le nombre de noyaux aromatiques et les éléments structuraux qui lient ces noyaux (**Tableau 03**), donc On peut distinguer deux catégories : les composés phénoliques simples et les composés phénoliques complexes (**D'Archivio et al, 2007**).

Tableau 03 : Les différentes classes des composés phénoliques (**Daayf et Lattanzio, 2008**).

COMPOSES PHENOLIQUES				
Squelette carboné	Classe	Exemple	Formule	Origine
C6	<u>Phénols simples</u>	Hydroquinone		<u>Busserole</u>
C6-C1	<u>Acides hydroxybenzoïques</u>	Acide p-hydroxybenzoïque		Epices, fraises
C6-C3	<u>Acides hydroxycinnamiques</u>	Acide p-coumarique		Tomates, ail
	<u>Coumarines</u>	Ombelliférone		Carottes, coriandre
C6-C4	<u>Naphtoquinones</u>	Juglone		Noix
C6-C2-C6	<u>Stilbénoides</u>	Trans-resvératrol		Raisin
C6-C3-C6	<u>Flavonoïdes</u>	Kaempférol		Fraises
	<u>Isoflavonoïdes</u>	Daidzéine		Graines de soja
	<u>Anthocyanes</u>	Delphinidol		Raisin Cabernet-Sauvignon
(C6-C3) ₂	<u>Lignanes</u>	Entérodiol		Bactéries intestinales
(C6-C3-C6) _n	<u>Tanins condensés</u>	Procyanidol		Raisins, kaki

CHAPITRE 01 : GÉNÉRALITÉ SUR LA PARCHE

3. Les polyphénols :

Les composés phénoliques sont des métabolites secondaires se trouve dans les règnes végétaux, ils sont présents dans toutes les parties des plantes mais avec une distribution quantitative et qualitative hétérogène entre les déférent tissu (**Waksmundzk *et al*, 2011**). Ces composés peut contribuent aux réactions de défense face à divers stress biotiques (agents pathogènes, blessures, symbiose), ou abiotiques (lumière, rayonnements UV, faible T°, carences) (**Laurent, 2003**). Les polyphénols sont également utilisés comme additifs Dans l'industrie alimentaire, pharmaceutique et cosmétique (**Orgogozo *et al*, 1997**).

3.1. Définition des polyphénols :

Les polyphénols sont un groupe important et hétérogène de composés phytochimiques (**Hanhineva, 2010**). Plus de 8000 structures ont été identifiées, allant de simples molécules comme les acides phénoliques à des substances hautement polymérisées comme les tanins. Et sont caractérisé par la présence d'au moins un noyau benzénique auquel est directement lié au moins un groupe hydroxyle libre (OH) (**Figure 04**), ou engagé dans une autre fonction comme : éther, ester, hétéroside... (**Hennebelle *et al*, 2004**).

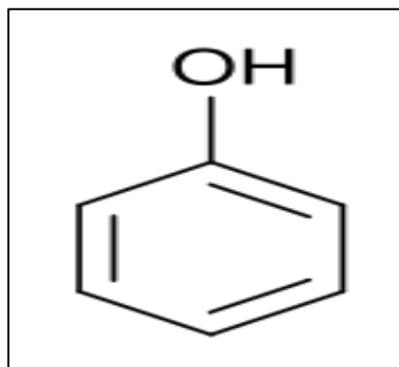


Figure 04 : La structure de base des polyphénols (**Hennebelle *et al*, 2004**).

CHAPITRE 01 : GÉNÉRALITÉ SUR LA PARCHE

3.2. Classification des polyphénols :

Il existe différentes classes de polyphénols dont : les acides phénoliques (acide hydroxybenzoïque et acides hydroxycinnamique), des flavonoïdes, des tanins et des lignanes (**Figure 05**) principalement présents dans les feuilles, Fleurs et écorce de bois. Ces molécules jouent un rôle majeur dans la croissance des végétaux et dans la lutte contre des agents pathogènes et des infections (**Nsemi, 2010**).

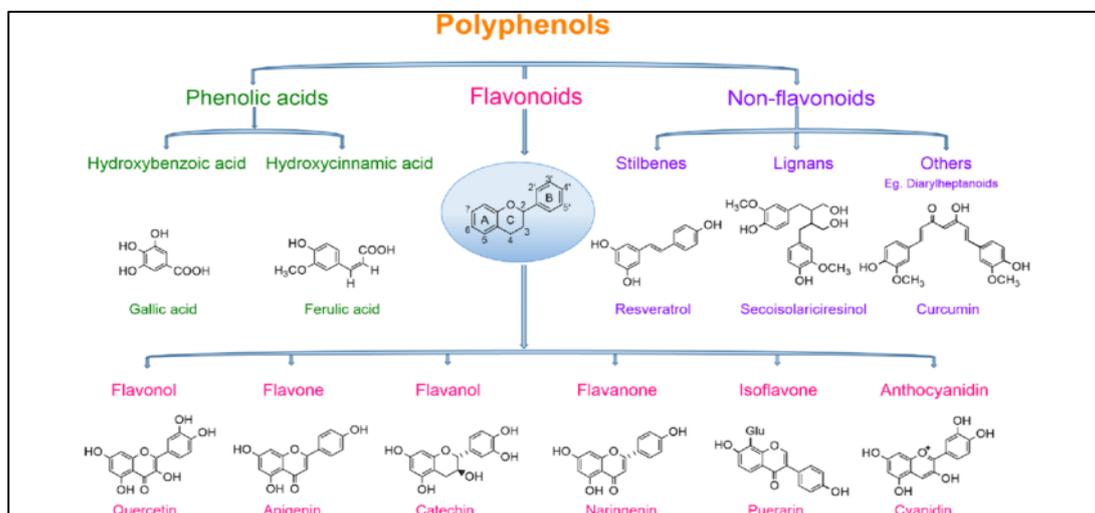


Figure 05 : Classification des polyphénols (**Julien, 2012**).

3.2.1. Les flavonoïdes :

Les flavonoïdes sont des classes de métabolites secondaires largement répandus dans le règne végétal. Ils constituent des pigments responsables des colorations jaune, orange et rouge de divers organes végétaux (**Ghedira, 2005**). Leurs rôles variés dans les plantes, en tant que métabolites secondaires étant impliqués dans les processus de défense contre les UV, la pigmentation, la stimulation des nodules de fixation de l'azote et la résistance aux maladies (**Crozier, 2003**). Selon (**Hinreiner et Geissman 1952**), les flavonoïdes contiennent 15 atomes de carbone formant une structure C6-C3-C6, soit deux noyaux aromatiques C6 (A et B) reliés par un pont de 3 carbones (**Figure 06**).

CHAPITRE 01 : GÉNÉRALITÉ SUR LA PARCHE

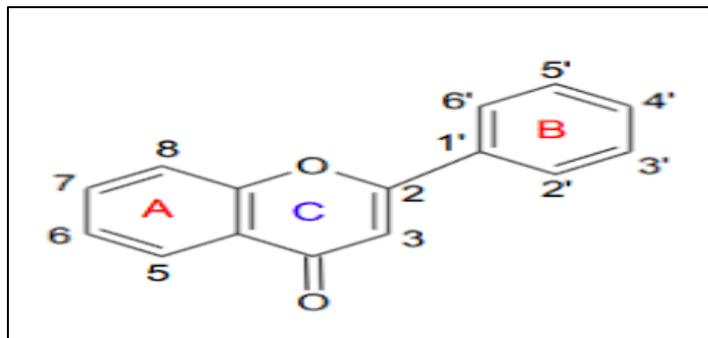


Figure 06 : Squelette de base des flavonoïdes (Abedini, 2013).

La famille des flavonoïdes peut être subdivisée en six classes qui diffèrent selon leurs structures chimiques : flavanols, flavones, flavonols, flavanones, isoflavones et les anthocyanidines ou anthocyanols (**Figure 07**) (khireddine, 2014).

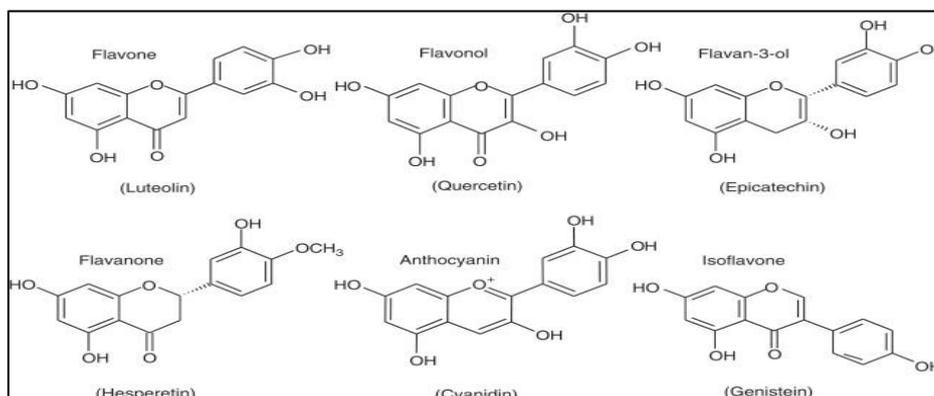


Figure 07 : Structure chimique de quelques flavonoïdes (Cassidy et Kay, 2013).

De nos jours, les propriétés des flavonoïdes ont été largement étudiées dans le domaine médical où on leur reconnaît plusieurs activités et la mieux décrite c'est l'activité antioxydante, qu'elle a la capacité de piéger les radicaux libres contre les agressions environnementales (Achat, 2013).

CHAPITRE 01 : GÉNÉRALITÉ SUR LA PARCHE

3.2.2. Les Anthocyanes :

Sont des pigments hydrosolubles présents chez la plupart des espèces végétales (Kong *et al*, 2003). Ces pigments responsables de 3 couleurs (rouges, violettes et bleues) dans les fruits, les légumes, et les graines leur présence dans les plantes est donc détectable à l'œil nu (Shipp et Abdel-A, 2010). Les anthocyanines sont des flavonoïdes porteurs d'une charge sur l'oxygène d'hétérocycles C. La structure de base des anthocyanines est caractérisée par un noyau "flavon" généralement glucosylé en position C3 (Figure 08) (Ribereau *et al*, 1968).

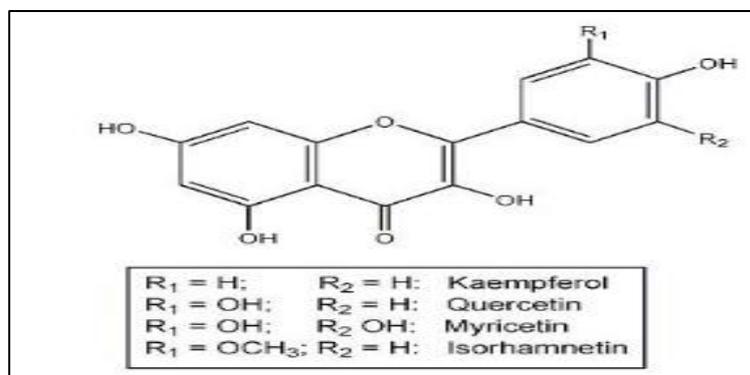


Figure 08 : Structures chimiques de quelques anthocyanidines (Collin et Crouzet, 2011).

3.2.3. Les tanins :

Les tanins sont des macromolécules d'origine végétale présentent dans la nature sous forme polymérisée et de structures variées ayant en commun la propriété de tanner la peau, Ces composés sont généralement formés par la condensation de formes simples de flavonoïdes. Ils sont localisés dans les vacuoles, et sont parfois lie aux protéines et aux alcaloïdes. (Roux et Catier, 2007). On distingue deux grands groupes de tanins, différents à la fois par leur réactivité chimique et par leur composition (Haslam, 1989) :

Les tanins hydrolysables : ce sont des esters de glucose et d'acide gallique, ces substances caractérisés par la facilité d'hydrolyse entre deux voies (la voie chimique ou enzymatique tannas). Ils sont divisés en élla gitannins et gallo tannins (Collin et Crouzet, 2011).

Les tanins condensés : également connus sous le nom de proanthocyanidines, sont des polyphénols de masse molaire élevée Ils résultent de la polymérisation auto oxydative ou enzymatique des unités de flavan-3,4-diol (leucoanthocyanidines) liées majoritairement par

CHAPITRE 01 : GÉNÉRALITÉ SUR LA PARCHE

les liaisons C4-C8 (parfois C4-C6) des unités adjacentes (**Figure 09**) [(Wollgast et Anklam, 2000) ; (Dykes et Rooney, 2006)].

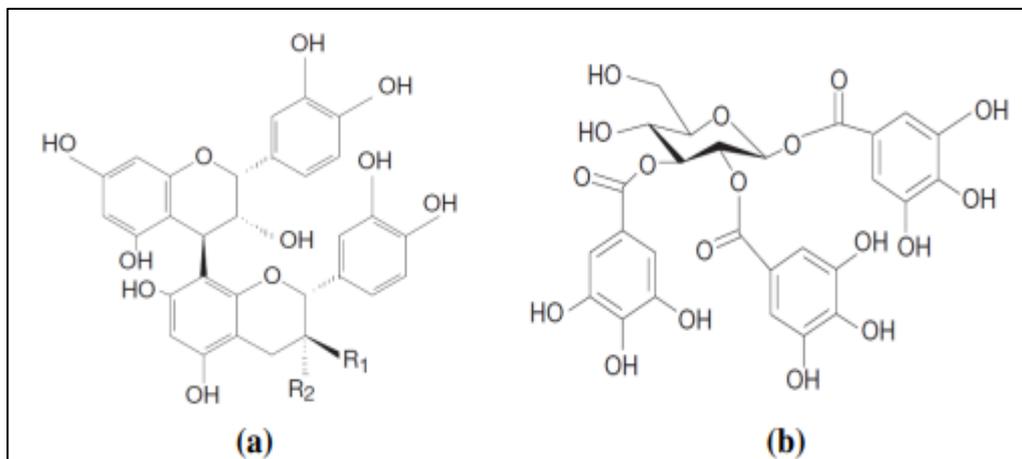


Figure 09 : Structure chimique (a) de proanthocyanidine (tanin condensé) et (b) d'un gallotanin : 1, 2,3-tri-O-galloyl- β -D-glucose (tanin hydrolysable) (**Derbel et Ghedira, 2005**).

3.3. Effet bénéfique des polyphénols :

Les polyphénols ont des effets protecteurs sur la santé humaine et possèdent des propriétés antioxydantes très importantes. Ces substances d'origine végétale empêchent la formation de radicaux libres en excès dans l'organisme et combattent le vieillissement. Les polyphénols peuvent jouer un rôle préventif important dans toutes les maladies impliquant une dégénérescence cellulaire. La diversité des mécanismes d'action potentiels des polyphénols explique les larges activités biologiques de ces composés, notamment antidiabétiques, anti-inflammatoires, anti-angiogéniques, antioxydants etc. (**Nsemi ,2010**).

Selon les recherches de (**Nitsch et Nitsch, 1961**) montre que les polyphénols sont impliqués dans le fonctionnement normal de l'organisme et dans le renforcement du système immunitaire (renforcement des parois des capillaires), et sont également impliqués dans de nombreux processus physiologiques : croissance des cellules, différenciation, organogenèse...

Ils ont aussi un effet protecteur dans d'autres maladies, telle que la sclérose en plaques (**Gonzalez-Gallego et al, 2010**), l'ostéoporose (**Scalbert, 2005**) et les pathologies associées au vieillissement cérébral (maladie de Parkinson ; maladie d'Alzheimer ...) Les composés

CHAPITRE 01 : GÉNÉRALITÉ SUR LA PARCHE

phénoliques peuvent également atténuer les infections virales ou bactériennes (Spencer, 2010).

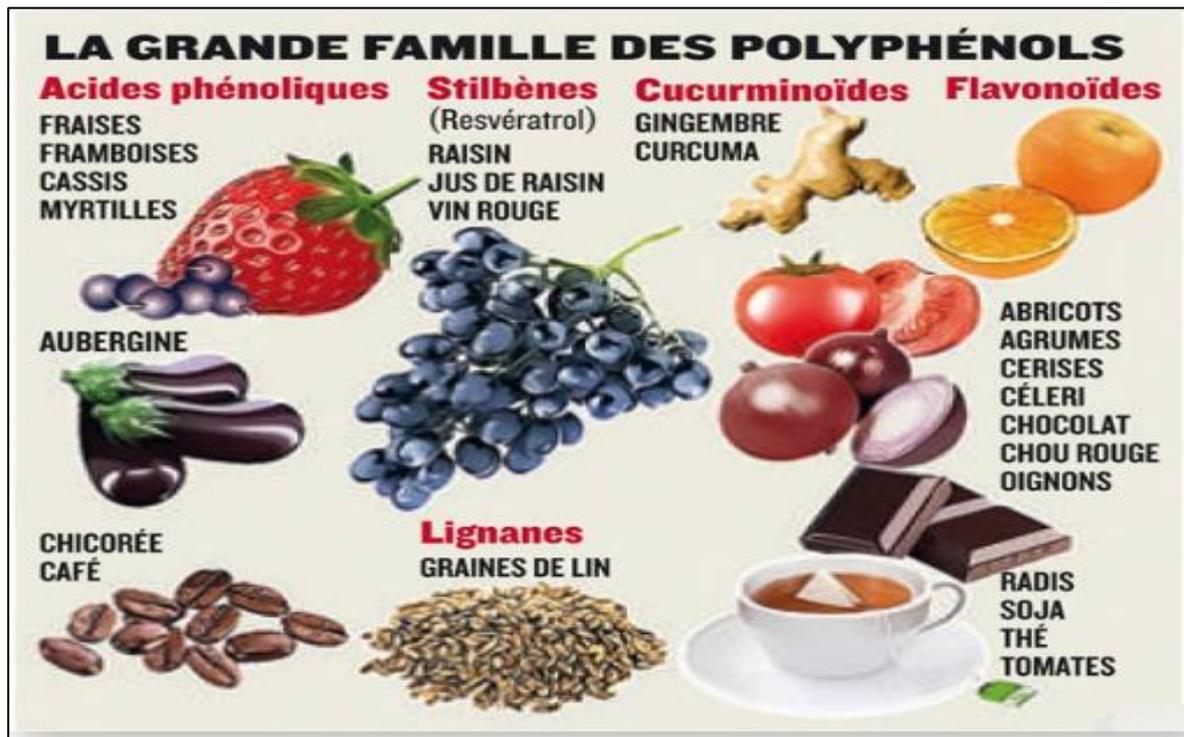


Figure 10 : Les aliment riche en polyphénols (Van Vlodorp, 2016).

V. SOUS-PRODUIT DE LA PARCHE DE CAFÉ

1. De la fleur jusqu'à la parche

1.1. Les fleurs de café contiennent majoritairement de trigonelline ainsi que la caféine et les composés phénoliques. Les feuilles de caféier contiennent une grande diversité de composés bioactifs ayant différentes activités.

1.2. La cerise de café on peut les traiter par deux voies une méthode sèche qui donne par résultat le CH ou cascara qui représente les deux couches externes l'endocarpe et l'épicarpe retirées après séchage, elles représentent 45 % du poids de la cerise de café fraîche. Réunissant ces composés (peau, pulpe, mucilage, la parche et une partie de peau d'argent). Le traitement par voie humide donnera 2 résultats, le CP ou cascara frais qui est un sous-produit

CHAPITRE 01 : GÉNÉRALITÉ SUR LA PARCHE

qui contient majoritairement la peau externe de la cerise et une couche de pulpe séparée par dépulpage dans l'eau. la fermentation par des enzymes spécialisés donne le CM qui représente une couche de mucilage. Après lavage, séchage et décorticage et fermentation on obtient le CPm (le dernier sous-produit de ce processus).

Lors de la torréfaction du café vert, les graines vont gonflés et libère une fine couche appelée CS. Lorsque les grains de café torréfiés sont moulus et utilisés pour la préparation de l'infusion, les composés qui ne sont pas extraits par l'eau chaude sont nommés SCG, ces matériaux ont le potentiel d'être utilisés comme ingrédients alimentaires, principalement en raison de leur composition riche en fibres alimentaires. De plus, l'utilisation de SCG a été proposée pour diverses applications, telles que les cosmétiques, l'alimentation animale, la production de bioéthanol, les adsorbants et les engrais (Jie Ma, 2020).

1.3. La pulpe de café (PC) issu de la transformation humide du café. En poids sec, la PC est majoritairement constituée de cellulose (36%), de polysaccharides pectiques (21%), d'une fraction de polysaccharides solubles alcalins définis comme les hémicelluloses (9%) et de sucres libres (5%) il possède également d'autres composés azotés, à savoir la caféine et la trigonelline, ils sont dérivés de la peau de la cerise (épicarpe), la cutine étant le composé le plus abondant. La cutine est un polyester formé d'acides gras estérifiés et de glycérol. La composition phénolique du CP comprend des acides hydroxycinnamiques (59%), des flavanols (17%) et des hydroxycoumarines (6%) (Houessou, 2007).

1.4. Le mucilage du café (CM) a une forte teneur en humidité (84%), du même ordre de grandeur que celui du CP. En poids sec, la MC est principalement constituée de polysaccharides pectiques (30 %), d'hémicelluloses (18 %), de protéines (17 %) et de cellulose (8 %). CM issus de la fermentation et du processus d'élimination mécanique et chimique similaire (Houessou, 2007).

1.5. Cosses de café (les coques de café : CH) sont le seul sous-produit dérivé du séchage et du décorticage des cerises de café. En poids sec, les CH sont constitués de lignine (38 %), de cellulose (28 %) et d'une fraction d'hémicelluloses (25 %) riche en résidus de xylose, éventuellement dérivés de glucuronoxylanes, un polysaccharide habituellement présent dans les tissus. Les CH sont également constitués de protéines (8 à 11 %), de lipides (1 à 3 %) et de caféine (La fraction lipidique peut provenir de la peau de cerise et également de la peau

CHAPITRE 01 : GÉNÉRALITÉ SUR LA PARCHE

d'argent partiellement retirée lors du processus de décorticage. Les CH sont riches en composés phénoliques, principalement en acides caféique et chlorogénique (**Jie Ma, 2020**).

1.6. La parche de café (CPm) est un endocarpe fibreux qui recouvre l'épiderme et l'endosperme des cerises de café. Comme ce sous-produit est obtenu après séchage et décorticage des fèves). En poids sec, le CPm est composé de xylanes (35%), de lignine (32%) et de cellulose avec une application possible dans le développement de plastiques d'emballage alimentaire, permettant son utilisation comme barrière, évitant la condensation de l'eau à l'intérieur des emballages alimentaires, ainsi que la migration des graisses des aliments gras. La CPm est également composée de caféine (0,13 %) et de composés phénoliques ; à savoir l'acide gallique, les acides chlorogéniques, l'acide p-coumarique et l'acide sinapique, qui apportent une activité antioxydante. (**Jie Ma, 2020**).

1.7. La pellicule argentée du café est un mince tégument de la couche externe du grain de café, ce qui facilite son stockage et son utilisation directe. La composition des CS est similaire à celle des CPm, En poids sec, le CS est constitué de polysaccharides (40%), principalement de cellulose (59%), avec une faible proportion de xylose (19%), d'arabinose (9%), de galactose (9%) et de mannose (4 %). Le CS contient également de la lignine (29%), des protéines (19%) et des lipides (2 à 5%), tandis que les cendres de CS représentent 5 à 7%. De plus, le CS contient de la caféine (1%) et des composés phénoliques principalement des acides chlorogéniques comme l'acide 3-O-caféoylquinique et l'acide 4-O-caféoylquinique. La présence de lipides dans le CS, contrairement au CPm, est due à sa proximité avec l'endosperme de la cerise qui contient une fraction importante de lipides (8 à 18 % du poids sec du grain de café vert). Parce que CS dérive du processus de torréfaction, il est également composé de mélanoidines (5%) (**Piccino, 2011**).

La **Figure 11**, représente la structure des cerises de café et des sous-produits dérivés de la transformation du café.

CHAPITRE 01 : GÉNÉRALITÉ SUR LA PARCHE

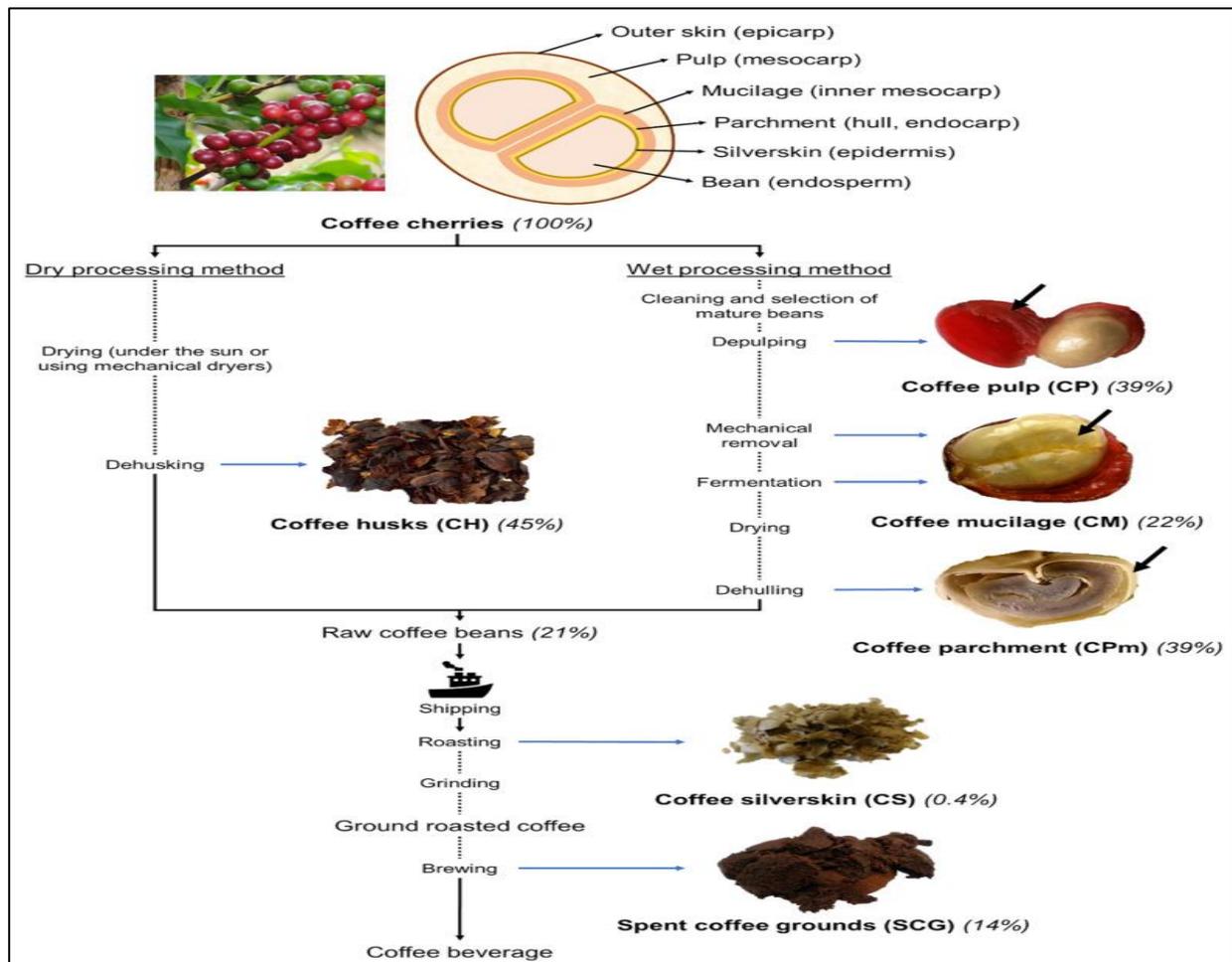


Figure 11 : La structure des cerises de café et des sous-produits dérivés de la transformation du café (Gonçalo *et al*, 2021).

CHAPITRE 02 :

POUVOIR ANTIOXYDANT ET

HYPOGLYCÉMIANT ET

HYPOLIPIDÉMIANT DE LA PARCHE DE

CAFÉ

CHAPITRE 02 : Pouvoir antioxydant et hypoglycémiant et hypolipidémiant de la parche de café

I. GÉNÉRALITÉ

Benitez et ses collaborateurs en 2019, ont pu montrer que la parche de café a des effets hypoglycémiants, hypolipidémiants et des capacités antioxydantes grâce à des propriétés physico-chimique contenus dans les composés phénoliques (**Figure 12**).

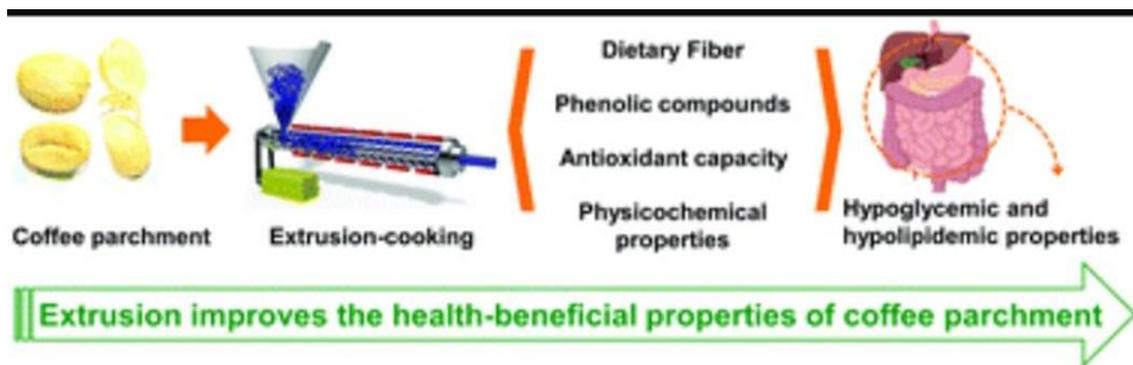


Figure 12 : Caractérisation fonctionnelle et physiologique de la parche de café

(Benitez *et al*, 2019).

II. CARACTÉRISATION FONCTIONNELLE ET PHYSIOLOGIQUE DE LA PARCHE DE CAFÉ

Les recherches récentes sur les composés de la parche du café sont devenues importantes en raison de leurs diverses propriétés physiologiques, associées à des effets protecteurs contre plusieurs pathologies (Nicolas et Haler, 2013). Cependant, il y a eu quelques tentatives de réutilisation de la parche pour la fermentation à l'état solide. Ce sous-produit ligno-cellulosique a été suggéré comme additif antifongique pouvant être utilisé pour la conservation des aliments, et il a été même considéré comme source de nutriments : nouvel **ingrédient de fibres alimentaires** (Rasooli *et al*, 2008). Selon les recherches de (Ammoune et Khalfoun, 2020) des extraits de parche ont également été suggérés comme bio-composants à activité antioxydante (Michel, 2008), hypoglycémiant (Aurore, 2015), hypolipidémiant et antimicrobienne, anti-inflammatoires, anticancéreuse et anti-diabétiques (**Figure 13**) (Munyendo *et al*, 2021).

CHAPITRE 02 : Pouvoir antioxydant et hypoglycémiant et hypolipidémiant de la parche de café

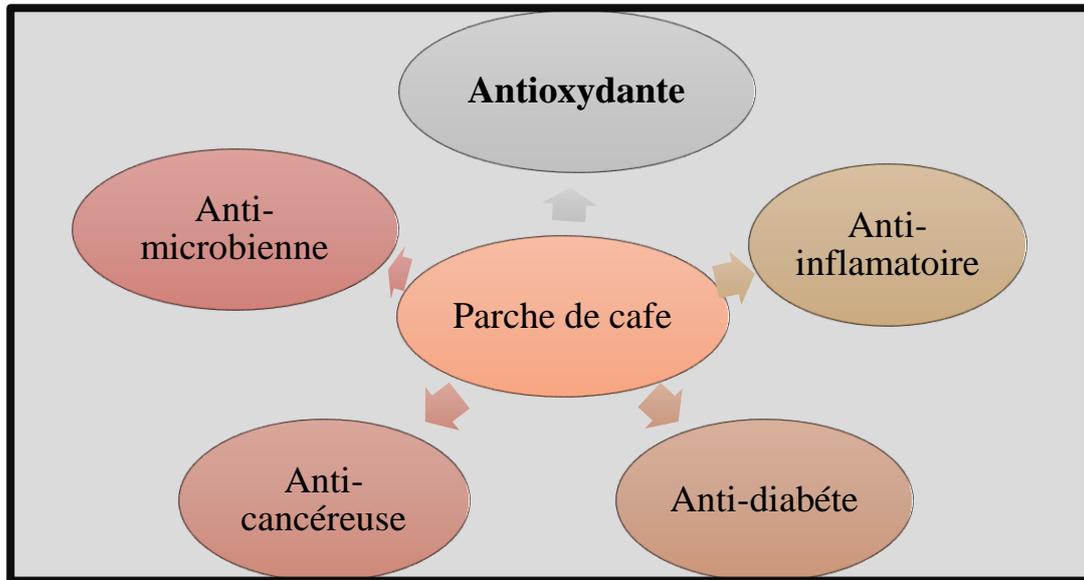


Figure 13 : Activité biologique de la parche de café (Munyendo *et al*, 2021).

1. Pouvoir antioxydant de la parche de café

Depuis quelques années, l'intérêt pour des antioxydants devient de plus en plus important. Car ils exercent des effets importants sur la santé humaine en réduisant le stress oxydatif. Cela peut s'expliquer par la relation retrouvée entre le stress oxydatif et quelques pathologies telles que le diabète, le cancer, la maladie de Parkinson, la maladie d'Alzheimer, la neurodégénérescence, l'inflammation et les maladies cardio-vasculaires, en plus du vieillissement (Nehlig, 2016).

La parche de café est très riche en composés phénoliques, (Pandey, 2000). Principalement les acides chlorogéniques et leurs produits de dégradation (acides caféique, férulique et coumarique). L'un des isomères de l'acide chlorogénique, l'acide 5-caféoylquinique (5-CQA) qui joue un rôle d'un antioxydant par l'augmentation du taux de glutathion (Nicolas et Haler, 2013). Et plus d'autres composés (la caféine, la trigonelline ...) sont considérés comme des puissants antioxydants (Vignoli *et al*, 2014).

CHAPITRE 02 : Pouvoir antioxydant et hypoglycémiant et hypolipidémiant de la parche de café

1.1. Radicaux libres

Lorsque la cellule utilise de l'oxygène, il se passe au niveau de la mitochondrie, un grand nombre de réactions d'oxydation. Le résultat est la production d'énergie, mais aussi de différentes espèces réactives oxygénées (ERO), dont font partie les radicaux libres (**Bartosz, 2003**). Donc les ERO Est une espèce chimique (atome ou molécule) qui possède un é célibataire c'est-à-dire non apparié (instable) (**Ahmed et Mohammed, 2000**). Et d'après les recherches de **Liguori et ses collaborateurs en 2018**, ils ont trouvé que les radicaux libres sont des radicaux réactifs et des dérivés non radicaux de l'oxygène, elles représentent la plus importante classe d'espèces réactives générées dans l'organisme.

1.2. Les ERO peuvent avoir des sources endogènes et exogènes (Figure 14)

- Les sources exogènes tels que : la pollution, drogue, médicament, le tabac, UV, radiation ionisant
- Les sources endogènes ce sont des origines biologiques comme les virus, les bactéries, les réactions immunologiques, les fuites des électrons (métabolisme humain normal) [(**Patel et al, 2000**) ; (**Koechilin, 2006**)].

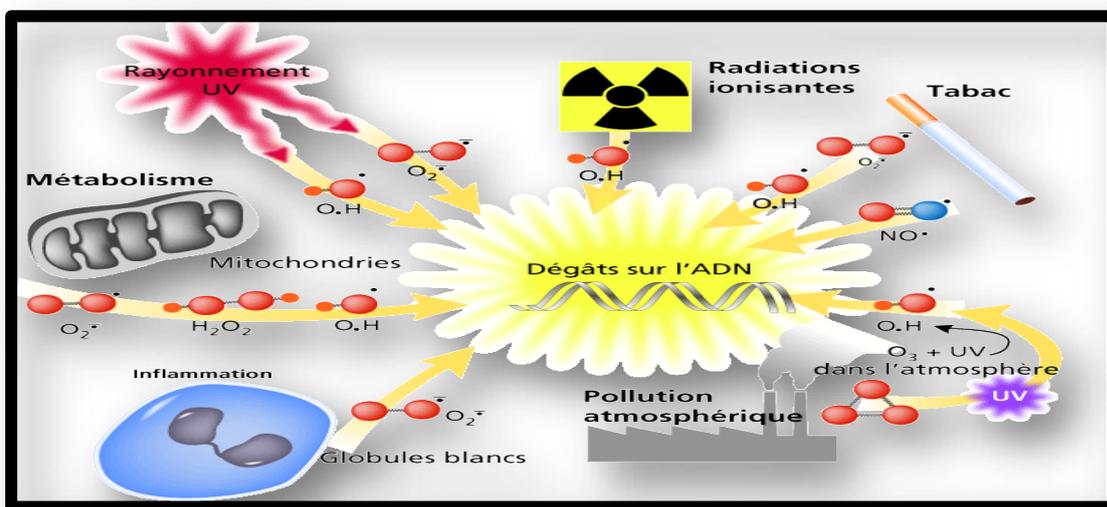


Figure 14 : Principales sources de formation de radicaux libres (Ohar, 2007).

CHAPITRE 02 : Pouvoir antioxydant et hypoglycémiant et hypolipidémiant de la parche de café

1.3. Stress oxydant :

Correspond à une agression des cellules par des radicaux libres et caractérisé par un déséquilibre entre la production d'éléments oxydants et la capacité antioxydante de l'organisme.

1.4. Antioxydant :

Les antioxydants sont des substances chimiques qui entravent l'action des radicaux libre. Ils sont produits dans l'organisme (endogène ; protéiques et non protéiques) ou apportés par les aliments (exogènes) [(Ahmed et Mohammed, 2020) ; (Liguori *et al*, 2018)].

1.4.1. Classification des antioxydants (Ahmed et Mohammed, 2020)

1.4.1.1. Antioxydants endogènes

➤ Antioxydants enzymatiques :

Superoxyde dismutase, catalase, glutathion peroxydase, Glutathion S-transférase, méthionine sulfoxyde réductase, NADPH, ferritine et métallothionéin, glutathion réductases.

➤ Antioxydants non enzymatiques

Bilirubine, coenzyme Q10, œstrogènes, mélatonine, acide α -lipoïque, pyruvate et acide urique.

1.4.1.2. Antioxydants exogènes

Vitamine C, vitamine E, caroténoïdes et composés phénoliques.

1.5. Le pouvoir antioxydant de la parche de café

La parche de café est riche en tanins, qu'ils ont dû à leur masse moléculaire élevée et le haut degré d'hydroxylation de leurs noyaux aromatiques, présente un potentiel antioxydant très élevé. Leurs actions antioxydantes se montrés par leurs capacités à piéger les radicaux libres, la chélation des métaux de transition, l'inhibition des enzymes pro oxydants et l'inhibition de la peroxydation lipidique (Koleckar, 2008). Ainsi la parche de café a été considéré comme une source très importante de produit phytochimique d'une part le kahweol et le cafestol qui inhibe la production intracellulaire de ERO et les dommages oxydatifs sur l'ADN (Lee et Jeong, 2007) et d'autre part sa richesse en acide chlorogénique (ACGs) avec sa structure phénolique et qui considéré comme un antioxydant puissant. Ils ont un effet

CHAPITRE 02 : Pouvoir antioxydant et hypoglycémiant et hypolipidémiant de la parche de café

bénéfique dans les maladies neurologiques ainsi que dans le diabète de type II et le cancer du foie (Haler, 2013).

En basant sur notre recherche bibliographique, peu de travaux ont été faite sur le pouvoir antioxydant de la parche de café, le **tableau 04** résume l'ensemble des résultats trouvés :

Tableau 04 : Pouvoir antioxydant de la parche de café.

Étude	Auteurs	Matériels et méthodes	Résultats	Conclusion
Déterminer la teneur en polyphénols et l'activité antioxydante de la parche de café de type "Arabica" provenant de différentes régions du monde de sa culture et ayant subi une torréfaction industrielle. Également pour déterminer quel café, en tenant compte du degré de torréfaction (c'est-à-dire léger, moyen et fort), est nutritionnellement le plus bénéfique	Ewa Dybkowska et al, 2017	Le matériel d'étude était des grains de café naturels (100% Arabica) torréfiés à divers degrés, comme mentionné ci-dessus, qui avaient été cultivés au Brésil, en Éthiopie, en Colombie et en Inde. Les polyphénols ont été mesurés dans les grains de café par des moyens spectrophotométriques basés sur la réaction de Folin-Ciocalteu, tandis que l'activité antioxydante a été mesurée par colorimétrie à l'aide de radicaux cat-ioniques ABTS+.	La teneur en polyphénols et l'activité antioxydante dépendaient à la fois de l'origine du café et du degré de torréfaction. Des temps de torréfaction plus longs ont entraîné une plus grande dégradation des polyphénols. Les concentrations de polyphénols les plus élevées ont été trouvées dans le café légèrement torréfié, allant de 39,27 à 43,0 mg/g, tandis que les niveaux dans le café moyennement et fortement torréfié variaient respectivement de 34,06 à 38,43 mg/g et de 29,21 à 36,89 mg/g. L'activité antioxydante a cependant augmenté de manière significative avec le degré de torréfaction,	Les niveaux de polyphénols et les activités antioxydantes dans les grains de café Arabica étudiés qui avaient subi une torréfaction dépendaient de la région de culture du monde. Une torréfaction plus longue a entraîné une baisse significative des niveaux de composés polyphénols (de 7,3 % à 32,1 %) dans les grains de café. Les activités antioxydantes du café ont augmenté avec la torréfaction, malgré des niveaux réduits d'antioxydants naturels. D'un point de vue nutritionnel, les cafés les plus appréciés sont ceux légèrement ou moyennement

CHAPITRE 02 : Pouvoir antioxydant et hypoglycémiant et hypolipidémiant de la parche de café

			<p>où le café fortement torréfié avait une telle activité plus élevée que le café légèrement torréfié. Cela peut s'expliquer par la formation de composés de réaction de Maillard lors de la torréfaction, conduisant alors à la formation de composés antioxydants de mélanoïdine qui, dans une large mesure, compensent la diminution des polyphénols lors de la torréfaction.</p>	torréfiés.
<p>Cette étude visait à connaître les composés phénoliques et les propriétés fonctionnelles de la parche de café extirpés de la farine pour évaluer son utilisation possible en tant que nouvel ingrédient riche en fibre au potentiel antioxydant.</p>	<p>(Benítez, et al 2021)</p>	<p>Pour mesurer la capacité antioxydante de la parche de café on utilise</p> <p>1. les tests pour l'évaluation de l'ABTS+. Les échantillons de parche de café ont été dilués et agité, pour préparer la courbe d'étalonnage.</p> <p>les échantillons et des étalons ont été incubé pendant 5 min à 37 °C et centrifugé avant de mesurer l'absorbance du surnageant à 734 nm.</p>	<p>Les composés phénoliques Pourrait être libéré de la lignine et des hémicelluloses grâce à l'effet d'extraction prolongé de la vis à haute température et la pression, contribuant à l'augmentation du TPC à 160-175 °C la capacité antioxydante des fractions phénoliques libres et liées était associée à la teneur en composés phénoliques ($r = 0,980-0,992$, $p < 0,001$) (2A). Extrusion à haute température (160-175 °C) produit un</p>	<p>L'extrusion n'a pas modifié le contenu du Fibres alimentaires provenant de la parche de café, mais les composés phénoliques étaient libéré dans la farine de parche de café extrudée incitant son capacité antioxydante. Ainsi, des composés phénoliques pourraient être libérés dans le tractus gastro-intestinal pendant la digestion exerçant son action bénéfique Propriétés. Ce traitement, principalement à</p>

CHAPITRE 02 : Pouvoir antioxydant et hypoglycémiant et hypolipidémiant de la parche de café

	<p>2. une digestion gastro-intestinale in vitro était Réalisées pour évaluer la libération potentielle de composés phytochimiques Les surnageants de la phase intestinale ont été lyophilisé et conservé à -20 °C jusqu'à utilisation ultérieure. la capacité antioxydante libérée (R-ABTS) dans la phase intestinale de la digestion simulée a été déterminée dans le surnageant de la phase intestinale à l'aide du Folin-Ciocalteu et du Méthodes ABTS. Les cellules intestinales ont été manipulées dans des microplaques à 96 puits. Après 24 h d'incubation, les cellules ont été traitées avec l'intestin et incubé pendant 24 h. La viabilité cellulaire a été mesurée à l'aide du CellTiter 96® AQueous (MTS dosage) (Promega Corporation puis</p>	<p>dégagement de composés phénoliques associé à une augmentation de la capacité antioxydante de ces fractions. Les composés phénoliques libres dans la parche de café sont principalement les acides chlorogénique, vanillique et protocatéchuique, tandis que les acides les composés phénoliques sont composés d'acides p-coumariques.²⁷ De plus, ces les composés réduisent le stress oxydatif et régulent les métabolismes.</p>	<p>haute température, a modifié les propriétés physico-chimiques et techno fonctionnelles de la parche de café. Nos découvertes apporté de nouvelles connaissances sur l'utilisation durable du café farine de parche en tant qu'ingrédient alimentaire riche en fibres alimentaires et avec propriétés antioxydantes</p>
--	---	--	---

CHAPITRE 02 : Pouvoir antioxydant et hypoglycémiant et hypolipidémiant de la parche de café

		la mesure Détermination des espèces intracellulaires réactives de l'oxygène (ROS)		
--	--	--	--	--

2. L'influence de la parche de café sur le métabolisme des glucides

2.1. Diabète

Le diabète de type 2 est un trouble métabolique due principalement à une sécrétion défectueuse (carence) d'insuline par les cellules bêta pancréatique qui provoque un taux élevé de glucose dans le sang (hyperglycémies) y compris une production excessive d'insuline (hyperinsulinisme), malgré la présence massive de l'insuline les cellules expriment une résistance (insulino résistance) (**Figure 15**)

CHAPITRE 02 : Pouvoir antioxydant et hypoglycémiant et hypolipidémiant de la parche de café

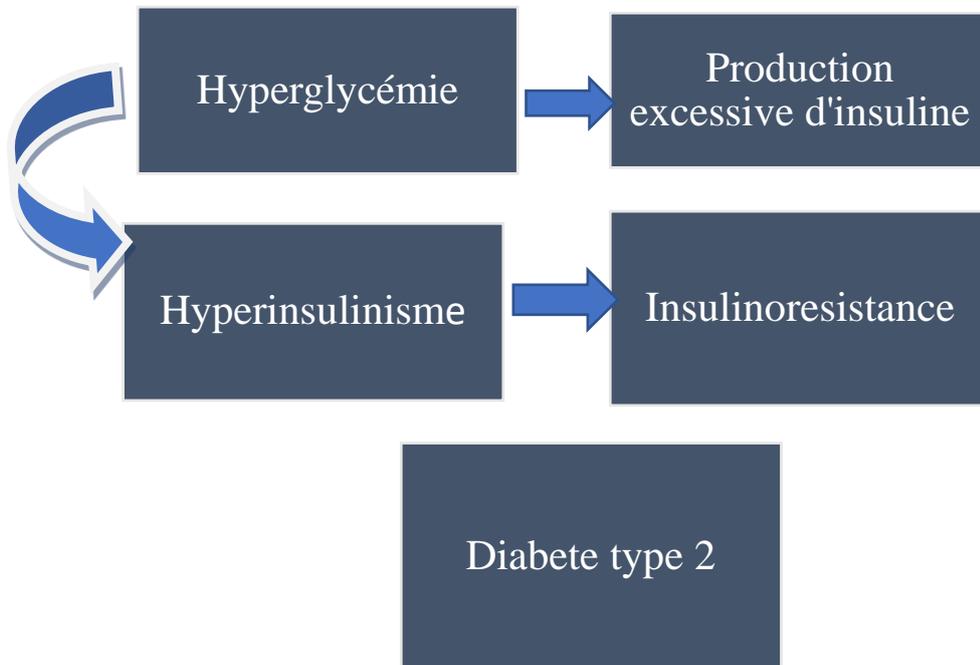


Figure 15 : La progression du diabète type 2.

2.2 Diabète et stress oxydant

Haler en (2013) a pu montrer que le stress oxydatif est parmi la principale cause de développement de plusieurs pathologies entre autres le diabète type 2. Une Insulino-résistance avec une diminution de l'utilisation du glucose par les muscles et une augmentation de la néoglucogenèse par le foie ce qui aboutit à une hyperglycémie. Pour Comblent cette hyperglycémie, le pancréas augmente sa production d'insuline, or après quelques années d'hyper-insulinémie, la production d'insuline va décroître et le patient devient insulino-déficient et diabétique. Plusieurs travaux ont montré que la parche de café a une action hypoglycémique qui est due à l'acide p-hydroxy benzoïque qui augmente le taux d'insuline

CHAPITRE 02 : Pouvoir antioxydant et hypoglycémiant et hypolipidémiant de la parche de café

sérique et la teneur en glycogène dans le foie [(Kohlmunzer, 2003) ;(Peungvicha *et al*, 1998)].

Cette molécule exerce un effet semblable aux inhibiteurs de l'alpha-glucosidase (une enzyme qui coupe les liaisons glucidiques alpha 1-4) (Narita et Inouye, 2009). Et le glucose-6-phosphatase qui se retrouve dans le foie où elle hydrolyse le glucose-6-phosphate pour donner du glucose exporté dans la circulation sanguine en cas de besoin (Gérald *et al*, 1993). Par son rôle l'acide 5-caféoylquinique 5-CQA et les autres acide chlorogéniques (ACGs) inhibent également cette enzyme au niveau hépatique et par la diminution de l'absorption intestinale du glucose pour ainsi diminuer la glycémie (Figure 16).

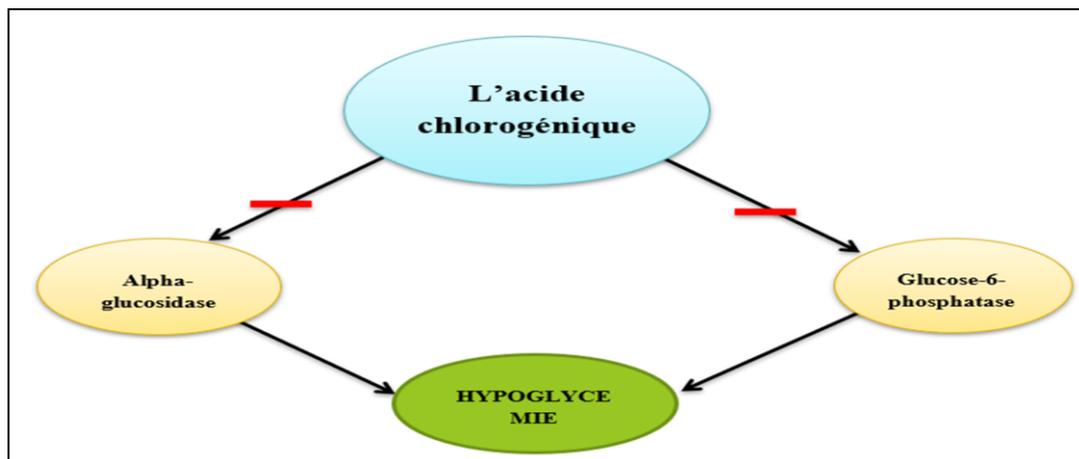


Figure 16 : Effet hypoglycémiant de l'acide chlorogénique.

Tableau 05 : L'effet hypoglycémiant de la parche de café.

CHAPITRE 02 : Pouvoir antioxydant et hypoglycémiant et hypolipidémiant de la parche de café

Etude	Auteurs	Matériels et méthodes	Résultats	Conclusion
<p>Etude des propriétés hypoglycémiantes des produits phénoliques et fibre alimentaire contenues dans la farine de la parche de café.</p>	<p>(Benítez, et al 2021)</p>	<p>Pour l'évaluation <i>in vitro</i> des propriétés hypoglycémiantes il faut d'abord examiner la capacité d'adsorption du glucose pour cela on mélangeant chaque échantillon avec quatre concentrations de glucose puis l'incubation et la centrifugation. La quantité de glucose adsorbée sur l'échantillon a été estimée par la différence entre la valeur initiale et le glucose disponible dans le surnageant. Le glucose a été quantifié avec K-GLUC. Ensuite, la détermination de l'inhibition de l'amylase <i>in vitro</i> a été ajouté pour arrêter la dégradation de l'amidon, et le mélange a été centrifugé (15 min, 3500 g). La teneur en glucose a été mesurée dans le surnageant pour connaître la production de glucose. Un test de contrôle sans échantillons (blanc) a également été développé pour connaître la production maximale de glucose. La Capacité des échantillons à retarder la diffusion du glucose <i>in vitro</i> a été Déterminé</p> <p>Ajout de l'échantillon (blanc) Ont été dialysés contre de l'eau distillée (80 ml) à 37 ° C à l'aide d'un appareil de dialyse</p> <p>Membrane (poids moléculaire de coupure de 12 000 à 14 000) La quantité de glucose dans le dialysat a été mesuré avec K-GLUC (Megazyme, Wicklow, Irlande) après incubation (10-150 min) puis on mesure la détermination du retard de digestibilité de l'amidon <i>in vitro</i>.</p>	<p>L'analyse statistique nous a permis de classer la parche de café échantillon en fonction de leur composition chimique, Propriétés hypoglycémiques. Les résultats ont pu montrer que ces propriétés hypoglycémiantes sont due aux composés phénoliques de la farine de la parche de café. Car L'extraction a préservé la capacité d'adsorption du glucose de la farine de la parche de café ainsi qu'une capacité inhibitrice <i>in vitro</i> accrue de l'amylase et une retardation de la diffusion du glucose</p>	<p>Les composés phénoliques contenus dans la parche de café est la cause principale des effets biologiques exploités dans cette étude (l'effet hypolipidémiant)</p>

CHAPITRE 02 : Pouvoir antioxydant et hypoglycémiant et hypolipidémiant de la parche de café

3. L'influence de la parche de café sur le métabolisme des lipides

3.1. La régulation de l'hypolipidémie

Plusieurs études ont mis en évidence le rôle hypolipidémiant des composants du café vert et comment elle lutte contre la dyslipidémie qui présente un taux faible d'HDL (le bon cholestérol) et un taux élevé de triglycéride et LDL (mauvais cholestérol) c'est-à-dire un taux élevé des graisses dans le sang qui reste un facteur de risque majeur pour le syndrome métabolique ; l'obésité et les maladies cardiovasculaires. Ce profil lipidique déséquilibré est le résultat de plusieurs facteurs, principalement l'alimentation ; la génétique, ainsi que les troubles hormonaux (**Davidson et Pulipati, 2021**).

Le café vert et par sa richesse en composés phénoliques amène au corps la satiété par la régulation des sécrétions des cellules graisseuses et l'inhibition de la lipolyse par la modification du métabolisme ce qui inhibe la progression de l'obésité et l'athérosclérose. Lorsque les polyphénols arrivent au niveau du côlon elles commencent à jouer son rôle comme étant des produits bioactifs transformés par le microbiote intestinal. L'acide chlorogénique contenu dans la parche de café a été examiné par les chercheurs qu'ils sont prouvés qu'il a un rôle dans la diminution du cholestérol dans le sérum et le foie par l'inhibition de l'absorption intestinale et l'activation de la lipogenèse. Cette action anti hyperlipidémie n'est pas dédiée seulement au cet acide mais aussi d'autres composé comme les flavonoïdes qui accélèrent l'oxydation des lipides et augmentent l'activité des enzymes antioxydants et abaisse par la fois le taux du triglycéride ce qui améliore le métabolisme des lipides (**Hadj Salem et al, 2018**). Les acides phénoliques tel que l'acide férulique inhibent l'expression des protéines de la néoglucogenèse hépatique (la phosphoénolpyruvate carboxylase et la G6P) et active la stéaroyl-CoA désaturase-1(enzyme anabolisant des acides gras monoinsaturés) (**Ntambi et al, 2002**) et contrôle les hormones métaboliques (leptine, insuline, et adiponectine) ainsi que. Pour la lignine il exerce ces effets sur le récepteur hépatique X α (LXR α)/SREBP1c/FAS/acétyl-CoA carboxylase (ACC) et SREBP2/3-hydroxy-3-méthylglutaryl-coenzyme (un régulateur majeur d'homéostasie du cholestérol).ces effets positives de la parche sur la dyslipidémie donnera la chance pour les chercheurs de mieux profondes dans les constituants et améliorera les propriétés physiques et chimiques et comprendre mieux les mécanismes et les relations entre les métabolismes (**Figure 17**) (**JieMa et al, 2020**).

CHAPITRE 02 : Pouvoir antioxydant et hypoglycémiant et hypolipidémiant de la parche de café

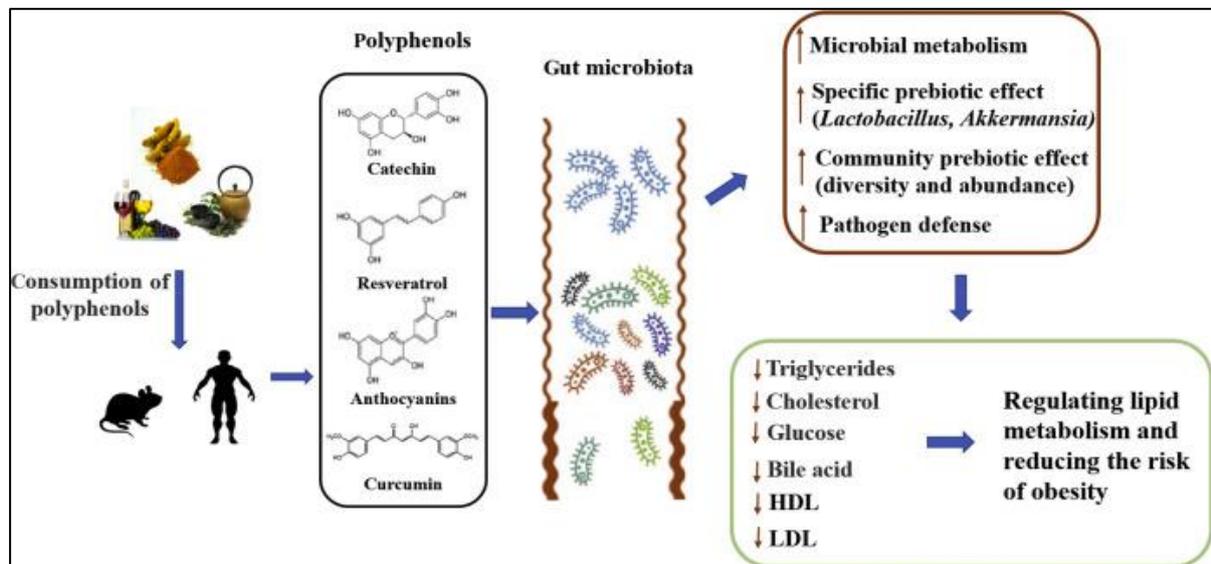


Figure 17: Effets des polyphénols sur le profile lipidique (Jie Ma *et al*, 2020).

Tableau 6 : Effet hypolipidémiant de la parche de café.

Étude	Auteurs	Matériels et méthodes	Résultats	Conclusion
Effet de l'acide chlorogénique sur les adipocytes <i>in vitro</i> et leurs teneurs en glucose et en ATP	Saidi Merzouk <i>et al</i> , 2019	Les adipocytes ont été récupérés du tissu adipeux abdominal après sacrifice, et incubés en présence de la collagénase (0,025 %). La viabilité cellulaire est appréciée par le bleu de Trypan, et le comptage des cellules se fait dans la cellule de Malassez. Les adipocytes sont par la suite incubés dans le milieu RPMI, en présence ou en absence de l'acide chlorogénique à différentes concentrations (1 et 10 µM) pendant 24	Les résultats ont montré une faible consommation de glucose par les adipocytes, avec des faibles concentrations d'ATP et une libération réduite de glycérol avec un stress oxydatif concomitant dans les adipocytes de rats obèses. La	L'acide chlorogénique a des effets bénéfiques sur la fonction adipocytaire et le statut redox, avec un effet efficace sur la lipolyse. L'acide chlorogénique du café peut donc constituer une stratégie thérapeutique afin de corriger la fonction

CHAPITRE 02 : Pouvoir antioxydant et hypoglycémiant et hypolipidémiant de la parche de café

		h. La prolifération des adipocytes (test MTT), le pool énergétique en ATP, la consommation de glucose intracellulaires, l'efflux de glycérol, l'équilibre redox (catalase, glutathion réduit, hydroperoxydes et protéines carbonylées) sont ensuite déterminés par des méthodes spécifiques.	fonction adipocytaire et l'équilibre redox ont été améliorés en présence de l'acide chlorogénique avec augmentation de la lipolyse.	adipocytaire au cours de l'obésité.
La détermination des propriétés hypolipidémiantes des composés phénoliques de la farine de la parche de café	(Benítez, et al 2021)	L'évaluation <i>in vitro</i> des propriétés hypolipidémiantes 1. détermination de l'inhibition de la lipase <i>in vitro</i> . L'inhibiteur de L'activité contre que la lipase pancréatique des échantillons extrudés a été mesurée. L'échantillon et la solution de lipase pancréatique ont été mélangés et incubé dans un bain-marie (37 °C, 1 h) avec du tampon phosphate de sodium (0,1 mol L ⁻¹ , pH 7,2) et de l'huile d'olive. Une méthode similaire a été effectuée en ajoutant des sels biliaires pour évaluer L'effet de liaison des sels biliaires sur l'activité de la lipase. Inhibiteur de lipase l'activité (%) a été définie comme le pourcentage de diminution de taux de production d'acides gras par rapport au témoin. 2. Détermination de la capacité de liaison du cholestérol <i>in vitro</i> . 3. Détermination de la	Les résultats ont pu montrer qu'il trouve des propriétés hypolipidémiantes dans la farine de la parche de café grâce à la présence des composés phénolique L'effet hypolipidémiant <i>in vitro</i> de la parche de café extrudé préserve la capacité de liaison du cholestérol de la farine de la parche elle augmente aussi la capacité de la farine de la parche de café Pour lier les sels biliaires ainsi qu'une inhibition de la lipase pancréatique	Les composés phénoliques contenus dans la farine de la parche de café est la cause principale des effets biologiques exploités dans cette étude (l'effet hypolipidémiant) dans ce cas.

CHAPITRE 02 : Pouvoir antioxydant et hypoglycémiant et hypolipidémiant de la parche de café

		capacité de liaison du cholate de sodium <i>in vitro</i> .		
--	--	--	--	--

4. L'effet de la parche de café sur les entérocytes

4.1. Etude des cellules intestinales

Au cours de la digestion, les macronutriments sont décomposés en substances qui peuvent traverser l'épithélium intestinal et pénétrer dans la circulation sanguine pour être utilisées dans le corps.

Les micronutriments et les liquides, pénètrent dans le corps par le système gastro-intestinale par contre les macronutriments sont décomposés en petites unités absorbables, principalement dans l'intestin grêle. Les produits de la digestion (les vitamines, les minéraux et l'eau), traversent la muqueuse et pénètrent dans le sang ou la lymphe pour être absorbés.

Les cellules de l'intestin grêle (les entérocytes) présentent une bordure en brosse constituée de nombreuses microvillosités tapissant leur surface apicale. Elle est caractérisée par sa richesse en enzymes, présente dans sa face luminale une couche riche en glycoprotéines et le glycocalyx. Ces enzymes hydrolysent les glucides et les peptides, lorsqu'on profonds dans la cellule on trouve une couche non agitée similaire à la couche adjacente à la membrane plasmique, cette couche est perméable et laisse passer les solutés pour atteindre les cellules muqueuses, présente aussi une barrière importante à la diffusion. La plupart des substances passent de la lumière aux entérocytes, puis vers les fluides interstitiels (Justin et Dhamoon, 2021).

L'absorption a lieu majoritairement au niveau des entérocytes grace à la grande surface les replis, les villosités et les microvillosités qui favorise cette action de plus les cellules sont régénérées rapidement de manière à présenter une surface d'échange efficiente (Maude *et al*, 2017).

La parche contient plusieurs éléments qu'on peut pas les ignoreés et qui joues un rôle très important dans la digestion et le métabolisme (les fibres, la caféines, les diterpenes, le

CHAPITRE 02 : Pouvoir antioxydant et hypoglycémiant et hypolipidémiant de la parche de café

kahwol et le caféstol etc...) mais le constituant le plus abondant et le plus précieux selon les études récentes sont les polyphénols.

4.2. Le rôle de la parche de café sur les cellules intestinale

L'absorption intestinale des polyphénols a été indirectement estimée par l'augmentation de la défense antioxydante dans la circulation en réponse à leur consommation. Les processus de la digestion et de l'absorption tels qu'ils sont généralement admis aujourd'hui pour les polyphénols. Une distinction doit être faite entre ces processus de bas et de haut poids moléculaire le long du tube digestif car les sites et l'efficacité peuvent différer. Les plus absorbés sont les isoflavones (**Williamson *et al*, 2018**), les acides caféique et gallique sont en tête, suivis des catéchines, des flavanones et des glucosides de quercétine. Les polyphénols de haut poids moléculaire tels que les proanthocyanidines, les catéchines galloylées et les anthocyanines viennent en dernier (**Manach *et al*, 2004**).

De l'absorption intestinale des polyphénols alimentaires, de la transformation luminale et des actions de leurs métabolites pertinents sur les troubles cardiométaboliques. Comme les polyphénols alimentaires ont une absorption limitée dans l'estomac et l'intestin grêle, les polyphénols non absorbés continuent leur transit vers le côlon où ils sont hydrolysés, (**Kawabata *et al*, 2019**).

Déméthylés, décarboxylés, déshydroxylés et fissionnés par le microbiote. Suite à ces processus, les métabolites microbiens sont soumis à un métabolisme de phase II dans le côlon et le foie, et pénètrent dans la circulation sanguine pour exercer leurs effets biologiques, qui s'étendent aux organes périphériques. et les métabolites microbiens absorbés sont principalement excrétés dans l'urine. Il convient de noter que, alors que les polyphénols améliorent la composition, la diversité et les fonctions du microbiote grâce à leurs actions prébiotiques, le microbiote intestinal les transforme en régulateurs bioactifs efficaces capables d'optimiser la santé cardiométabolique chez les individus en bonne santé, tout en soulageant et en atténuant le syndrome métabolique chez les patients (**Figure 18**) (**Kumar *et al*, 2019**).

CHAPITRE 02 : Pouvoir antioxydant et hypoglycémiant et hypolipidémiant de la parche de café

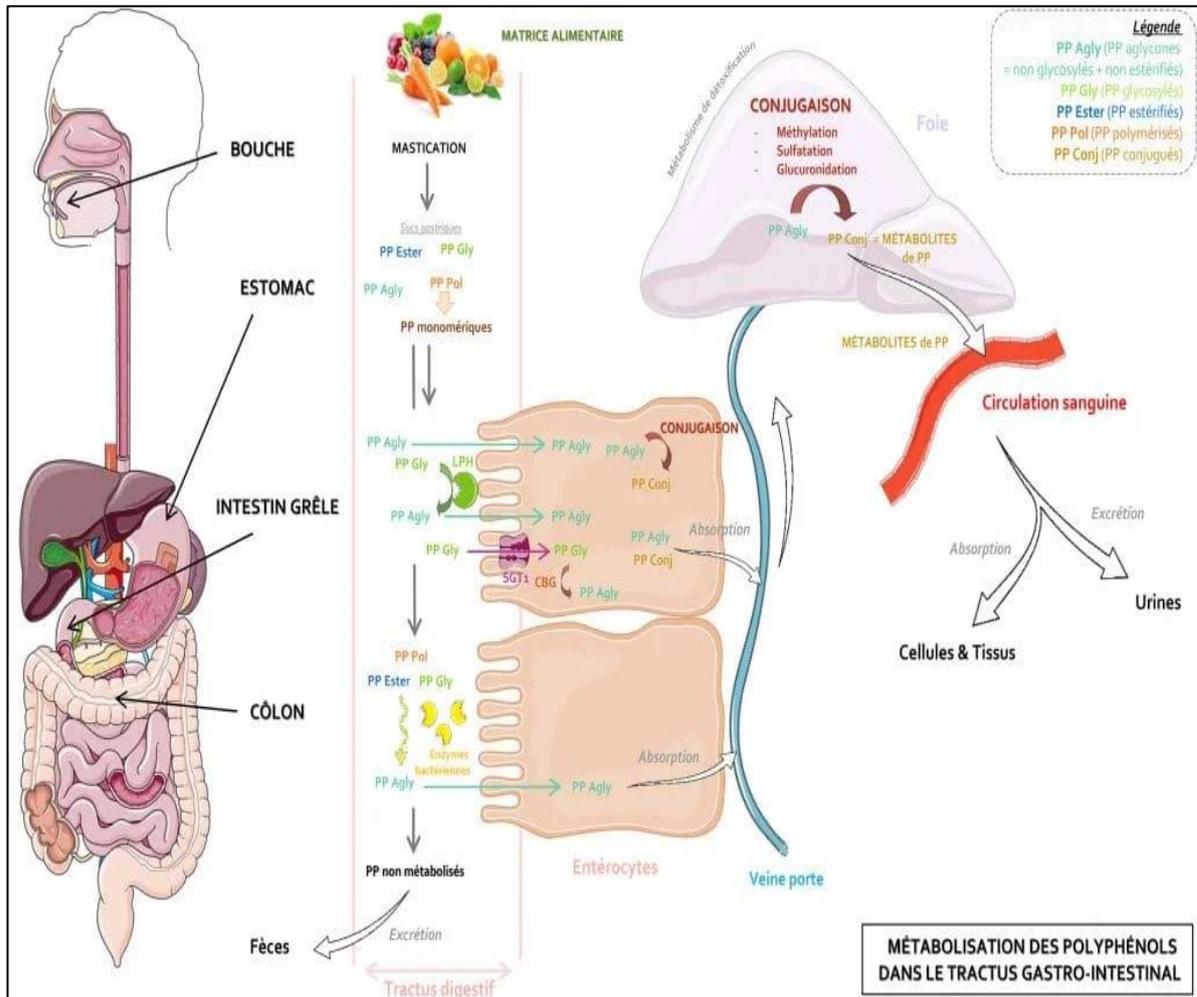


Figure 18: Métabolisme des polyphénols dans le tracus gastro-intestinale (Nutrixéal info, 2020).

CONCLUSION

Conclusion

Le café est considéré comme un liquide très important d'un point de vue alimentaire, et le boisson le plus consommé au monde avec l'évolution et la valorisation de certains particularité qui se trouve dans ces déchets. Un jour en va dire que c'est l'aliment le moins gaspiller car il peut être consommé et utilisé avec tout ce qu'il contient.

Les éléments contenus dans ce sous-produit et plus particulièrement dans la parche de café lui donne une valeur et exprime les hypothèses et les recherches scientifiques dans les dernières décennies.

La parche de café est l'aliment résiduel le plus utilisé actuellement dans les pays de monde grâce à sa teneur en caféine ; les fibres alimentaires ; diterpènes et polyphénols etc...

L'objectif de notre étude est de connaître le pouvoir antioxydant hypolipidémiant et hypoglycémiant de la parche de café sur les cellules intestinale

Nos résultats montrent que la parche de café exerce ces effets biologiques sur le métabolisme des lipides des glucides et sur le statut antioxydant ainsi que la modification du microbiote intestinale bien que nombreuses études ont mis en évidence les propriétés antidiabétiques des polyphénols. On pense donc que cet aliment peut intervenir de façon positive dans la régulation du glucose dans le sang. Ils pourraient donc éventuellement constituer un traitement diététique pour la prévention et le traitement de DT2 et les maladies cardiométaboliques pour l'activité antioxydante est démontré par ces composants phénoliques (l'ACG, caféique, férulique et p-coumarique).

Les diterpènes (cafestol et kahweol) attribuent des effets défavorables sur les niveaux de cholestérol total et de LDL dans le sang (Hypolipidémiant), la caféine qui réduit la fatigue, augmente l'état d'alerte, la mémoire et la capacité de concentration.

La parche de café a un impact considérable sur de multiples facteurs de risque pour la santé, l'hypertension artérielle, la dyslipidémie (plus précisément, cholestérol de basse densité ou LDL), Résistance à l'insuline et hyperglycémie (glucose élevé dans le sang) et l'incidence du DT2.

À partir de là, de nombreux aliments et médicaments chargés de réguler le métabolisme énergétique à base de ces sous- produits ont été inventés.

Conclusion

Dans une étude, il a été démontré que la consommation de 400 ml de café (avec 2.5 mmol d'ACG par litre) augmentait le polypeptide insulinothéropé dépendant du glucose (GIP) et le glucagon de type 1 (GLP-1). Ce sont les deux hormones qui stimulent la sécrétion d'insuline.

La teneur élevée en composants phénoliques présents dans le café a démontré une puissante capacité antioxydante qui protège contre l'athérosclérose, le dysfonctionnement endothélial et l'hypertension artérielle.

Les recommandations de la consommation modérée de café (équivalente à 1-3 tasses par jour, qui correspond à une ingestion de 101-337 mg/jour de polyphénols), avait un effet bénéfique sur les facteurs de risque cardiovasculaire :

Diminution de la tension artérielle systolique et diastolique, Amélioration du profil lipidique (concentration moindre de cholestérol total et LDL), etc....

Pour conclure, le changement de considération des déchets du café ouvre des perspectives pour les scientifiques et les industries pour rendre ses composants bioactifs commerciale et plus valeureux et un limiteur de la pollution.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Références bibliographiques

Azzizi. H, Elouedjedi Talet. (2017). Effets de la consommation du café sur le statut oxydant/antioxydant des étudiants de l'Université de Tlemcen, mémoire de Master, Université de Abou BekrBelkaid.

Astrid. N. (2016). La composition nutritionnelle du café du livre Café et santé

Abedini. A. (2013). Evaluation biologique et phytochimique des substances naturelles d'hyptis atrorubens Poit. (Lamiaceae), sélectionnée par un criblage d'extraits de 42 plantes. Diplôme de Doctorat, Université de Lille, France.

Anne-Charlotte P. (2021). Impact des aliments ultra-transformés sur la santé : un Sujet au coeur de l'actualité 2021

Ammoure.A, Khalfoun.S.(2020). Valorisations biotechnologiques de la parche de café : revue scientifique.

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

B

Bouhenniche. I, Zergui A .(2018). Contribution à la valorisation des déchets de cafés Commercialisés dans la région d'Ain Defla, mémoire de Master, Univ Djilali Bounaâma de Khemis Miliana.

Bouden. H, Kadri. A. (2019). Contrôle de qualité du café et du safran, mémoire de Master, Univ Blida 1.

Bruneton. J. (2008). Acides phénols. In: Pharmacognosie, phytochimie et plantes médicinales. Ed: Tec & Doc. Lavoisier, Paris. pp 198-260.

Bartosz. G. (2003). Generation of reactive oxygen species in biological systems. Comments on Toxicology. 9, 5-21.

Bahadoran. Z, Mirmiran. P, Azizi. F. (2013). Dietary polyphenols as potential nutraceuticals in management of diabetes: a review. J Diabètes Metab Disord. 2013 ;12(1) :43.

Références bibliographiques

C

Collin. S, Crouzet. J. (2011). Polyphénols et procédés : Transformation des polyphénols au travers des procédés appliqués à l'agroalimentaire. Tec & Doc, Lavoisier, Paris, 336p.

Christèle. B. (2006). Extraction concentration et caractérisation des composés polyphénoliques du café vert.

Cassidy. A, Kay.C. (2013). In Encyclopedia of Human Nutrition (Third Edition).

Crozier. A. (2003). Classification and biosynthesis of secondary plant products: An overview. In: Plants Diet and Health, (G. Goldberg, ed.) British Nutrition Foundation, 27–48p.

Chabaud. M. (2010). La caffeine Antenne Médicale de Prévention du Dopage.AMPD LR. 1-3.

Clifford. M.N, WillsonK. C. (1988). (Editors) - Coffee; botany, biochemistry and production of beans and beverage. Londres, CroomHelm, 1985 Wrigley G. - Coffee. Londres, Longman.

Clifford. M.N, Ramirez Martinez, J.R. (1991) a. Phenols and Caffeine in Wet Processed Coffee Beans and Coffee Pulp. Food chemistry 40: 35-42.

Clifford. M.N, Ramirez Martinez. J. R. (1991). Tannins in Wet-Processed Coffee Beans and Coffee Pulp. Food chemistry 40: 191-200.

Collin. S, Crouzet. J. (2011). Polyphénols et procédés. Edition Lavoisier TEC & DOC, p 5, 13, 16 , 235.

Christophe Dalmat. (2007). La notion de denrées alimentaires.

Cassidy. A, Kay.C. (2013), in Encyclopedia of Human Nutrition (Third Edition).

Collin. S, Crouzet. J. (2011). Polyphénols et procédés. Edition Lavoisier TEC & DOC, p 5, 13 , 16 , 235.

D

Daayf. F, Lattanzid. V. (2008). Recent Advances in Poly phenol Research 1; Ed: WILEYBLACKWELL; p:1- 24.

Références bibliographiques

Dagoon. J, Agriculture & (2005). Fishery Technology Iv, Rex Bookstore.

D'Archivio. M, Filesi. C, Di. Benedetto. R, Gargiulo. R, Giovannini. C, Masella. R. (2007). Polyphenols, dietary sources and bioavailability. Annali-dell'Istituto-Superiore-di Sanità. 43(4) :348-361.

Dicko. M. H, Gruppen. H, Traor. A. S, Voragen. A. G. J, Van Berkel. W. J. H. (2006). Phenolic compounds and related enzymes as determinants of sorghum for food use. Biotechnology and Molecular Biology Review, 1 (1), 21-38.

Derbel. S, Ghedira. K. (2005). Phytothérapie et nutrition : Les phytonutriments et leur impact sur la santé. Phytothérapie. 1: 28-34.

E

Ewa. D, A. Sadowska, Rita. R, M. Dębowski, Franciszek. Ś, Katarzyna Ś.A. (2017). polyphenols content and antioxidant activity in coffee beans according to origin and the degree of roasting.

F

Fleuriet. A, Jay-Allemand. C, Macheix. J.J. (2005). Composés phénoliques des végétaux un exemple des métabolites secondaires d'importance économique. Presses polytechniques et universitaires romandes pp 121-216.

François. M. N. (2010). Identification de polyphénols, évaluation de leur activité antioxydante et étude de leurs propriétés biologiques. Biologie végétale. Université Paul Verlaine - Metz, 2010. Français

Franca. A.S, Mendonça. J.C.F, Oliveria. M. B. (2005). Composition of green and roasted coffee of different cup qualities. LWT. 38: 709-715

F.A.O. (2011). Food and agriculture organization of United Nations.

Références bibliographiques

G

Ghedira. K. (2005). Les flavonoïdes: structure, propriétés biologiques, rôle prophylactique et emplois en thérapeutique. *Phytotherapie*, 4(3), 162-169.

Garcia. R, Arriola. D, Dearriola. M.C, Deporres. E, Rolz. C. (1991). Characterization of Coffee Pectin. *Food Science and Technology-LebensmittelWissenschaft&Technologie* 24: 125-129.

Gonçalo. O, Cláudia. P, Passos. P. F, Manuel. A. (2021). Coimbra 2 et Idalina Gonçalves Coffee By-Products and Their Suitability for Developing Active Food Packaging Materials.

Gérald. V.W, Borhane. A, Alfred. B, Jean-François.S.D, Hubert. V. Le système glucose 6-phosphatase hépatique :composantes,propriétés cinétiques,régulation et déficit

H

Hanhineva. K, Torronen. R, Bondia-Pons. I, Pekkinen. J, Kolehmainen. M, Mykkanen. H, Poutanen. K. (2010). Impact of dietary polyphenols on carbohydrate metabolism. *Int. J. Mol. Sci.* 2010, 11, 1365–1402.

Hennebelle.T, Sahpaz. S, Bailleul F. (2004). Polyphénols végétaux, sources, utilisations et potentiel dans la lutte contre le stress oxydatif. *Phytothérapie*, 2(1), 3-6.

Hennion. N. (2018). Les transporteurs de saccharose et la répartition du carbone chez *Arabidopsis thaliana* : rôle dans l'adaptation du système racinaire aux contraintes de l'environnement.

Haslam. E. (1989). Plant polyphenols, vegetale tannins revisited cambridge University Press, Combridge, P 230. In: Les composés phénoliques des végétaux : un exemple de metabolites secondaire d'importance économique.

Hanhineva. K, Törrönen. R, Bondia-Pons. I, Pekkinen. J, Kolehmainen. M, Mykkänen. H, Poutanen. K (2010). Impact of dietary polyphenols on carbohydrate metabolism. *Int J Mol Sci.* 2010;11(4):1365-1402

I

Iris Makoto. (2019). Caféier, *Coffea Arabica*

Références bibliographiques

J

Justin Koffi. H. (2007). Les hydrocarbures aromatiques polycycliques dans le café : mise au point de méthodes analytiques et étude de l'étape de torréfaction. Thèse de doctorat. École Doctorale ABIES, Laboratoire De Chimie Analytique Paris.

Jie. M, Yongmin. Z, Wenjie. T, Wenxin. Y, Houfu. N, Jun. F, Gang. L. (2020). Dietary polyphenols in lipid metabolism: A role of gut microbiome.

Jamila. H. S. (2018). Extraction, identification, caractérisation des activités biologiques de flavonoïdes de *Nitraria retusa* et synthèse de dérivés acylés de ces molécules par voie enzymatique.

James. M. N, Makoto. M, Jonathan. P S, Hong. L, Christina. M. K, Brian. S. Y, Yang. S, Paul. C, Jeffrey. M. F, Alan. D. A. (2002). Loss of stearyl-CoA desaturase-1 function protects mice against adiposity.

Justin. K. H. (2007). Polycyclic aromatic hydrocarbons in coffee :development of analytical methods and study of the roasting process

Justin. J. (2021). Patricia, Amit S. Dhamoon Physiology, Digestion.

Julien. M. (2012). Classification et influences des polyphénols du bois de chêne sur la qualité sensorielle des vins (Application du procédé OakScan®). Ingénierie des aliments. Université de Bordeaux Ségalen (Bordeaux 2).

K

Kong. J. M, Chia. L. S, Goh. N. K, Chia. T. F, Brouillard. R. (2003). Analysis and biological activities of anthocyanins. *Phytochemistry*, 5(64), 923–933.

Koechilin. (2006). Koechlin-Ramonatxo.C.(2006).Oxygen, oxidative stress and antioxidant supplementation ,or an other way for nutrition in respiratory diseases. *Nutrition clinique et métabolique*. 20:165- 177.

Koleckar. V. K. (2008). Condensed and Hydrolysable Tannins as Antioxidants Influencing the Health. *Mini-Reviews in Medicinal Chemistry*, 8(5), 436–447

Khiredine . H. (2014). Comprimés des poudres de dattes comme support universel des principes actifs de quelques plantes médicinales d'Algerie. Mémoire de magister. Université M'hamed Bougera de Boumerdes

Références bibliographiques

Kumar. S, A, Cabral. C, Kumar. R, Ganguly. R, Kumar. R. H, Gupta. A, Rosaria. L. M, Carbone. C, Reis. F, Pandey. A.K. (2019). Beneficial Effects of Dietary Polyphenols on Gut Microbiota and Strategies to Improve Delivery Efficiency. *Nutrients*, 11, 2216.

Kawabata. K, Yoshioka. Y, Terao. J. (2019). Role of Intestinal Microbiota in the Bioavailability and Physiological Functions of Dietary Polyphenols. *Molecules*, 24, 370.

L

Lais. B. Cangussu, Jean C. M, Adriana. S. F, Leandro. S. O. (2021). Chemical Characterization of *Coffee Husks*, a By-Product of *Coffea arabica* Production.

Laurent H. (2003). Etude du métabolisme des phénylpropanoïdes; analyse de l'interaction de la caféoyl-coenzyme A 3-O-méthyltransférase (CCoAOMT) avec son substrat et caractérisation fonctionnelle d'une nouvelle acyltransférase, l'Hydroxycinnamoyl-CoA : shikimate/quinate hydroxycinnamoyl Transférase (HCT).. *Biologie cellulaire*. Université Louis Pasteur - Strasbourg I.

Louis David et Élise Gaspard-David; (1995)

Lee. K. J. Jeong. H. G (2007). « Protective effects of kahweol and cafestol against hydrogen peroxide-induced oxidative stress and DNA damage ». *Toxicology letters*. Vol. 173, n°2, p. 80-87.

M

Macheix. J.J, Fleriet. A, et Christian. A. (2005). PPTUR Lausanne.

Munyendo. Leah M, Daniel. M, Njoroge. Eddy E, Owaga, Beatrice M. (2021). « Coffee Phytochemicals and Post-Harvest Handling—A Complex and Delicate Balance ». *Journal of Food Composition and Analysis* 102: 103995.

Michael. M, Karin. D. (2006). Analysis of amino acids and carbohydrates in green coffee.

Martin. S, Andriantsitohaina. R. (2002). Mécanismes de la protection cardiaque et vasculaire des polyphénols au niveau de l'endothélium. In *Annales de Cardiologie et d'Angéiologie* (Vol. 51, No. 6, pp. 304-315). Elsevier Masson

Michel. B. (2008). Café : de la cerise à la tasse. Editions Techniques de l'Ingénieur. 1, p4.

Références bibliographiques

Maude. L. G, André. B, Johanne. L. B. (2017). Plasticité des cellules intestinales : nature et fonction. Cahiers de Nutrition et de Diététique, Elsevier Masson.

Manach. C, Scalbert. A, Morand. C, Remesy. C, Jimenez. L. (2004). Polyphenols: Food sources and bioavailability. Am. J. Clin. Nutr, 79, 727–747.

N

Nitsch. J.P, Nitsch. C. (1961). Bull. Soc. Bot. Fr., 108, 349.

Narita. Y, Inouye. K. (2009). « Kinetic Analysis and Mechanism on the Inhibition of Chlorogenic Acid and Its Components against Porcine Pancreas α -Amylase Isozymes I and II » . Journal of Agricultural and Food Chemistry [En ligne]. Vol. 57, n°19, p. 9218-9225.

Nehlig. A. (2016). « Les propriétés antioxydantes du café ». Hegel N° 2 (2): 220a.

O

Orgogozo. (1997). «Wine consumption and dementia in the elderly: A prospective community study in the Bordeaux area », ReNeurol., vol. 153., p. 185- 192).

Ouguerram. A. (1989). Formation and Digestion of the Storage Cell-Wall at Mannan of Coffee (*Coffea-Arabica* L). Annales Des Sciences Naturelles-Botanique Et Biologie Vegetale : 10: 111-133.

P

Pandey. A. S. (2000). Biotechnological potential of coffee pulp and coffee husk for bioprocesses. Biochemical Engineering Journal, 6(2), 153–162.

Pimpley. V, Patil. S, Srinivasan. K, Desai. N. (2020). Murthy PS1 The chemistry of chlorogenic acid from green coffee and its role in attenuation of obesity and diabetes.

Paola. L, Massimiliano. R, Maria. G, Antonella. C, Emma. C, Jan. P. M. (1995). [https://scholar.google.com/scholar?q=\(Pierre+Massia+et+al.,+1995\)&hl=fr&as_sdt=0&as_vis=1&oi=scholar](https://scholar.google.com/scholar?q=(Pierre+Massia+et+al.,+1995)&hl=fr&as_sdt=0&as_vis=1&oi=scholar)

Pol. N.G. H. (2013). (Pol Nicolas Guy Haler. Le café : les effets bénéfiques et néfastes sur la santé. Sciences pharmaceutiques. ffhal-01732489f

Références bibliographiques

Patel. R.P, Moellering. D, Murphy-Ullrich. J, Jo. H, Beckman. J.S, Darley-Usmar. V.M. (2000). Cell signaling by reactive nitrogen and oxygen species in atherosclerosis. *Free Radic Biol Med* 28:1780–1794.

Pol. Nicolas. G.H .(2013). Le café : les effets bénéfiques et néfastes sur la santé. *Sciences pharmaceutiques*. fahal-01732489ff

Peungvicha .P.R, Temsiririkkul. J.K, Prasain. Y, Tezuka. S, Kadota. S.S, Thirawarapan. H. (1998). 4-Hydroxybenzoic acid: a hypoglycemic constituent of aqueous extract of *Pandanus odoratus* root.

Pierre. Van V. (2016). Les Grandes Famille De Polyphénols (Antyoxidant). **zeinelle magazine .**

R

Rasooli. I, Fakoor. M. H, Yadegarinia. D, Gachkar. L, Allameh. A, Rezaei. M. B. (2008). Antimycotoxigenic characteristics of *Rosmarinus officinalis* and *Trachyspermum copticum* L. essential oils. *International Journal of Food Microbiology*, 1-2(122), 135-139.

Roux. D, Catier. O. (2007). *Botanique, Pharmacognosie, Phytothérapie*. Wolters Kluwer, 3 ème éd, Rueil-Malmaison, 141p.

Ramalakshmi. K. I, Kubra. R, Rao. L. J.M. (2007). (Physicochemical characteristics of green coffee: comparison of graded and defective beans.

Ribereau. G.P. (1968). *Les Composés Phénoliques Des Végétaux*. Dunod, Paris, 254.

S

Semen. S. M. (2017). Elemental composition of green coffee and its contribution to dietary intake. *Food Chemistry*, 215, 92-100.

Suk-Jun. J, Seung-Hyun. K, Ill-Min. C. (2015): Comparison of lignin, cellulose, and hemicellulose contents for biofuels utilization among 4 types of lignocellulosic crops

Sabiha A. (2013). Polyphénols de l'alimentation : extraction, pouvoir antioxydant et interactions avec des ions métalliques. Autre. Université d'Avignon; Université Abderrahmane Mira - Bejaïa (Bejaïa, Algérie).

Références bibliographiques

Shipp. J, Abdel-Aal El-S. M. (2010). Food Applications and Physiological Effects of Anthocyanins as Functional Food Ingredients. *The Open Food Science Journal*, 1(4), 7-22.

Sébastien. P. (2011). Rôle des constituants chimiques du café vert, du terroir et des traitements post-récolte sur la qualité aromatique du « Bourbon Pointu.

Société Française des Antioxydants (S.F.A). (2005). Compte rendu de la conférence polyphenols. Institut des corps gras. ITERG

Saidi. A.Z, Merzouk. K, Moulai, Mejdoub A. Saker. M, Merzouk. H. (2022). Effets *in vitro* des polyphénols du café sur la fonction des adipocytes du rat obèse.

T

Tizian. K, Jonathan. I, Kremer, Vera. G, Tabata. R. d. R, Steffen. S, Dirk. W. Lachenmeier A Review of Coffee By-Products Including Leaf, Flower, Cherry, Husk, Silver Skin, and Spent Grounds as Novel Foods within the European Union.

V

Vaibhavi. P, Siddhi. P, Kartikeya. S, Nivas. D, Pushpa. S. (2020). *Prep Biochem Biotechnol* ;50(10):969-978. doi: 10.1080/10826068.2020.1786699.

Vignoli. J.A, Marcelo. C.a Viegas, Denisley. G. B, Marta. d.Toledo. B. (2014). « Roasting Process Affects Differently the Bioactive Compounds and the Antioxidant Activity of Arabica and Robusta Coffees ». *Food Research International* 61: 279-85. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2013.06.006>.

Vanesa. B, MiguelRebollo. H, SaraHernanz. S. C, Yolanda. A, Maria. A, Martin. C. (2019). Coffee parchment as a new dietary fiber ingredient: Functional and physiological characterization.

Vishnu. Priya .P, Michael. H. D. (2021). Dyslipidémie.

W

Waksmundzka-Hajnos. M., Sherma. J. (2011). High Performance Liquid Chromatography in Phytochemical analysis (Chromatographic Science Series), CRC Press, 1st ed, 996p.

Références bibliographiques

Wollgast. J, Anklam. E. (2000). Review on polyphenols in Theobroma cacao: changes in composition during the manufacture of chocolate and methodology for identification and quantification. Food Research International, 6(33), 423 – 447

Williamson. G, Kay. C.D, Crozier. A. (2018). The Bioavailability, Transport, and Bioactivity of Dietary Flavonoids: A Review from a Historical Perspective. Compr. Rev. Food Sci. Food Saf. 17, 1054–1112.

Y

Yoona. K, Jennifer. B.K, Peter M. C. (2016). School of Pharmacy and Medical Science, University of South Australia, General Post Office Box 2471 Adelaide SA 5000, Australia.