

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة أبو بكر بلقايد- تلمسان

Université ABOUBEKR BELKAID – TLEMCEN

كلية علوم الطبيعة و الحياة و علوم الأرض و الكون

Faculté des sciences de la Nature et de la Vie, et des Sciences de la Terre et de l'Univers

Département de Biologie

Mémoire

En vue de l'obtention du

Diplôme de MASTER

En sciences Alimentaires

Option : Agroalimentaire et Contrôle de Qualité

Thème

Essaie d'élaboration d'un thé à base de feuilles de caroubier
avec différents parfums fruités

Présenté par

M^{elle}. BENHADDA Hanane

M^{elle}. KOUDACHE Sarra

Soutenu le devant le jury composé de :

Président	M. SENOUCI BEREKSI Mohamed	Maitre assistant de classe A
Encadrant	M ^{elle} GHANEMI Fatima Zohra	MCA (Univ. Tlemcen)
Examineur	M. BENYOUB Norddine	MCA (Univ. Tlemcen)

Année universitaire 2021 / 2022

Remerciement

Nous tient tout d'abord à remercier Dieu le Tout Puissant et Miséricordieux, de m'avoir donné le courage, la santé, la patience et la volonté pour achever et réaliser ce modeste travail.

En second lieu, on tient à remercier Dr. FZ. GHANEMI, Maitre de conférences à L'Université ABOU BAKR BELAKAID Tlemcen. Nous sommes vraiment chanceuses de vous avoir, comme promotrice, on vous remercie profondément et vivement pour avoir encadré notre travail, et pour votre disponibilité, votre aide précieux et vos conseils. On vous serait reconnaissantes pour le reste de notre vie.

Nous tenons à exprimer notre très grande considération, et notre profond respect aux membres de jury Dr. N. BENYOUB et Dr.SENOUCI BEREKSI Mohamed

Pour nous avoir honoré d'examiner notre travail.

Finalement, nos vifs remerciements vont à l'ensemble de nos enseignants et à toute personne ayant contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce travail.

Dédicace

A mes chers parents, pour tous leurs sacrifices, leur amour, leur tendresse, leur soutien et leurs prières tout au long de mes études,

A mes chères sœurs Amina et Asmae pour leurs encouragements permanents, et leur soutien moral,

A mes chers frères, Abd majid, Mouad et Anes, et mon neveu Mehdi pour leur appui et leur encouragement,

A toute ma famille pour leur soutien tout au long de mon parcours universitaire,

A tous mes amis qui ont toujours été là pour moi. Leur soutien inconditionnel et leurs encouragements.

A tous ces intervenants, je présente mes remerciements, mon respect et ma gratitude
Que ce travail soit l'accomplissement de vos vœux tant allégués, et le fruit de votre soutien
infaillible,

Merci d'être toujours là pour moi.

Hanane

Dédicace

Je dédie ce travail à ceux qui m'ont voulu toujours et m'ont aidé pour mieux avancer durant toute ma vie avec leurs amour, leurs confiance, leurs prières et leurs encouragements.

À la mémoire de mon plus cher papa qui m'a quitté, mais il est toujours vivant dans mon esprit (Allah yarhmo). Papa reçoit ici la reconnaissance bien forte de ta fille.

A ma chère mère, une femme qui a sacrifié sa vie pour ses enfants.

« J'espère ma mère que je serai toujours à la hauteur de tes attentes »

A mon très cher frère Amine, pour son appui et son encouragement.

A ma chère sœur Amina pour son soutien, et son marie Brahime, et sans oublier mon adorable neveu Mohamed et ma petite nièce Céline que j'aime beaucoup.

A mon cher fiancé Ramadane pour tout l'encouragement, le respect et l'amour qu'il m'a offert,

A mon grand père Mohamed et ma grand-mère Khadidja que je leurs souhaite une longue vie.

A tous mes oncles, mes tantes et à toute la famille Koudache, Bahmane et Ouldahmed

Merci d'être toujours là pour moi.

SARRA

Résumé :

Ce travail consiste à élaborer un thé à base des feuilles de caroubier, ce thé est une boisson, obtenue par infusion des feuilles du caroubier, préalablement séchées, qui a des effets thérapeutiques sur la santé. *Ceratonia siliqua* L appelé « caroubier » est un arbre très répandu dans le bassin méditerranéen.

L'infusion des feuilles de *Ceratonia siliqua* a un pouvoir de prévention contre le cancer particulièrement colorectal et qu'il peut aider à réduire la taille des cellules cancéreuses et ce thé a un effet sur la régulation de diabète et il est efficace contre l'obésité et dysfonctionnement du colon.

Les cinq thés (fraise, kiwi, pomme, menthe, verveine) obtenus ont fait l'objet d'une analyse sensorielle pour déterminer celle qui a été préférée par les dégustateurs, d'après Les résultats représenté par l'histogramme, la verveine et les fraises ont classées en premier choix. Puis, la menthe et le kiwi. En fin la pomme.

Les résultats du questionnaire ont montré que ce produit était apprécié par les gens, et ils espèrent de le trouver dans les supermarchés.

A la lumière de ces résultats, on peut suggérer l'utilisation de cette infusion ou thé de feuilles de caroubier sous forme d'un aliment fonctionnel (alicament).

Mots clés : thé, Caroubier (*Ceratonia siliqua* L), feuilles, analyse sensorielle, questionnaire.

المخلص

يتمثل هذا العمل في صنع شاي يعتمد على أوراق شجرة الخروب، هذا الشاي عبارة عن مشروب يتم الحصول عليه عن طريق أوراق شجرة الخروب، المجففة سابقاً، والتي لها آثار علاجية على الصحة.

«شجرة الخروب» هي شجرة منتشرة في حوض البحر الأبيض المتوسط. أوراق "Ceratonia siliqua L" لها قوة خاصة للوقاية من سرطان القولون ويمكن أن يساعد في تقليل حجم هذه الأورام وهذا الشاي له تأثير على تنظيم مرض السكري وهو فعال ضد السمنة والقولون.

انواع الشاي الخمسة (الفراولة، الكيوي، التفاح، النعناع، اللويحة) التي خضعت لتحليل حسي لتحديد أيهما يفضله المتذوقون. بناءً على النتائج التي يمثلها المخطط النسيجي، اللويحة والفراولة المصنفة كخيار أول. ثم النعناع والكيوي. في النهاية التفاح.

أظهرت نتائج الاستبيان أن هذا المنتج حظي بتقدير الناس، ويريدون ان يجذوه في محلات السوبر ماركت.

في ضوء هذه النتائج، يمكننا أن نقترح استخدام هذا التسريب أو الشاي من أوراق الخروب في شكل طعام وظيفي.

الكلمات الرئيسية

الشاي، شجرة الخروب، الأوراق، التحليل الحسي، الاستبيان.

Summary :

This work consists in making a tea based on the leaves of carob tree, this tea is a drink, obtained by infusion of the leaves of carob tree, previously dried, which has therapeutic effects on health.

Ceratonia siliqua L called «carob tree» is a widespread tree in the Mediterranean basin. The infusion of the leaves of *Ceratonia siliqua* has a particularly colorectal cancer prevention power and that it can help to reduce the size of cancer cells and this tea has an effect on the regulation of diabetes and it is effective against obesity and colon dysfunction.

The five teas (strawberry, kiwi, apple, mint, verbena) obtained were the subject of a sensory analysis to determine which one was preferred by the tasters, based on the results represented by the histogram, verbena and strawberries ranked as first choice. Then mint and kiwi. In the end the apple.

The results of the questionnaire showed that this product was appreciated by people, and they hope to find it in supermarkets.

In the light of these results, we can suggest the use of this infusion or tea of carob leaves in the form of a functional food (alicament).

Keywords: tea, carob tree (*Ceratonia siliqua* L), leaves, sensory analysis, questionnaire.

LISTE DES ABREVIATIONS

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

JC : Jésus-Christ

FAO : Food and Agriculture Organisation

IMC : Indice de la Masse Corporel

HFD : High fat diet (régime hyper gras)

IDF : Fédération Internationale de Diabète

GPx : Glutathione Peroxydase

SOD : Superoxyde Dismutase

CAT : Ctalase

EGC : Epigallocatechine

EGCG : Epigallo-catéchine-3-gallate

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Composition phyto-chimique des feuilles de caroube	18
Tableau 2 : Composition en composés phénoliques des feuilles de caroube.....	19
Tableau 3 : Résultats des analyses sensorielles.....	28

LISTES DES FIGURES

Figure 1 : L'empereur Shen nong.	2
Figure 2 : Type de thé	7
Figure 3 : Arbre du caroubier	13
Figure 4 : Distribution des aires de cultures du caroubier dans le bassin méditerranéen.....	15
Figure 5 : Feuillage, inflorescences et fructification du caroubier.....	18
Figure 6 : Les produits finis	28
Figure 7 : La représentation des résultats d'analyses sensorielles sous forme d'un histogramme	29
Figure 8 : Le nombre de la population selon le sexe.....	30
Figure 9 : Le nombre de la population selon les tranches d'âge.....	30
Figure 10 : Le pourcentage des personnes qui consomme le thé et celles qui n'en consomme pas.....	30
Figure 11 : Le moment pendant le quel les participants boivent du thé.....	30
Figure 12 : La fréquence de la consommation du thé.	30
Figure 13 : Les catégories des gens qui consomment le thé dans l'entourage des participants.	30
Figure 14 : Les 3 critères de l'importance pour acheter un thé.....	30
Figure 15 : le pourcentage des personnes qui ont déjà vu notre produit sur le marché	30
Figure 16 : La réaction des participants envers notre produit	30
Figure 17 : Le taux de perception pour l'effet de notre thé sur le diabète.	30
Figure 18 : le taux de perception pour le pouvoir de prévention qui possède le thé des feuilles de caroubier contre le cancer (colorectal).	30
Figure 19 : Le taux de perception pour l'efficacité de ce thé contre l'obésité et le colon.....	30
Figure 20 : La probabilité d'achat de notre produit si il était disponible.....	30
Figure 21 : Le parfum préféré pour un thé	30
Figure 22 : Le niveau de satisfaction concernant notre produit.	30
Figure 23 : Le prix que les participants sont prêts à payer pour acheter ce produit.....	30

Tables des matières

Résumé.....	Erreur ! Signet non défini.
Remerciement.....	IV
Dédicace.....	V
Liste des abréviations.....	VII
Liste des tableaux.....	VIII
Listes des figures.....	IX
Introduction générale.....	1

PARTIE 01 : SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre 01: généralité sur le thé

Histoire du thé	2
Définition.....	2
Les types du thé	3
Le thé vert	3
Thé vert chinois.....	3
Thé vert japonais.....	3
Le thé noir	3
Thé jaune.....	4
Le thé blanc.....	5
Le thé bleu-vert	6
Le thé sombre	6
Les effets de la composition chimique et la transformation sur le goût	7
Le mécanisme d'action des infusions à base des plantes	8
Activités antioxydantes	9
Potentiel anticancérogène	9
Potentiel antimicrobien	10
Potentiel antidiabétique.....	11

La consommation abusive du thé	11
--------------------------------------	----

Chapitre 02: généralité sur le caroubier

Présentation du caroubier	13
Description botanique.....	14
L'origine et distribution géographique	14
Origine du caroubier	14
Distribution géographique	14
Les principaux parties du l'arbre	15
Racine	15
Tronc	16
Branche	16
Fleurs.....	16
Fruits	17
Graines	17
Feuilles.....	18
Les feuilles de caroubier et pathologies.....	19
L'obésité	19
Diabète	19
Le cancer.....	20
Intérêt et utilisation.....	21
Biodisponibilité des polyphénols.....	22

PARTIE 02 : MATERIEL ET METHODES

Essais de fabrication d'un thé à base de feuilles de caroubier.....	24
Matière première utilisée	24
Des définitions	24
Les fruits séchés.....	24
La verveine	24

La menthe.....	25
Le mode opératoire	25
Processus de fabrication du thé de caroubier	25
Séchage des feuilles de caroubier	25
Broyage des feuilles de caroubier	25
Découpage des fruits séchés	25
La pesée	25
Remplissage dans des sachets d'infusion	25
Diagramme de fabrication	26
Mode d'utilisation.....	26
L'analyse sensorielle	26
Le questionnaire	27
PARTIE 03 : RESULTATS ET DISCUSSIONS	
Les produits finis	28
Evolution des analyses sensorielles	28
Les résultats de questionnaire	30
Discussion.....	41
Conclusion générale	44
Références bibliographiques	45
Annexes.....	58

Introduction générale

Pendant longtemps, les remèdes naturels et surtout les plantes médicinales furent le principal, voir l'unique recours de la médecine de nos grands parents (OMS, 2002). Les plantes médicinales sont utilisées depuis longtemps comme remèdes contre plusieurs maladies, grâce à leur richesse en métabolites secondaires (Wallace, 2004). Ils sont détenus comme la clé de la prise en charge thérapeutique de 150 maladies de natures diverses (Mozouloua, 2004). Le thé est la deuxième boisson la plus consommée au monde, après l'eau. Plus de 14 000 tasses sont bues chaque seconde dans le monde (Hertel, 2003).

Parmi les plantes médicinales riches en molécules ayant un potentiel thérapeutique prometteur s'imposent *Ceratonia siliqua L.*, c'est une plante des pays méditerranéens, très utilisées en agro-alimentaire et en médecine traditionnelle (Ghanemi, 2017). L'utilisation du fruit entier dans la consommation humaine est plutôt limitée. Cependant, les feuilles ont traditionnellement été utilisées en Turquie. En outre, d'autres ont démontré les activités antioxydantes, antimicrobiennes et anticancéreuses des feuilles de caroube (Aboura, 2018 ; Ghanemi *et al.*, 2021).

Le présent travail entre dans le contexte de valoriser les feuilles de caroubier, dont l'objectif principal de cette étude vise à élaborer un thé à base des feuilles de caroubier avec toutes ses caractéristiques (la saveur, les effets thérapeutiques et le gout...), tout en se basant sur un processus de fabrication bien précis et étudié. Pour arriver à un produit fini qui inclus tous les critères désirés.

Dans la présente étude, nous commencerons par une partie bibliographique, qui présente d'une façon générale une description du thé et le caroubier, une étude expérimentale dans laquelle on décrira la méthodologie envisagée qui sera suivie par les résultats obtenus.

De ce fait, le manuscrit sera structuré premièrement par la synthèse bibliographique qui se compose de deux chapitres, le premier chapitre portera sur les différents types des thés avec leurs processus de fabrication, ainsi que sur les bienfaits et les inconvénients de la consommation du thé. Le second chapitre sera consacré pour le caroubier et ces différentes parties en particulier la composition des feuilles. Et la deuxième partie qui est l'étude expérimentale comporte la méthodologie suivie pour fabriquer le thé à base des feuilles de caroubier. Notre recherche s'est surtout axée sur les paramètres sensoriels qui sont au cœur de la présente discussion. Ainsi, nous avons essayé à travers cette recherche d'apporter un éclairage sur la commercialisation de ce produit sur le marché algérien.

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre 01 : généralité sur le thé

1.1 Histoire de thé :

Selon la légende chinoise, en 2737 avant JC, quelques feuilles se sont séparées de l'arbre sous lequel l'empereur chinois Shen Nong se reposait et ils se sont mélangés à l'eau qu'il faisait bouillir pour se purifier. La plante est sauvage et l'empereur appréciera cette nouvelle saveur. C'est ainsi que le thé est né (**Krieps, 2009**).

L'autre version remplace la légende dans le contexte d'une épidémie qui a fait de nombreux morts en Chine. L'empereur Shen Nong, connaissant les vertus d'un grand nombre de plantes, commença à trouver un moyen de la vaincre. On dit qu'il a des pouvoirs spéciaux que l'on ne trouve généralement que chez les dieux. Il peut posséder la capacité de voir ses organes internes, qui se rempliront de liquide noir lorsqu'il sera empoisonné. Un jour, après avoir goûté à 72 sortes de plantes et vu que tous son corps était tout noir, il tomba légèrement au sol. Ou il remarqua qu'il était à côté de lui, un arbre « vert émeraude », qui attira son attention. Il mâcha deux feuilles cueillies sur cet arbre et trouva son corps redevenu transparents. Si l'on se réfère à cette légende, le thé est connu par les chinois depuis 5000 ans (**Wang Ling, 2006**).



Figure 1: L'empereur Shen nong (Julien Robert, 2013).

1.2 Définition

Le thé est une boisson stimulante, préparé par trempage de feuilles de théier, préalablement sécher et souvent oxydé, qui peut également utilisée comme remède.

Le théier, connu scientifiquement sous le nom de *Camellia sinensis*, est un arbuste originaire d'Extrême-Orient, appartient à la famille théacées. Il est cultivé pour ses feuilles

qui, une fois séchées et plus ou moins oxydées, servent à faire du thé par infusion. C'est une proche espèce du *Camellia horticola* (**Julien Robert, 2013**).

1.3 Les types de thés

Il existe plusieurs types de thés, six au total. On parle de la couleur du thé, car chaque thé porte le nom de sa couleur caractéristique. Cependant, quelque soit la couleur du thé, son origine est la même, *Camellia sinensis*, mais la méthode de traitement des feuilles de thé est variable. Autrement dit, une même feuille de thé cueillie peut devenir du thé blanc ou vert ou noir... (**Julien Robert, 2013**).

1.3.1 Le thé vert

Thé vert parfois appelé thé vierge et utilisé au Japon comme un produit frais. Qui est caractérisé par une légère odeur, un goût acide et astringent et la couleur de l'infusion est jaune clair. L'arôme de thé vert provient principalement de la théanine, un acide aminé et polyphénol non oxydant (**Krips, 2009**).

1.3.2 Thé vert chinois

Il existe des centaines de types de thé différents en Chine. Ils ont reçus leurs noms communs, principalement liés à la forme des feuilles. Ces dénominations ne sont en aucun cas garanties d'authenticité ou de qualité. Les thés les plus connus sont souvent imités.

1.3.3 Thé vert japonais

Principalement, le thé vert japonais est classé d'une manière plus simple et plus systématique. Ils sont répartis en 10 catégories : Sencha (environ 90% de la production), Gyokuro (le plus cher), Kabusécha, Tencha, Macha (est Micro-Cha), Shinya, Bancha, Hojicha, Genmaicha et Karigané (qualité inférieure : Kukicha). En général, le thé vert japonais est considéré comme un thé sain (**Elmi Dawele Khadira, 2017**).

1.3.4 Le thé noir

Les feuilles de thé sont probablement les herbes les plus anciennes et les plus consommées. Le thé noir, élaboré à partir de la jeune pousse tendre de *Camellia sinensis* (*L*) (**Muthumani et Kumar, 2007**). Le thé noir est produit à partir du théier après une série de réactions physiques et chimiques dans les différentes procédures de traitement du thé (**Xiaoli et al., 2012**).

La qualité du thé noir est grandement approfondie sur le plant physique et processus chimique impliqué dans sa fabrication.

Les différents processus impliqués dans la fabrication du thé après la cueillette des feuilles sont le roulage par les intempéries, la fermentation, le séchage, le tri, le calibrage, le stockage et l'emballage (**Javed, 2015**). Toutes les étapes sont associées à plusieurs réactions chimiques qui déterminent la qualité du produit final (**Bhuyan et al., 2012**).

Le séchage c'est une partie importante du traitement du thé noir, ce qui réduit la teneur en eau et prolonge la durée de vie tout en favorisant la formation de l'arôme, du goût et de la couleur (**Wan, 2003**). Il existe deux types de séchage :

Le séchage à l'air chaud : méthode de séchage traditionnel, à les avantages d'un fonctionnement simple et à faible coût, mais l'inconvénient d'un long séchage et d'une perte excessive de nutriment (**Yu et al., 2013**).

Le nouveau séchage : Méthodes comme le séchage dans l'infrarouge lointain, le séchage par des ondes lumineuses, le séchage sous vide et séchage combiné micro-ondes à ondes lumineuses, ont été utilisés pour le séchage des légumes, les fruits, les médicaments traditionnels chinois et les produits naturels (**Chan et al., 2009 ; Ding et al., 2012**).

1.3.5 Thé jaune

Le thé jaune est un thé historique en Chine, principalement produit dans le Sichuan, l'Anhui, le Hunan, provinces du Hubei, du Guangdong, du Zhejiang et du Guizhou. Bien que tous les vrais thés soient dérivés des feuilles d'un arbuste à feuilles persistantes *Camellia sinensis*, le thé jaune est traité différemment par rapport à d'autres types de thé. Il est légèrement fermenté avec des caractéristiques alléchantes similaires au thé vert.

Le thé jaune est le deuxième thé après le thé vert découvert en Chine, et son histoire remonte au milieu de la dynastie Tang en 618-907 après JC (**Wang, 2001**). Par rapport au thé vert, un supplément étape appelée « jaunissement scellé » est utilisé pendant le traitement du thé jaune. Les processus de réactions thermo-chimiques et les enzymes exogènes rendent les ingrédients du jaune changent de manière significative, ce qui donne un goût plus frais et plus moelleux par rapport aux autres thés. L'étape de traitement unique « jaunissement scellé » donne également au thé jaune sa belle apparence connue comme « trois jaune » (thé sec jaune, infusion jaune et lie de thé jaune) au goût sucré contrairement au goût herbacé du thé vert (**Wang, Zhao, Qian et Wang, 2013**). Le thé jaune a généralement une teneur en acide aminé

plus élevé que le thé vert, et il est riche en polyphénols, sucres solubles, vitamines et autres nutriments (**Horžić et al., 2012**). Avec 85% de substances naturelles retenues, le thé jaune possède des effets spéciaux sur les anti-cancers, les radicaux libres, anti-bactéricides et protecteurs gastro-intestinaux (**Wang et al., 2013**) qui rendent ce thé non seulement délicieux en saveur, mais sert également de boisson saine. En raison de ses énormes bienfaits pour la santé, le thé jaune est recommandé comme le plus thé à boire approprié par des experts en thé (**Deng & Zhao, 2012 ; Zhou et al., 2004**).

1.3.6 Le thé blanc

Le thé blanc est l'un des six types de thé en Chine et subit le moins de processus de fabrication, comprenant uniquement le flétrissement et le séchage prolongés. Ces dernières années, la préférence des clients et l'intérêt de la recherche pour le thé blanc ont augmenté en Chine en raison de son goût légèrement sucré, vert et odeur frais et ces bienfaits exceptionnels pour la santé (**Sanlier et al., 2018**).

Le thé blanc est préparé à partir de très jeunes feuilles de thé ou bourgeons recouverts de minuscules poils argentés, qui sont récoltés seulement une fois par an au début du printemps (**Rusak et al., 2008**). Les bourgeons peuvent être protégés de la lumière du soleil pendant la croissance pour réduire la formation de chlorophylle, donnant aux jeunes feuilles un aspect blanc (**Alcazar et al., 2007**). Dans la production, les matières végétales sont cuites à la vapeur et séchées immédiatement après la cueillette pour prévenir l'oxydation, lui donnant une lumière et le goût délicat (**Rusak et al., 2008**). Selon **Almajano et al. (2008)**, il est l'un des thés les moins étudiés mais sa saveur est plus acceptée en Europe que celle de thé vert (**Almajano et al., 2008**).

Le goût et les bioactivités des thés sont dominés principalement par des métabolites non volatiles à la différence du thé vert (non fermenté), du thé oolong (semi-fermenté), du thé noir (entièrement fermenté) et thé sombre (post-fermenté), les thés blancs sont légèrement fermentés et ont des compositions chimiques uniques (**Dai et al., 2017 ; Wang et al., 2019**).

Les principaux composés non volatiles des thés blancs sont les catéchines, les acides aminés libres, la caféine, glycosides de flavones, sucres solubles, théasinesines, proanthocyanidines, acides phénoliques, nucléosides, nucléotides et oligopeptides (**Tan et al., 2017 ; Yang et al., 2018 ; Yue et al., 2019 ; Zhao et al., 2018 ; Zhao et al., 2019**).

Comparé à d'autres types de thés transformés à partir du même thé cultivar, le thé blanc a des niveaux plus élevés d'acides aminés libres, de caféine, de flavones totales et glucides solubles totaux et des niveaux inférieurs de catéchines (Yang *et al.*, 2001).

1.3.7 Le thé bleu-vert :

Le thé oolong a une saveur et une couleur qui se situent quelque part entre celle du thé vert et du thé noir (Dou *et al.*, 2007). Le thé oolong reconnu pour son élégant parfum fruité.

Au cours du processus de fabrication du thé oolong, une déshydratation progressive et modérées clarifient et intensifie sa saveur particulière (Hu *et al.*, 2018; Lin *et al.*, 2013).

Une légende chinoise sur l'origine du nom de thé oolong implique qu'une méthode particulière de fabrication est importante pour son arôme (Liu *et al.*, 2018). Selon la légende, 'wuliang', signifiant 'noir et robuste', chassait un chevreuil de montagne sur le chemin de retour après avoir cueilli des feuilles de thé. Pendant la chasse, les feuilles de thé dans son panier ont été continuellement contusionnées. 'wuliang' et sa famille ont remarqué que le parfum émises en continu après une nuit de stockage. Et le thé fabriqué à partir des feuilles étaient plus parfumées que les autres thés. La légende suggère qu'il existe une relation étroite entre le stress et la formation de l'arôme du thé oolong. Après mûre réflexion et répétition d'expériences, une nouvelle technologie a été inventé pour fabriquer un produit de thé de haute qualité appelée oolong. Le processus de fabrication appelé « turn over » est basé sur la blessure continue dans la légende et se traduit par la saveur particulière du thé oolong.

1.3.8 Le thé sombre :

Le thé sombre est un thé post-fermenté avec des caractéristiques organoleptiques uniques parmi les thés, qui est produit par un processus spécial de fermentation en empilement nécessitant la participation de microorganismes.

Il existe plusieurs types de thé sombre en Chine en fonction de l'origine et de la procédure du traitement, notamment le thé Pu-erh, le thé Liupao, le thé en brique Fu, le thé en brique Qing et le thé en brique Kang (Zhu *et al.*, 2020).

Le processus de fabrication a des impacts directs sur la qualité et les caractéristiques du thé. La plupart des thés sombres passent par les mêmes étapes de base, y compris la fixation, le roulage, la fermentation en tas et le séchage. Cependant les détails des processus de fabrication présentent certaines différences entre les variétés du thé sombre et différentes

procédures doivent être effectuées pour répondre aux exigences de qualité d'un thé sombre spécifique (Zheng *et al.*, 2015).

La fermentation en tas, également appelée fermentation microbienne ou fermentation à l'état solide, est considéré comme une procédure spéciale et critique pour formé les propriétés caractéristiques du thé sombre (Zheng *et al.*, 2015 ; Zhu *et al.*, 2020). Au cours du traitement, les feuilles du thé fixées et roulées sont empilées dans des conditions de température et d'humidité contrôlées, permettant aux micro-organismes de se propagées au maximum, et une séries de réactions chimiques ont lieu sous l'action conjointe d'enzymes et de micro-organismes dans cette étapes (Zhu *et al.*, 2020).

Ces micro-organismes fonctionnels essentiels, notamment de genres *Aspergillus*, *Bacillus*, *Candida*, *Cyberlindnera*, *Debaryomyces*, *Eurotium*, *Klebsiella*, *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Lichtheimia*, *Penicillium*, *Rasamsonia*, *Uwebraunia*, et sont impliquées dans la formation des principaux composants de qualité du thé sombre (Li *et al.*, 2018 ; Li *et al.*, 2017 ; Li *et al.*, 2020 ; Li *et al.*, 2019 ; Li *et al.*, 2018).



Figure 2 : Type de thé (Julien Robert, 2013).

1.4 Les effets de la composition chimique et la transformation sur le goût

Le goût est la sensation instinctive de base pour les humains et de nombreux mammifères. L'évaluation sensorielle peut être divisée en méthodes quantitatives et descriptives et vise à caractériser le produit en fonction des principaux attributs sensoriels par

exemple. **Lee et Chambers (2014)** ont rédigé un lexique pour l'analyse de la description des odeurs et des goûts du thé, dans le quel les normes pour l'analyse du goût de base ont été décrites. Pour décrire quantitativement l'intensité du goût. Certains composés chimiques purs à différentes concentrations sont utilisés pour entraîner le panel gustatif. Dans la méthode standard chinoise dans l'évaluation sensorielle des thés, le goût du thé est principalement exprimé par des mots descriptifs. Brièvement, l'évaluation sensorielle quantitative repose sur la formation avec des composés pour chaque goût afin d'assurer la justesse de panel gustatif.

Le goût et la composition chimique du thé sont considérablement affectés par le traitement du thé, la maturation des feuilles, variété botanique et pratique agricoles (**Gonzalez de Mejia et al., 2009**).

Les goûts de thé sont influencés par la technologie du traitement utilisés pour avoir un produit final. Ce qui signifie qu'une même matière première peut présenter des saveurs ou des propriétés sensorielles différentes après le traitement. Par exemple : les thés non fermentés ou les thés semi-fermentés contiennent généralement de nombreux polyphénols par conséquent, la plupart des thés ont un goût amer, mais avec quelques variations mineures lorsque les composés amers sont transformés après traitement. Pour illustrer cela. Les catéchines représentent le composé prédominant du thé vert ou d'autres thés semi-fermentés, qui ont un goût fort amer et astringent (**Rossetti et al., 2009**). Cependant, lorsque ces composés sont décomposés ou oxydés sous fermentation ou post-fermentation, l'infusion de thé a un goût plus doux et a moins de teneur en catéchines galloylées (**Hofmann et al., 2006; Zhang et al., 1992**).

1.5 Le mécanisme d'action des infusions à base des plantes :

Les plantes aux potentiels médicinaux et leurs métabolites secondaires ont été identifiées et appliquées dans les plats dès les premières annales de l'habitation humaine ; la phytothérapie dans les systèmes anciens ainsi que la médecine avancée ont créé l'une des bases scientifiques les plus importantes pour la sécurité dans divers pays de l'humanité. Pendant de nombreuses années, les plantes médicinales ont été utilisées à des fins distinctes. Les plantes herbacées sont généralement définies comme des herbes graminées sans contexte strict. Selon le type de plantes, une partie comprenant (fleurs, feuilles, branche ou racines) ou des secteurs entiers (partie aériennes ou racines) pourraient être accomplie dans le traitement des maladies aiguës et chroniques (**Aleksic et Knezevic, 2014**).

1.5.1 Activités antioxydantes :

Les groupes les plus réputés de combinaisons avec une efficacité antioxydante dans les herbes sont les vitamines connues, telles que les vitamines E et C, les polyphénols, les flavonoïdes ainsi que les pigments parmi les caroténoïdes et les anthocyanes. Les antioxydants, même à faible compacité, retardent considérablement ou préviennent les réactions d'oxydation des ingrédients sensibles comme les lipides. De plus l'activité antioxydante est associée à une diminution des dommages à l'ADN et à la peroxydation des lipides, qui nivellent les performances immunitaires et réduisent la métamorphose virulente des cellules (**Torbeyns, 2013**). Plusieurs études ont introduit les composés phénoliques en tant que principaux composés phytochimiques bioactifs ayant une activité antioxydante et des avantages pour la santé (**Javanmardi et al., 2003**), ainsi que l'existence d'une relation très forte entre les composés phénoliques et divers paramètres d'activité antioxydante déterminés de plusieurs secteurs de plantes. Prouvé (**Qiugming et al., 2010**). Une étude conclue que les polyphénols sont probablement les agents antioxydants les plus abondants et les plus dominants dans les extraits de plantes, mais il a également été établi qu'il existe une plus grande quantité de composés divers dans les plantes qui offrent un pouvoir antioxydant (**Gonc et al., 2013**). En ce qui concerne les résultats observés dans cette étude ils ont trouvés, qu'il est appréhendable que le climat et la géographie jouent un rôle conquérant dans la quantité et le type de composés bioactifs dans les plantes. Les différences peuvent être dues à des différences d'intensité de la source lumineuse d'approvisionnement en eau disponible et de propriétés physico-chimiques des sols cultivés ; par conséquent, les différences dans les potentiels antioxydants et médicinaux des plantes, en plus de leurs espèces, pourraient être justifiées par les facteurs environnementaux susmentionnés, tandis que la teneur en composés bioactifs en fonction de la partie des plantes utilisée a montré des valeurs différentes (**Alizadeh et al., 2010**).

1.5.2 Potentiel anticancérigène :

Sur la base de preuves scientifiques obtenues par voie expérimentale et essais cliniques, la consommation de boissons, telles que thé et café ainsi que d'autres produits contenant des compositions antioxydantes fournir un bouclier chimio-préventif contre les cancers neurodégénératifs, cardiovasculaires, divers et autres troubles en croissance s'intéresse aujourd'hui aux cellules humaines (**Qiugming et al., 2010**).

Enquêtes sur la procédure des potentiels d'interdiction des composants largement disponibles dans les boissons telles que le thé et le café ont proposé, l'extracellulaire des signaux produits lors de la prolifération cellulaire sont inhibés par des composés antioxydants tels que les polyphénols et les teneurs en flavonoïdes. Ils sont proposés sur la base des propriétés anti-inflammatoires et inhibitrices capacité des polyphénols sur les voies d'activation de NF-B in vivo modèles d'inflammation (**Qiungming et al., 2010**). Selon les résultats d'investigations réalisées, le but ultime des antioxydants dans l'inhibition de la promotion du cancer est leur effet anti-inflammatoire potentiel sur les cellules gâtées, ce qui se produit en raison des activités d'inhibition des composés bioactifs sur la chaussés d'activation de NF-B. les infusions de plantes ont atteint un large accord pour leurs activités médicinales en thérapie des maladies grave tels que les ulcères, cardiovasculaires, de la prostate, le cancer du colon et du foie, aussi imposants que les troubles digestifs.

Les teneurs en flavonoïdes tanins des extraits de plantes sont plus importants que les teneurs en tanins et en polyphénol des boissons comme le thé pourraient servir de bonnes ressources de composants anti-cancérigènes (**Huang et al., 2010**).

1.5.3 Potentiel antimicrobien :

La difficulté concernant l'application d'antibiotiques chimiosynthétiques, y compris la résistance antimicrobienne, elle a renforcé une tendance à remodeler les facteurs antimicrobiens synthétiques découverts avec des facteurs alternatifs intrinsèques. La spécification antimicrobienne des infusions de plantes et des huiles essentielles est affirmée depuis si longtemps de l'habitant humain et des investigations approfondies sont effectuées pour attribuer les caractéristiques antimicrobiennes de ces composants qui ont exprimé un potentiel répressif sur divers agents non pathogènes et pathogènes examinés (**Shahidi bonjar, 2004**).

Différents modes de fonctionnement suggérés sont impliqués dans les potentiels antimicrobiens des huiles essentielles disponibles dans les infusions.

En raison de la disponibilité de divers composés et des profils chimiques étendus des extraits et des composants des huiles essentielles, il est probable que la puissance antimicrobienne n'est pas seulement causée par un seul mécanisme ; plusieurs circonstances de fonction au niveau cellulaire sont envisagées. En plus, il a été proposé certaines fonctions majeures du mécanisme des activités antimicrobiennes des perfusions :

- 1) Décomposition de la membrane cytoplasmique ;
- 2) Accrétion avec des protéines placées sur la membrane (par exemple ATPase) ;
- 3) Perturbation ou inactivation du fonctionnement de la membrane externe des bactéries en abandonnant les lipo-polysaccharides ;
- 4) Fluctuation de la force du moteur à protons des cellules avec la permanence des ions « y » ;
- 5) Coagulation du contenu interne des cellules ;

Et enfin

- 6) La prévention de la génération d'enzymes (**Djilani et Dicko, 2012**).

1.5.4 Potentiel antidiabétique :

Le diabète est une maladie métabolique chronique irrégulière, principalement spécifiée par une perturbation des protéines, des graisses et en particulier le métabolisme des glucides causé par la ou l'insuffisance relative de l'oxydation ou des fonctions des cellules. Sur 366 millions de personnes devrais devenir diabétique d'ici l'année 2030, car il n'a pas été découvert de médicament chimique antidiabétique pour fournir un surveillant glycémique à long terme sans provoquant des effets secondaires négatifs. Plantes herbacées partiellement ou pourrait être complètement, prescrit pour le traitement de troubles liés au diabète, les plantes médicinales sont également traditionnellement prescrit pour modifier le diabète avant la détection de l'insuline. Il a été proposé que près de 1200 plante dans la nature sont capable de diminué ou de maintenir efficacement la teneur en glucose sanguin. Les plantes avec des potentiels antidiabétiques peuvent inhiber efficacement la résistance à l'insuline et au stress oxydatif ; en fait, les propriétés des plantes antidiabétiques médicinales pourraient être dues à des interactions chimiques entre des composés efficaces disponibles dans les infusions avec les diverses molécules biochimiques impliquées dans le diabète. Y-Les inhibiteurs du glucoside et de la y-amylase démontrent une efficacité mécanisme pour réduire le contenu de l'hyperglycémie postprandiale et empêcher la digestion des glucides (**Perez-Gutierrez et Damien-Guzman, 2012**).

1.6 La consommation abusive du thé

Les effets secondaires possibles d'une consommation abusive de thé vert comprennent les nausées, les vomissements, la déshydratation, la léthargie, la stimulation du système nerveux central comme les étourdissements, l'insomnie, les tremblements, les irrégularités du

rythme cardiaque et l'agitation psychomotrice. Les polyphones présents dans le thé vert peuvent tacher. Ainsi, les personnes qui consomment du thé vert en grande quantité ou celles qui l'utilisent pour réduire leur poids doivent l'utiliser avec prudence pour éviter les effets secondaires associés au thé vert. Une grande consommation de thé vert doit être évitée chez les patients qui ont pris des anticoagulants (**Ambre, Najaf, 2015**).

Chapitre 02 : le caroubier

2.1 Présentation de caroubier :

Le nom scientifique du caroubier est *ceratonia siliqua*, dérivé de mot grec « keras », veut dire la petite corne alors que l'étymologie d'espèce « siliqua » désigne en latin une siliqua ou gousse, qui est présenté par la dureté et la forme de la gousse. L'espèce *ceratonia siliqua* dans divers pays est longue est drivé du nom arabe Al kharroub ou kharoub (**Albanll, 1990**).

Les gousses de caroubier ont traditionnellement utilisées dans la consommation animale et humaine, les graines sont principalement utilisées pour l'extraction de la gomme les feuilles et les fruits de cette plante sont largement utilisées pour guérir divers maladies (**Ben hsouna et al., 2011**).

La kharoub contien 30 – 50% de sucre. Les gousses torrifiées peuvent remplacées le cacao. La gomme de caroub est utilisée dans l'industrie alimentaire, sous la dénomination « E410 », pour épaissir les glaces et les biscuits (**Theothrastus et Suzanne, 2010**).

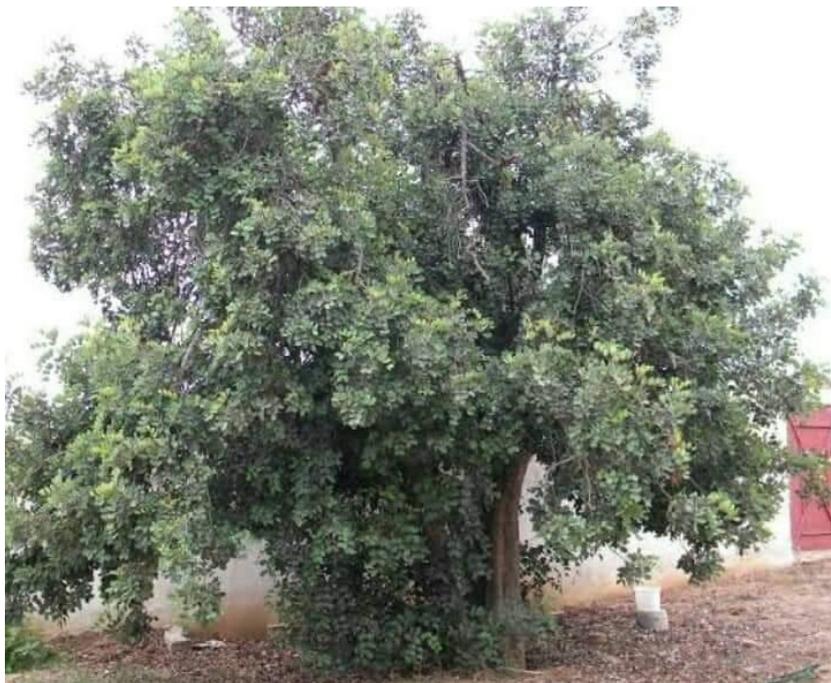


Figure 3 : Arbre du caroubier (Remchi Tlemcen, 2022).

2.2 Description botanique :

Le caroubier est un arbre ou un arbuste dioïque avec une canopée est un troc très large, dans la racine atteint 2 - 3 mètres de circonférence et 15 mètres de hauteur (**Rejeb et al., 1991**). Son tronc est robuste et ses branches sont tordues et larges. Feuilles persistantes en alternance. Se compose de trois ou quatre folioles très ovales, le dessus est épais, coriace, vert brillant et le dessous est brillant. De très petites fleurs violées foncé, nées au sommet des branches, son regroupées en longue grappes. Fruit en forme de gousse pendante (caroub), ressemblant à du cuire, d'environ 20 cm, aux bords très épais, aux sillons, aux parois croisées, rempli d'une pulpe succulente dans la quelle les graines sont nichées. Se produit autour de méditerrané (**Michel, 2017**).

2.3 L'origine et distribution géographique :

2.3.1 Origine du caroubier :

La localisation de l'origine du caroubier reste controversée. Cependant, De **Candolle (1983)** et **Vavilov (1951)** ont signalé qu'il pousse naturellement dans la région de la Méditerranée orientale (Turquie et Syrie). Pendant ce temps, **Schweinfurth (1894)** supposait qu'il provenait de la région montagneuse du sud de l'Arabie (Yémen). **Zohary (1973)** a alors supposé qu'il provenait de la flore de l'Indo Malaisie, qui était regroupée avec *Olea*, *Laurus*, *Myrtus* et autres plantes. De plus, *Ceratonia oreothauma* est la seule espèce connue, originaire de la frontière entre le sud-est de l'Arabie (Oumane) et la Corne de l'Afrique (nord de la Somalie) (**Hillcoat et al., 1980**)

2.3.2 Distribution géographique

Dans son état naturel, le caroubier semble provenir du Moyen Orient et dans l'est du bassin méditerranéen, beaucoup plus en Turquie, à Chypre, en Syrie, au Liban, en Israël, dans le sud de la Jordanie et dans la péninsule arabique, puis se sont propagés en Égypte, en Libye et en Tunisie avant d'atteindre l'ouest du bassin méditerranéen. Elle s'est propagée en Grèce et en Italie par les Grecs, puis par les Arabes le long des côtes de l'Afrique du Nord, et enfin dans le sud et l'est de l'Espagne. Depuis, la culture s'est étendue au sud du Portugal et au sud-est de la France. Les caroubiers ont également été introduits avec succès dans plusieurs autres pays avec un climat méditerranéen (**Hillcoat et al., 1980**).



Figure 4 : Distribution des aires de cultures du caroubier dans le bassin méditerranéen (Albanell., 1990).

2.4 Les principaux parties du l'arbre :

2.4.1 Racine

Les racines du caroubier sont très ramifiées en surface, avec une strate épaisse au sommet, et éloignées du troc, elles sont orientées en diagonale en raison du géotropisme positif. Ces formations caractérisent la majeure partie du système racinaire du caroubier et forment une base substantielle, quoique moins préminente que l'olivier (Ait chitt *et al.*, 2007).

Les racines se caractérisent par une croissance lente, mais du fait du développement important au niveau des limbes, le volume racinaire dépasse rapidement 2 à 3 fois le volume de la couronne. Cela fait que l'espèce a un système racinaire très répandu et spécialement distribué à sa surface (Melgarejo et Salazar, 2003).

Les racines pivotantes se ramifient en plusieurs longues racines latérales ou auxiliaires et ont tendance à être superficielles, en particulier dans les sols compacts ou peu profonds. Les racines latérales très ramifiées avec de nombreuses ventouses peuvent atteindre des longueurs de 30 à 40 m et peuvent atteindre 4 fois le développement des branches (Albanell, 1990).

2.4.2 Tronc

Le troc du caroubier est épais et solide, et le canal clair qui fait circuler la sève conduit aux racines les plus épaisses, ce qui lui donne un aspect sinueux particulièrement perceptible chez certains cultivars (**Melgarejo et Salazar, 2003**).

L'écorce est rugueuse à la base, grise à rougeâtre (**Melgarejo et Salazar, 2003**), brin grisâtre (**Albanell, 1990**), brune selon **Battle et Tous (1997)**, mais l'écorce est la partie supérieure du troc et la base des branches. Les troncs d'arbre épais et anciens sont sinueux et sinusoïdaux, avec un diamètre moyen de 50 cm, selon l'âge (**Albanell, 1990**), est une circonférence des racines de 2 – 3 mètres (**Ait chitt et al., 2007**).

2.4.3 Branche

Selon l'âge, les succursales ont les propriétés suivantes (**Albanell, 1990**) :

Les vieilles branches principales sont généralement une affectation épaisse, sinueuse, et horizontale pour leur poids et leur taille de formation. Leur rôle principal est d'agir comme un élément pour soutenir d'autres branches, mais parfois ils peuvent être productifs.

Les branches secondaires sont de taille moyenne et ont tendance à être plus ou moins érigées selon l'âge, spécialement dans la partie supérieure de la couronne. Ils forment la principale branche de production. Les jeunes branches ou rameaux, de taille plus petite, sont placées dans la partie externe de la couronne ou zone de croissance. Ils sont souples et possèdent une écorce lisse recouverte de lenticelle qui permet les échanges gazeux avec l'atmosphère. Ils ont généralement une teinte vert jaunâtre ou rougeâtre dans la zone de bourgeonnement, selon la variété.

2.4.4 Fleurs

La plupart des caroubiers sont dioïques, parfois hermaphrodite et rarement monoïques (**Battle et Tous, 1988**). Les fleurs mâles, femelles et hermaphrodites poussent sur des pieds différents. Les pieds mâles sont stériles et improductifs (**Rejeb, 1995**). Les fleurs du caroubier poussent à l'automne et apparaissent sur les vieux arbres en hiver, portant de jeunes fruits. A la fin de l'été, les gousses mûres sont généralement récoltées en septembre. L'inflorescence porte 20 à 50 petites fleurs mâles et femelles disposées en courtes grappes latérales sur les branches et les troncs. Les fleurs sans pétales sont rares et les taux d'avortement de fleurs atteignent jusqu'à 83 % chez les espèces de production (**Battle et Tous, 1997**).

2.4.5 Fruits

La gousse du caroubier, nommée caroube, est une gousse indéhiscente de 10 à 30 cm de longueur sur quelques centimètres de largeur. A maturité, la caroube change de couleur et devient brune. Ses composants majeurs sont la pulpe et les graines contenues dans les logettes de la gousse (**Simon, 2010**).

Le fruit du caroubier croît très lentement à ses débuts durant l'automne. Sa croissance s'accélère au printemps et croît d'une manière visible jusqu'au début de l'été où il atteint sa taille maximale. La maturité est atteinte à partir du début septembre. Entre la nouaison et la maturité peut s'écouler une période de 11 mois (**Melgarejo et Salazar, 2003**).

Les gousses de caroubier, appelé caroube, sont des gousses indéhiscente de 10 à 30 cm de long et de plusieurs centimètres de large. A maturité, la caroube change de couleur et vire au brun. Ses principaux composants sont la pulpe et les graines contenues dans les logettes de la gaine (**Simon, 2010**).

Les fruits de *Ceratonia* poussent très lentement au début de l'automne. Sa croissance s'accélère au printemps et grossit à vue d'œil jusqu'à ce qu'elle atteigne sa taille maximale au début de l'été. Il expirera début septembre. Il y a une période de 11 mois entre la fructification et la maturité (**Melgarejo et Salazar, 2003**)

2.4.6 Graines

Les graines du caroubier sont petites, plates, presque ovales, avec un pôle basal tronqué et écrasé au sommet. Le tégument est généralement lisse, dur, brun rougeâtre et brillant (**Albanell, 1990**).

Ils ont des dimensions de 8-10 mm de longueur, 6-8 mm de largeur et 3-5 mm d'épaisseur. Les graines sont très dures et donnent une grande résistance (**Melgamejo et Salazar, 2003**). Les graines sont principalement composées d'antioxydants et de polysaccharides. Il a longtemps été utilisé comme balance pour pierres précieuses et semble être utilisé par les pharmaciens pour peser ses constituants (carats) (**Batlle et Tous, 1997**). **Wang et al. (2001)** ont pu extraire une protéine appelé ; caroubine, insoluble dans l'eau isolée à partir d'embryons de caroube .Cela correspond à un mélange de protéines polymérisées de tailles dissemblables. La caroubine peut être utilisés comme ingrédient sain dans les produits fonctionnels et peuvent constituer une nouvelle source de nourriture pour différents groupes de population, en particulier les personnes intolérantes au gluten (**Bengoechea et al., 2008**).

2.4.7 Feuilles

Les feuilles persistantes, des longueurs de 10 à 20 cm, se caractérisent par un pétiole sillonné sur la face interne et un rachis portant de 8 à 15 folioles, opposées, de 3 à 7 cm. Elles sont coriaces, entières, ovales à elliptiques, paripennées, légèrement échancrées au sommet avec une couleur vert sombre brillante à la face supérieure et vert pâle à la face inférieure (Ait chitt *et al.*, 2007). La composition des feuilles de caroubier sont représenté dans les tableaux 1 et 2.



Figure 5 : Feuillage, inflorescences et fructification du caroubier (Battle et Tous; 1997)

Tableau 1 : composition phyto-chimique des feuilles de caroube (Ghanemi *et al.*, 2021).

Composition en métabolites primaires	pourcentages
Teneur en eau	12.38%
Matières grasses	4.45%
Cendres	4.608%
Fibres brutes	11.77%
Composition en métabolites secondaires	mg/g
Polyphénol en équivalent acide gallique	6.88 mg/g à 11.55 mg/g
Flavonoïdes en équivalent catéchine (phase acétate d'éthyle)	1.056mg/g
Flavonoïdes en équivalent catéchine (phase n-butanol)	1.132 mg/g
Tanins condensés en équivalent catéchine	6.61mg/g

Tableau 2 : composition en composés phénoliques des feuilles de caroube (Ghanemi, 2017)

Composés phénoliques	CLP $\mu\text{g} / \text{g}$ de matières sèches de feuilles	Infusion $\mu\text{g} / \text{g}$ de matières sèches de feuilles
Acide gallique	1445.377	166.872
Acide chlorogénique	834.9131	44.499
Acide syringique	1216.493	97.342
Acide p-couramique	1197.841	266.996
Acide m-couramique	2192.378	1423.980
Quecétine 3-0-rutinosite	1159.291	250.309
Quecétine	1168.708	-

2.5 Les feuilles de caroubiers et pathologies

Les feuilles de caroubier ont plusieurs effets thérapeutiques sur la santé humaine. Notamment sur le diabète, cancer et aussi sur l'obésité

2.5.1 L'obésité :

L'obésité a été reconnue comme une maladie par l'OMS en 1997. Dans ce rapport de consultation, l'obésité est définie comme «une accumulation anormale ou excessive de graisse corporelle qui représente un risque pour la santé». Ainsi pour diagnostiquer une obésité, il est nécessaire de mesurer la masse grasse corporelle de l'individu.

En pratique clinique, on définit l'obésité par l'Indice de Masse Corporelle (IMC) qui correspond à la formule : poids (kg)/taille (m)² (le poids et la taille étant mesurés et non rapportés par le patient). L'IMC permet de définir plusieurs catégories de poids (**Basdevant et al., 2011**)

Les effets des infusions de feuilles de caroube qui sont riches en polyphénols sur l'inflammation associée à l'obésité et la colite ulcéreuse, et l'effet anti-inflammatoire de ces feuilles de caroube et pourrait être attribué à leurs teneurs en polyphénols qui pourraient atténuer la gravité de l'inflammation associée à l'obésité et à la colite (**Aboura, 2018**).

2.5.2 Diabète :

Le mot “Diabète ”signifie : “passer à travers” en se référant à la forte polyurie qui caractérise la maladie ; sucré car les urines ont un goût sucré. Le diabète sucré est un véritable

problème de santé publique dans le monde puisque les récentes estimations épidémiologiques ont recensé près de 366 millions de diabétique à travers le globe en l'an 2011 et les prévisions pour 2030 tournent autour de 552 million selon l'IDF (fédération international de diabète). Prévalence du diabète en Algérie: 8,5 à 9,5 % (jusqu'à 12%) ,1 diabète méconnu pour 1 diabète connu (Zaiou, 2007).

Selon l'OMS Le diabète est une maladie chronique qui survient lorsque le pancréas ne produit pas assez d'insuline ou lorsque l'organisme n'est pas capable d'utiliser efficacement l'insuline qu'il produit. Il en résulte une concentration accrue de glucose dans le sang (hyperglycémie) (OMS, 2017).

D'après Aboura (2018) la consommation de thé ait un potentiel hypoglycémique, comme le suggère une étude sur des rats.

2.5.3 Le cancer

Le cancer est une maladie caractérisée par une prolifération cellulaire anormale au sein d'un tissu de l'organisme. Ces cellules dérivent toutes d'un même clone, cellule initiatrice du cancer qui a acquis certaines caractéristiques lui permettant de se diviser indéfiniment, en échappant aux mécanismes normaux de différenciation et de régulation de sa multiplication. Au cours de l'évolution de la maladie, certaines cellules peuvent migrer de leur lieu de production et former des métastases (American Cancer Society, 2019).

Selon l'OMS : Le cancer est l'apparition rapide de cellules anormales dont la croissance s'étend au-delà de leurs limites habituelles et qui peuvent alors envahir des zones voisines de l'organisme et se propager à d'autres organes. Il est fait référence à ce processus sous le terme de dissémination métastatique (OMS, 2019).

L'infusion de feuilles de caroube a réduit de façon intéressante la croissance de la tumeur du cancer, Dans le cadre des étude précédentes, il ont évalué l'activité antioxydante, anticancéreuse et chimio-préventive, de l'extrait de polyphénols des feuilles de *Ceratonia siliqua L*, Les travaux faits sur les polyphénols et leurs effets sur le cancer du côlon plus particulièrement, ils ont déduire les effets thérapeutiques et préventifs des polyphénols de feuilles de *Ceratonia siliqua L* (Ghanemi, 2017).

2.6 Intérêt et utilisation du caroubier

Le caroubier est un arbre d'importance écologique, industrielle et ornementale indiscutable. En termes de produits, l'arbre et toutes ses composantes sont utiles. Il est considéré comme l'un des arbres fruitiers et forestiers les plus performants puisque toutes ses parties (feuilles, fleurs, fruits, bois, écorces et racines) sont utiles et ont des valeurs dans plusieurs domaines (Aafi, 1996 ; Mhirit et Et-Tobi, 2002).

Par ailleurs, selon Rejeb (1995), la pulpe est recommandée contre la tuberculose pulmonaire et les affections des bronches. Étant riche en antioxydants (composés phénoliques), en sucres, protéines, fibres, potassium et calcium, la caroube est connue en thérapeutique pour son effet hypocholestérolémiant, antiprolifératif, anti diarrhéique et anti troubles digestifs (Berrougui, 2007).

La fleur est utilisée par les apiculteurs pour la production du miel de caroube, L'écorce et les racines sont utilisées en tannerie grâce à leur teneur en tanins (Kaderi *et al.*, 2014).

La farine, obtenue en séchant, torréfiant et moulant les gousses après les avoir débarrassées de leurs graines, est employée pour la production industrielle d'alcool par fermentation mais surtout en agroalimentaire comme antioxydant grâce à sa composition riche en polyphénols. En effet, la caroube contient 2 à 20% de composés phénoliques (Owen *et al.*, 2003 ; Makris et Kefalas, 2004),

la gomme est utilisée dans l'agro-alimentaire comme épaississant connu sous le code normalisé E410 et dans la confiserie, le secteur cosmétique, pharmaceutique comme agent épaississant, gonflant, liant et stabilisant dans les préparations des émulsions (Haddarah, 2013).

Des études ont montré que l'utilisation des feuilles associées avec le polyéthylène glycol (PEG) améliore la digestibilité et la qualité nutritive des tanins contenus dans les feuilles, ces derniers ont été utilisés en Turquie, dans la médecine « traditionnelle » pour traiter la diarrhée et dans l'alimentation diététique. Ils ont été également désignés comme étant porteurs d'activités cytotoxique et antimicrobienne (Kaderi *et al.*, 2014). La caroube étant riche en polyphénols, elle a suscité l'intérêt de plusieurs chercheurs notamment celui de Doha *et al.*, (2008) qui ont trouvé que les polyphénols de la caroube réduisaient le taux de glucose dans le sang et qu'ils avaient un index

glycémique de 83,4%, selon les travaux de **Ben Hsouna et al., (1986)** les polyphénols de caroube possèdent une activité antioxydante ainsi qu'antibactérienne et antifongique, de plus ils agissent contre le stress oxydatif au niveau des cellules du colon, ce qui leur confère la propriété anticancérogène ; cela a été démontré dans les travaux de **Klenow et al.(2009)**.

2.7 Biodisponibilité des polyphénols

Même si un composé a des activités antioxydants importante ou d'autres activités biologiques in vitro, il peut avoir une faible activité biologique in vivo si seulement un faible pourcentage du composé atteint les tissus cibles. Les polyphénols les plus abondants dans notre alimentation n'ont pas toujours le meilleur profil de biodisponibilité. En conséquence, il est non seulement nécessaire de savoir où un nutriment peut être trouvé dans des aliments spécifiques ou des suppléments nutritionnels, mais il est encore plus important de savoir où il est biodisponible (**D'Archivio et al., 2010**).

Le terme « biodisponibilité » a été inventé en pharmacologie pour décrire le concept de « la vitesse et la durée avec laquelle un médicament atteint son site d'action cible ». Bien que d'autres définitions de la biodisponibilité aient été proposées, la plus appropriée semble être le pourcentage d'un composé ingéré qui atteint la circulation systémique et les endroits précis où il peut exercer son caractère ou son action biologique (**Porrini et Riso, 2008**).

En d'autres termes, il se réfère à la quantité de polyphénols qui doit être consommée afin d'exercer des effets bénéfiques sur les tissus cible.

La biodisponibilité varie considérablement parmi les polyphénols et, pour certains composés, parmi les sources alimentaires, selon la forme sous laquelle ils se trouvent. Les concentrations plasmatiques de tous les métabolites varient de 0 à 4 $\mu\text{moles/L}$ avec une dose équivalente d'aglycone de 50 mg (**Manach et al., 2005**).

Les polyphénols qui pourraient être bien absorbé chez l'homme sont isoflavones, acide gallique, observés par les catéchines, les flavanones et les glucosides quercétine, avec une cinétique unique. Les polyphénols les moins absorbés sont les proanthocyanidines, les catéchines thé et anthocanes.

Les données relatives aux différents polyphénols sont néanmoins trop limitées. La cinétique plasmatique fluctue entre les instructions des polyphénols, avec une plus grande prise de conscience après 1,5 h ou 5, h sur le site d'absorption **intestinale** (**Nardini et al.,2002**).

L'excrétion urinaire est actuellement utilisée pour estimer le taux d'absorption minimum, mais alors que les polyphénols sont excrétés de près par la bile, comme avec l'EGCG et la génistéine, l'absorption est sous-estimée.

L'acide chlorogénique est inattendu, car il devrait être hydrolysé par la microflore plus tôt que l'absorption (dans la seule étude établie). Cependant, l'acide chlorogénique a été fourni en tant que liquide (café) à des volontaires à jeun, ce qui peut également avoir une cinétique d'absorption élevée (**Nardini *et al.*, 2002**).

Concernant les demi-vies d'élimination, il semble que les catéchines, l'acide gallique et les flavanones n'ont aucun risque de s'accumuler dans le plasma par ingestion répétée. Certains de leurs métabolites peuvent également avoir une demi-vie prolongée. Néanmoins, la quercétine, avec une demi-vie prolongée, devrait se rassembler dans le plasma par ingestion répétée (**Manach *et al.*, 2005**).

PARTIE EXPERIMENTALE

2.1 Essais de fabrication d'un thé à base de caroubier

Notre travail consiste à élaborer un thé à base de feuilles de caroubier avec différentes goûts qui possède des effets thérapeutiques sur la santé humaine.

2.2 Matière première utilisée

- Les feuilles de caroubier
- La verveine
- La menthe
- Les fruits séchés (fraise, kiwi, pomme, citron)
- Les sachets d'infusion

2.3 Des définitions

2.3.1 Les fruits séchés

Sont des produits préparés à partir de fruits substantiellement sains, raisonnablement matures, suffisamment développés ou murs, selon la variété de fruit séchés, traités soit par séchage au soleil, soit par toute autre méthode reconnue de séchage et/ou dessiccation afin d'obtenir un produit séché commercialisable, avec ou sans solution édulcorante, et pouvant être enrobés avec un ou plusieurs des ingrédients, ils peuvent être soumis à des opérations telles que le lavage ou la pasteurisation, l'épluchage, l'évidage, le dénoyautage, l'épépinage, l'ablation du pédoncule, la coupe en tranches, le découpage, le triage, le calibrage, etc. en fonction du type de produit. Les fruits ne doivent être privés d'aucun de leurs éléments caractéristiques essentiels. Les fruits séchés préparés par friture sont exclus, conditionnés dans des récipients de nature à en assurer la conservation et la protection (OMS, 2019).

2.3.2 La verveine :

Odorante, *Aloysia citriodora* ou *Lippia citriodora* (Kunth), est un sous arbrisseau vivace de la famille des *verbenaceae* (Lenoir, 2011). Mesurant 1, 50 à 3, 00 m de hauteur (De figueiredo *et al.*, 2002). Les tiges sont anguleuse, cannelées à branches droites et ramifiées (Cheurfa et Allem, 2016), portant des feuilles vertes pales, allongées, celle-ci ont une longueur de 3 à 7 centimètres et une largeur de 1 à 2 centimètres, verticillées par trois ou quatre sur les tiges, à pétioles très courts, rudes au toucher.

2.3.3 La menthe

La menthe verte appartient à la famille des *Lamiacées*, qui comprend 6500 espèces dispersées sur une aire géographique très étendue. C'est une famille très homogène : une *Lamiacée* est facile à reconnaître. Ce sont le plus souvent des plantes herbacées et des arbustes producteurs d'huiles essentielles, dont l'odeur se dégage par simple attouchement. En effet, la localisation des huiles essentielles est très externes ; elles se forment dans des poils à essence et se localisent sous la cuticule qui se soulève (Dupont, 2012).

2.4 Le mode opératoire

2.4.1 Processus de fabrication de thé de caroubier

2.4.1.1 Séchage des feuilles de caroubier :

Les feuilles du caroubier ont été apportées d'un petit village appelé sidi bou nouar à Remchi Tlemcen, et on les a laissé séché à l'air libre à l'abri de l'humidité et du soleil pendant une semaine.

2.4.1.2 Broyage des feuilles de caroubier :

Après le séchage les feuilles sont broyées à l'aide d'un hachoir dont le but de réduire leurs tailles.

2.4.1.3 Découpage des fruits séchés :

Dans cette étape on a utilisé plusieurs fruits secs pour apporter à notre produit une couleur ainsi qu'un goût. Donc ces fruits sont découpés en petits cubes.

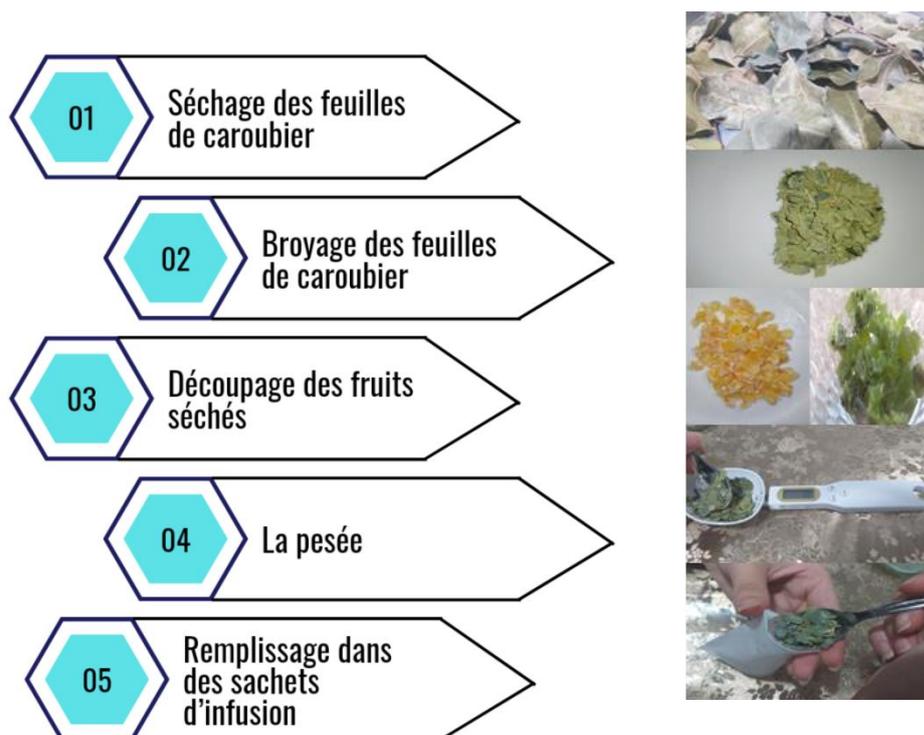
2.4.1.4 La pesée :

Pour réaliser la pesée on a utilisé une balance plus au moins précise et on a pesé 0,5 gramme des feuilles du caroubier et 0,5 gramme des fruits secs.

2.4.1.5 Remplissage dans des sachets d'infusion :

Dans des sachets d'infusion alimentaire achetés on a met les deux ingrédients (les feuilles du caroubier et les fruits secs), puis on a fermés les sachets par un fil attachés par un carton qui porte les différents goûts des produit.

2.4.2 Diagramme de fabrication



2.5 Mode d'utilisation

Infuser à l'eau bouillie (100 ml) et laisser reposer 05 minutes avant de boire.

2.6 L'analyse sensorielle

L'analyse sensorielle est le contrôle ultime réalisé par le consommateur lors de l'utilisation du produit. Les sens sont des outils très perfectionnés permettant de percevoir très rapidement les qualités organoleptiques d'un produit. Toutefois il est très difficile de quantifier ces perceptions et on doit passer pour cela par des tests multiples réalisés par des dégustateurs pour obtenir des résultats statistiquement interprétables. Nous verrons dans la suite les modalités d'organisation de l'analyse sensorielle ainsi que deux exemples permettant d'appréhender le choix et la mise en place du test selon l'information recherchée (**Branger et Roustel, 2007**).

L'analyse sensorielle est une méthode qui permet d'évaluer les qualités organoleptiques (aspect, odeur, arôme texture... des aliments. Elle est basée sur la capacité des hommes à discriminer, à quantifier et à décrire leurs perceptions sensorielles Les organes des sens (la vue, l'ouïe, le toucher, l'odorat, la gustation) sont considérés comme des appareils de mesure qui pourront être étalonnés et contrôlés (**Branger et Roustel, 2007**).

Le test de classement : au moins 3 échantillons sont présentés dans un ordre aléatoire, les sujets doivent les classer selon un critère préalablement défini (exemple : l'intensité du goût sucré...) (Laco, 2021).

2.7 Le questionnaire

Nous avons créé un questionnaire par Google Forme. Dans lequel on a posé 17 questions concernant le thé à base des feuilles de caroubier (Voir annexes)

Ce questionnaire a été transformé à une version électronique du coup les résultats obtenues sont affichés sous forme d'un tableau.

On a obtenu 70 réponses par des participants de différentes tranches d'âges.

Résultats et discussions

Partie 3 : résultats et discussion

3.1 Les produits finis



Figure 6 : Les produits finis (1.fraise, 2.pomme, 3.kiwi, 4.verveine, 5.menthe)

3.2 Evolution des analyses sensorielles

Tableau 3 : résultats des analyses sensorielles

Thé à base des feuilles de caroubier	Choix 01	Choix 02	Choix 03	Choix 04	Choix 05
fraise	12	10	08	08	02
kiwi	08	06	10	16	00
pomme	04	04	04	00	28
menthe	04	14	10	08	04
Verveine	12	06	08	08	06
Σ	40	40	40	40	40

Nombre de juges : 40

Les personnes influencées par le goût: 22 personnes.

Les personnes influencées par l'odeur : 6 personnes.

Les personnes influencées par la couleur : 12 personnes.

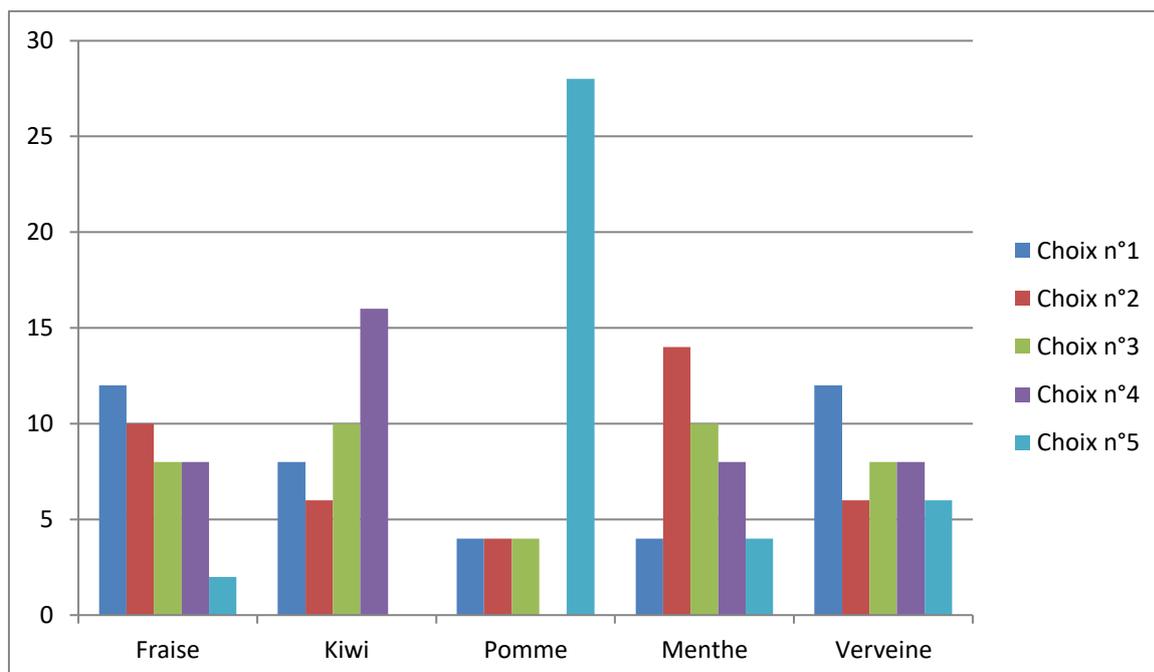


Figure 7 : La représentation des résultats d'analyses sensorielles sous forme d'un histogramme

5 échantillons de différents goûts codés (620, 295, 427, 903, 835) ont été préparés dont :

- 620 pour le goût fraise
- 295 pour le goût kiwi
- 427 pour le goût pomme
- 903 pour le goût verveine
- 835 pour le goût menthe

Les 5 échantillons ont été présentés dans une salle devant les dégustateurs un par un et se doivent de boire de chaque verre et les classer en suivant leur code dans une fiche d'analyse sensorielle.

Selon les résultats représentés dans l'histogramme ci-dessus, les fraises prennent la première place avec la verveine ensuite la menthe puis le kiwi et enfin la pomme.

3.3 Les résultats de questionnaires

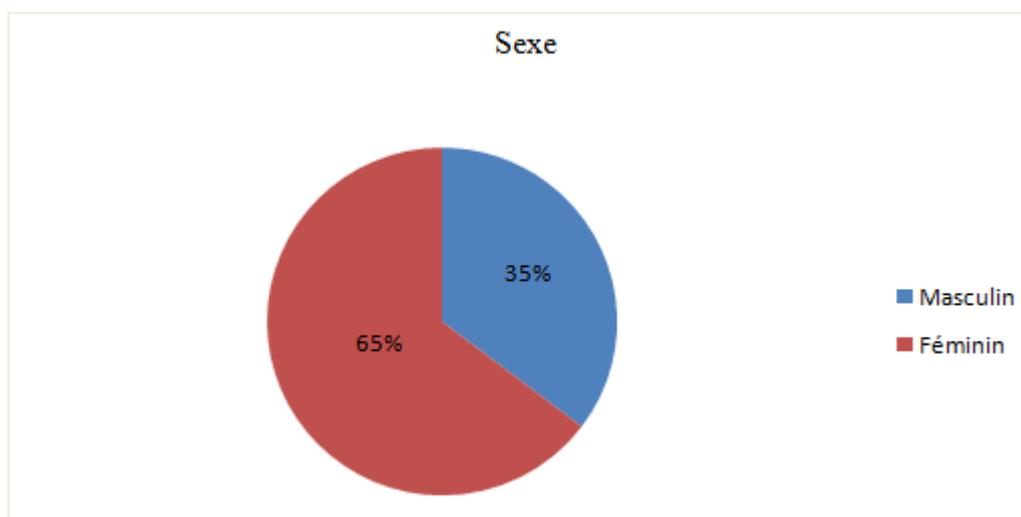


Figure 8 : présente le nombre de la population selon le sexe

- Notre population est constituée de 45 femmes (65%) et de 25 hommes (35%)

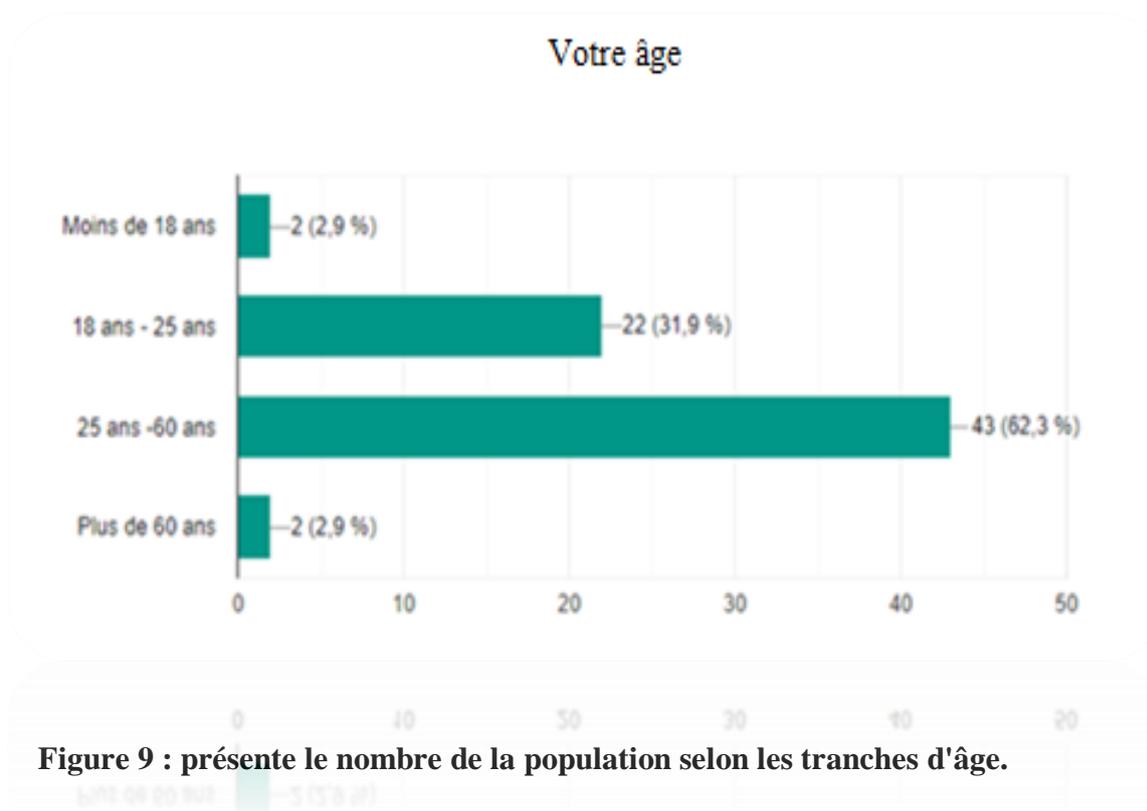


Figure 9 : présente le nombre de la population selon les tranches d'âge.

- L'âge des participants à notre questionnaire varie de 18 à 60 ans, La tranche d'âge de 25 ans à 60 ans est la plus répandue dans notre population, suivie de la tranche d'âge de 18 ans à 25 ans.

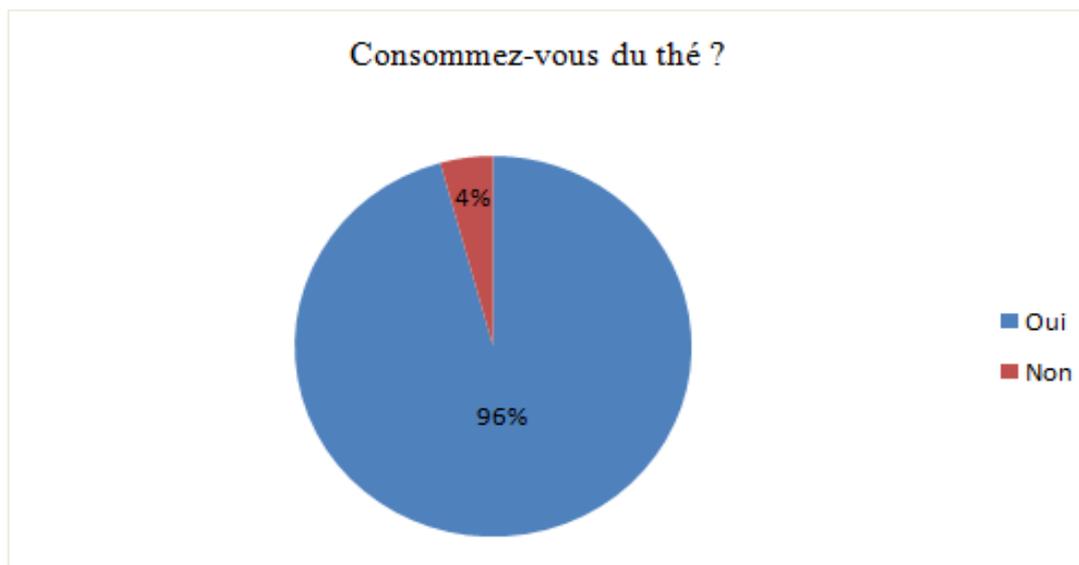


Figure 10 : représente le pourcentage des personnes qui consomment le thé et celles qui n'en consomment pas.

- La majorité des participants consomment le thé

A quel moment consommez-vous du thé ?

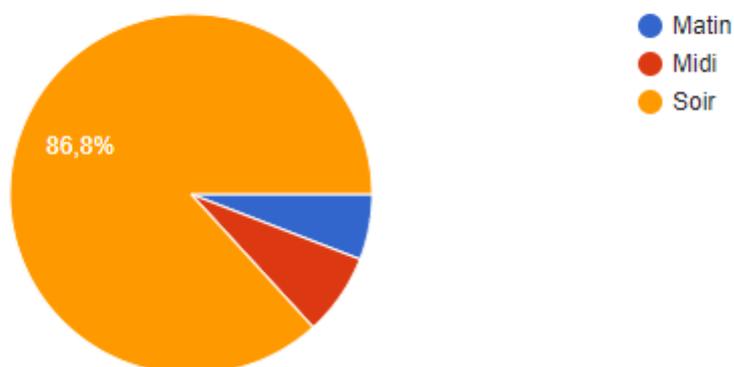


Figure 11 : Représente le moment pendant lequel les participants boivent du thé.

- La plupart des gens qui ont répondu à notre questionnaire préfèrent de consommer le thé dans le soir.

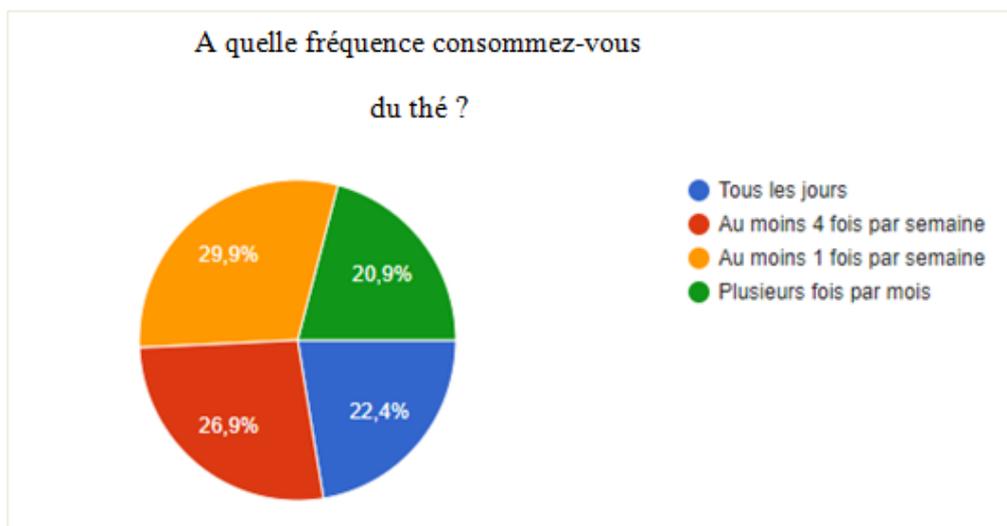


Figure 12 : La fréquence de la consommation du thé.

- Une consommation d'au moins une fois par semaine pour la plupart des gens, suivie par une consommation d'au moins 4 fois par semaine ensuite on a un pourcentage moins pour les gens qui consomment le thé tous les jours et en fin ceux qui le consomment plusieurs fois par mois.

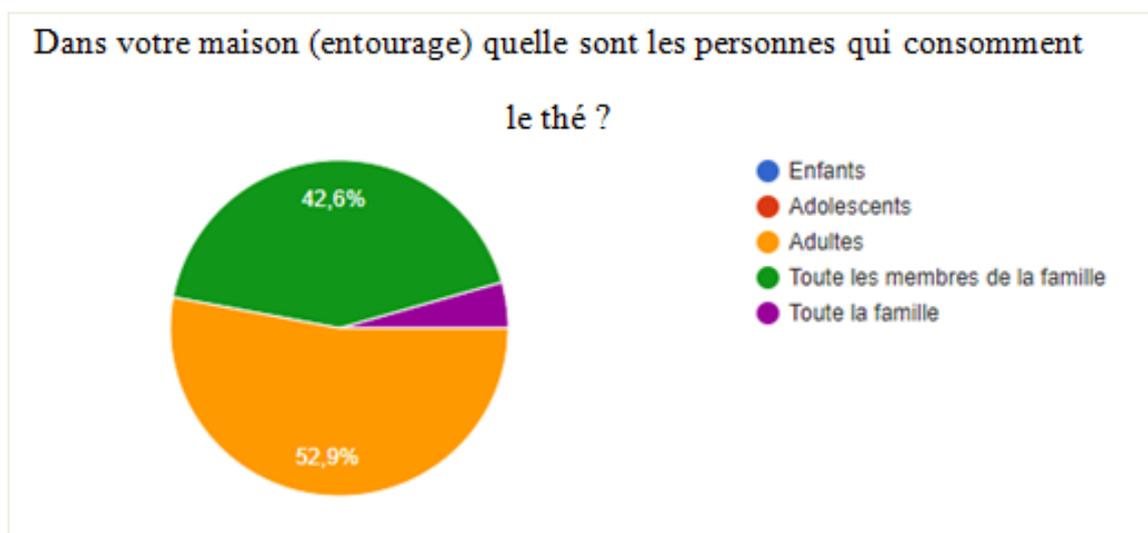


Figure 13 : représente les catégories des gens qui consomment le thé dans l'entourage des participants.

- On remarque que la majorité des participants ont dit que la catégorie des adultes consomment le thé plus. Et d'autre ont dit que toute les membres de la familles le consomment.

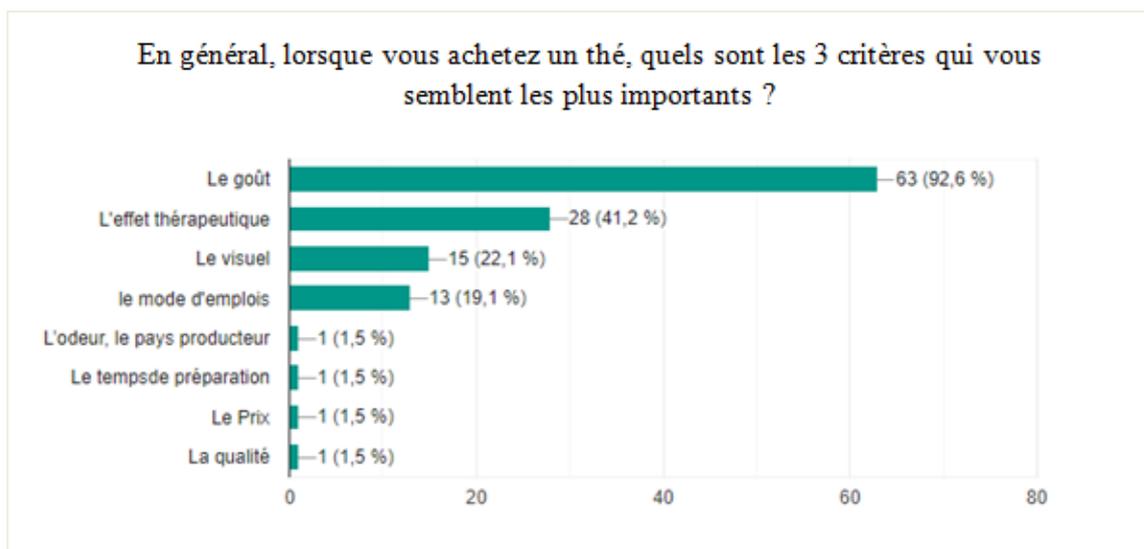


Figure 14 : Les 3 critères de l'importance pour acheter un thé.

- Le goût c'est le plus important pour la majorité des participants, avec une importance aussi pour l'effet thérapeutique, ensuite vient le visuel et le mode d'emploi, d'un autre côté un manque d'attention pour le reste des critères.

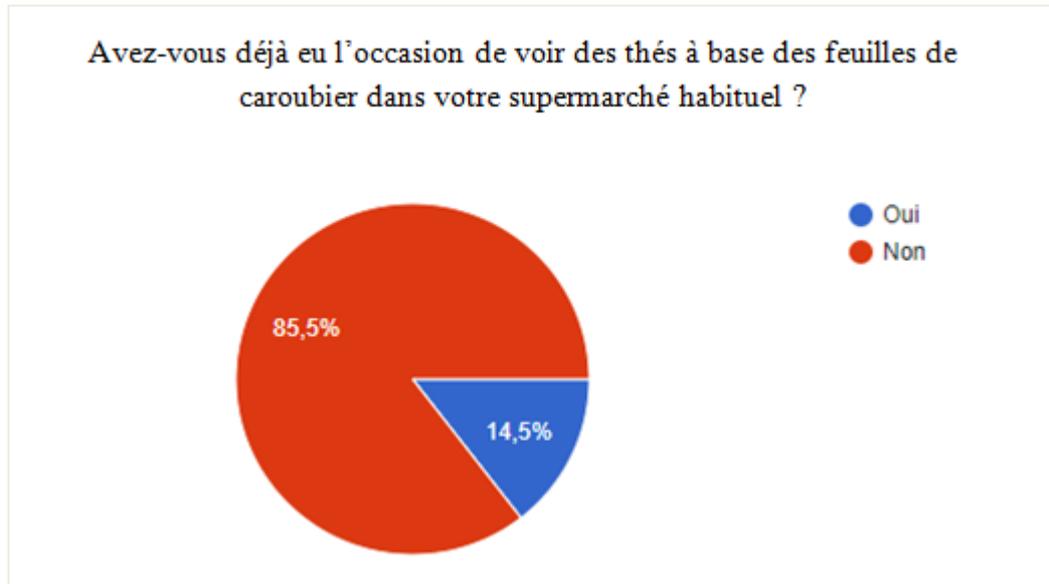


Figure 15 : le pourcentage des personnes qui ont déjà vu notre produit sur le marché

- 85,5 % des participants n'ont jamais vu un thé à base des feuilles de caroubier dans leurs supermarché, tandis que il y a 14,5 % des gens qui ont eu l'occasion de le voir.

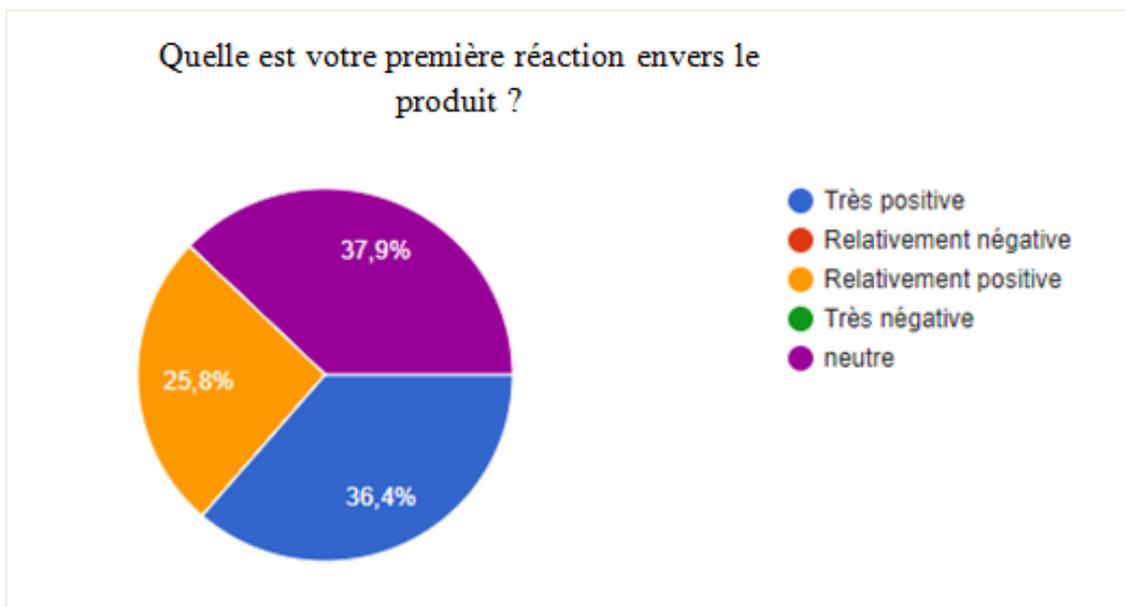


Figure 16 : La réaction des participants envers notre produit

- 37,9 % des gens ont eu une réaction neutre, suivie de 36,4 % qui ont une réaction très positive et en fin 25,8 % dont leurs réaction étaient relativement positive.

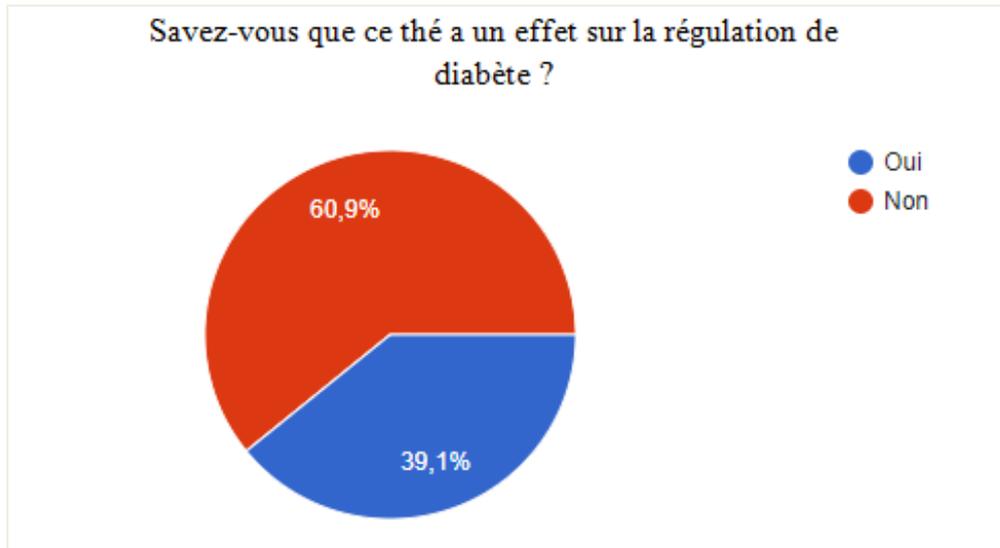


Figure 17 : Le taux de perception pour l'effet de notre thé sur le diabète.

- La majorité des participants ne savent pas que ce thé a un effet sus le diabète

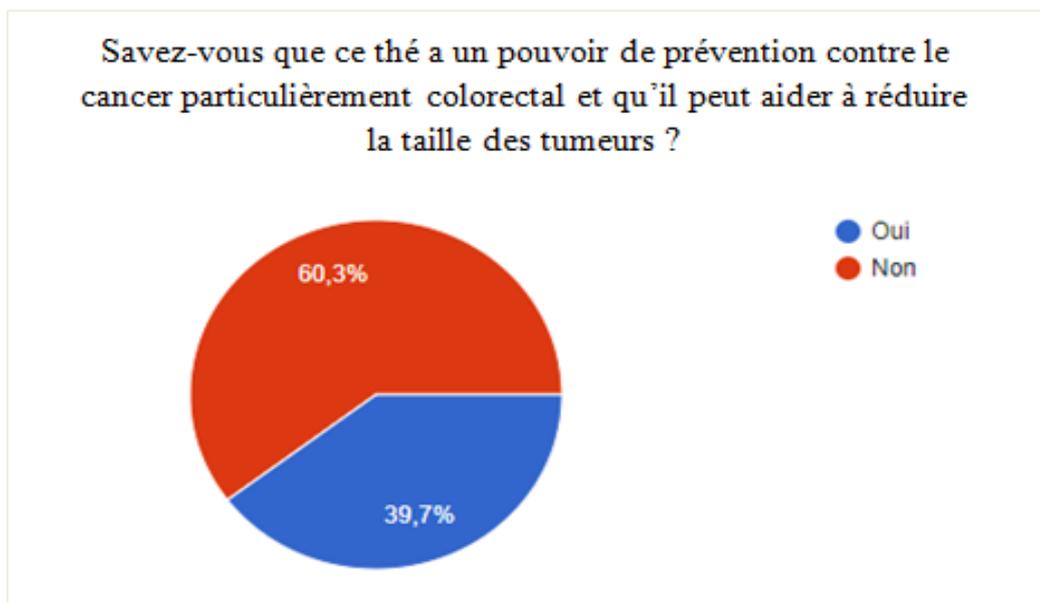


Figure 18 : le taux de perception pour le pouvoir de prévention qui possède le thé des feuilles de caroubier contre le cancer (colorectal).

- La plupart des participants n'avaient pas cette information.

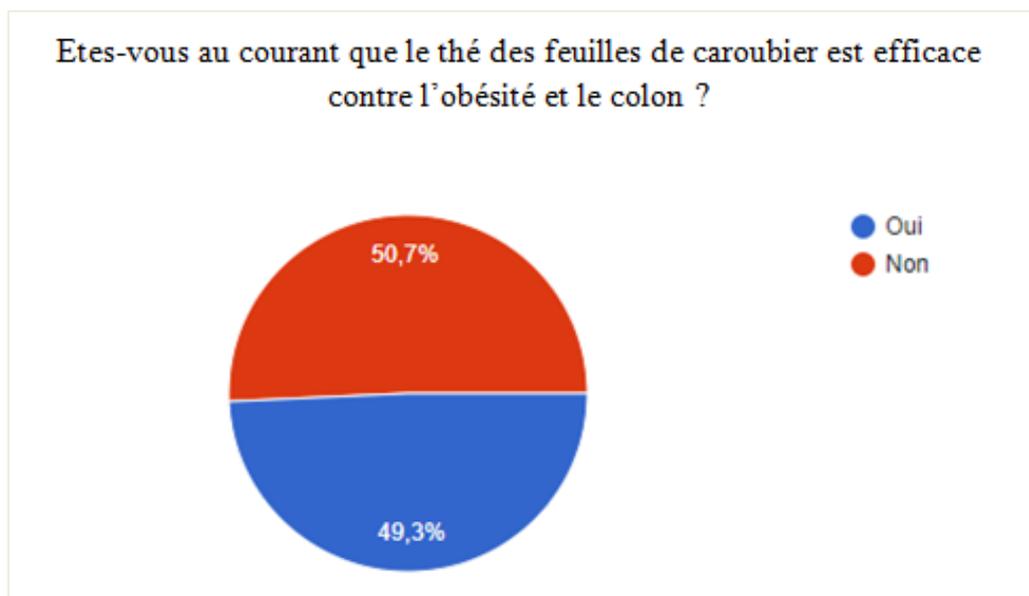


Figure 19 : Le taux de perception pour l'efficacité de ce thé contre l'obésité et le colon.

- La différence entre le pourcentage des personnes qui savent cette information et qui ne le savent pas n'est pas significative, donc ils sont presque identiques.

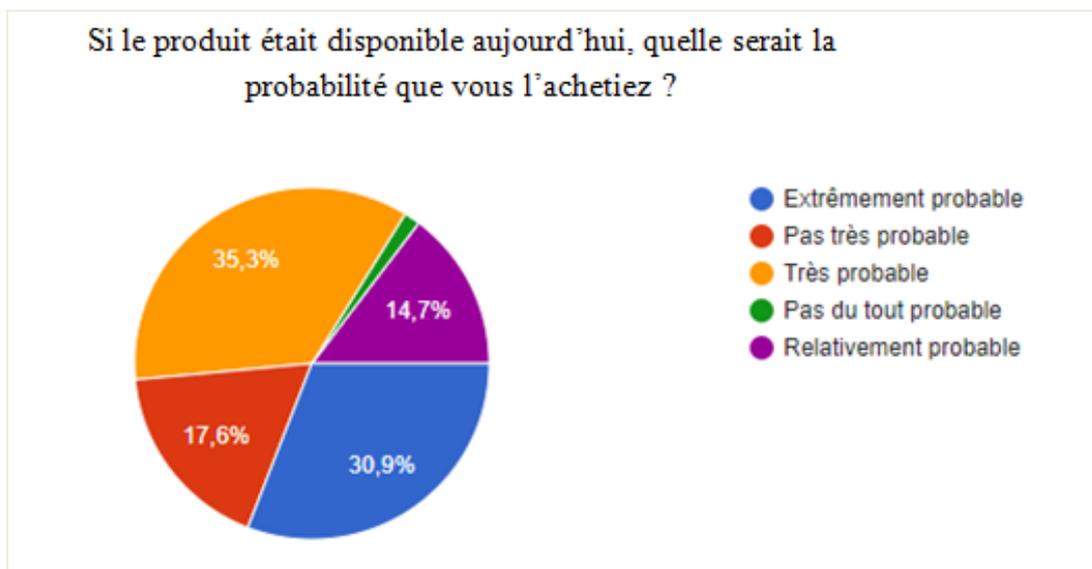


Figure 20 : La probabilité d'achat de notre produit si il était disponible.

- le grand pourcentage dans cette question ont dit qu'il est très probable qu'ils l'achètent ce thé si il était disponible.

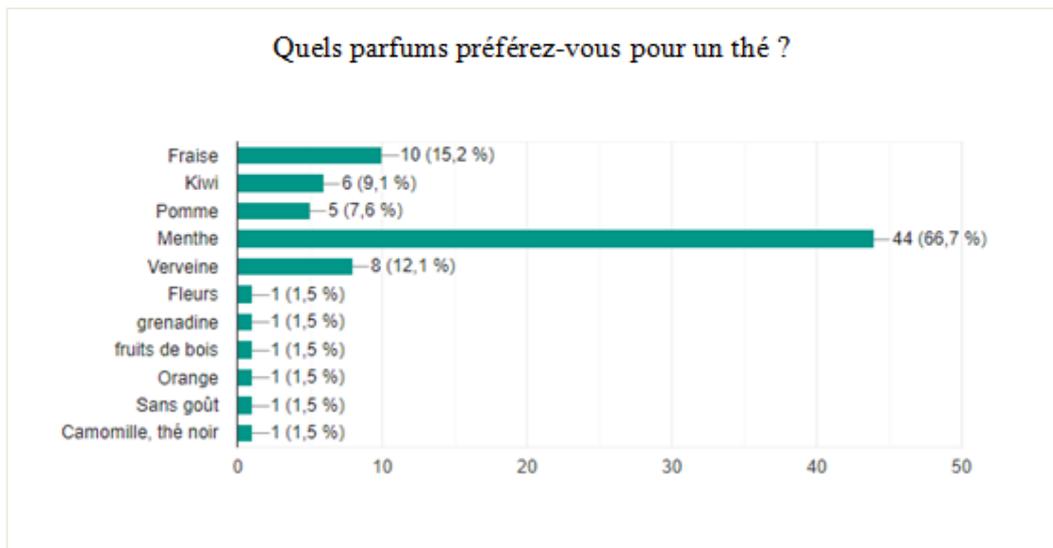


Figure 21 : Le parfum préféré pour un thé

- La menthe est classée la première, suivie de la fraise, puis la verveine, kiwi et les pommes dans des proportions proches. Ensuite les autres goûts ont des pourcentages vraiment faibles.

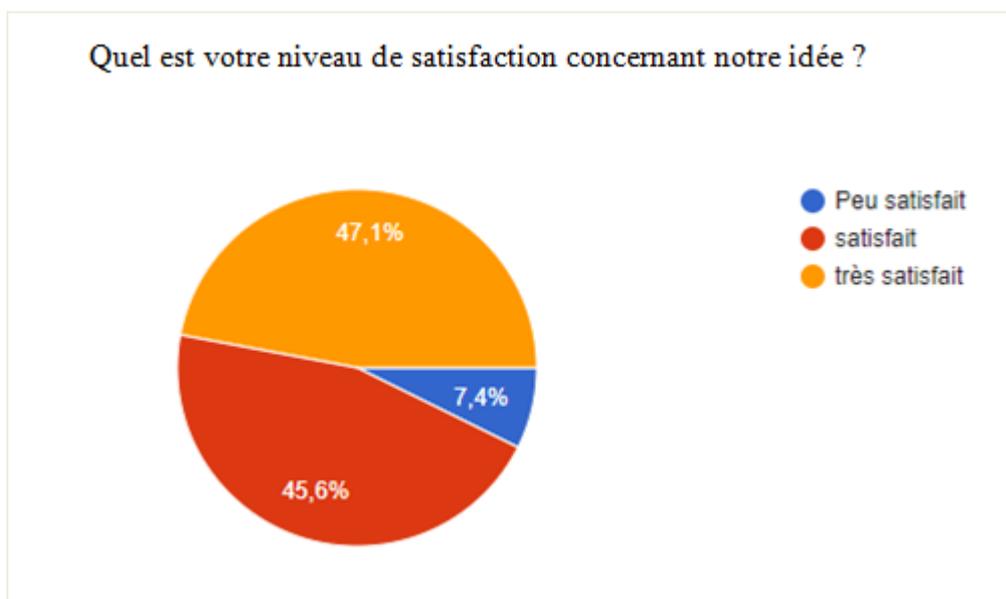


Figure 22 : Le niveau de satisfaction concernant notre produit.

- 47,1 % sont très satisfait on ce qui concerne notre produit, suivie d'un pourcentage de 45,6 % qui ont dit qu'il sont satisfait, et quelques uns qui sont peu satisfait.

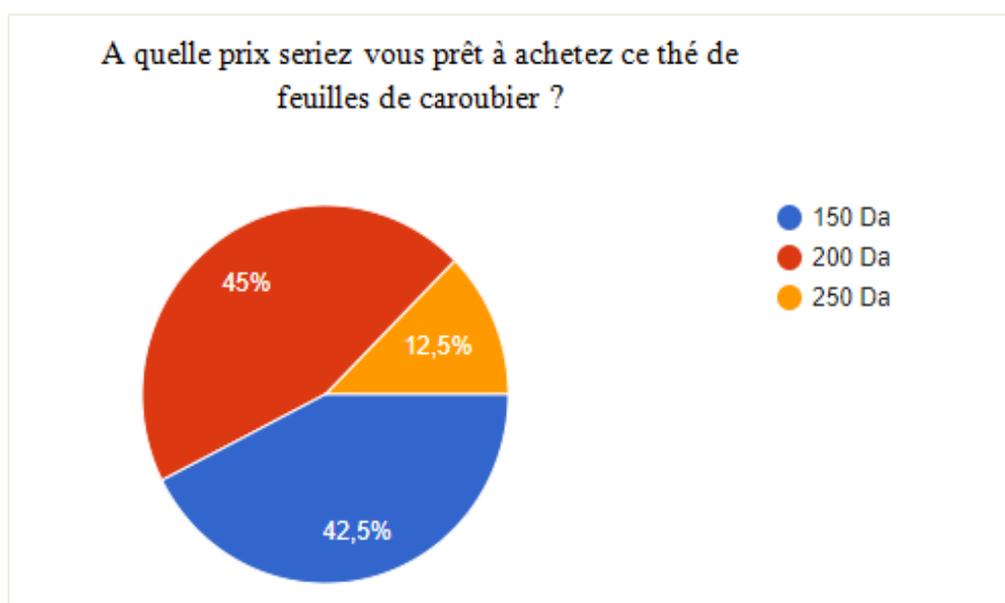


Figure 23 : Le prix que les participant sont prêt à le payé pour acheter ce produit.

- La majorité des participants sont choisi à payé 200 Da pour notre produit (45%), et 42,5% veulent payer 150 Da. Et peut de gens disent 250 Da (12,5%).

En utilisant vos propres mots, dites-nous les améliorations que vous souhaiteriez le plus voir apporter à ce/cette nouveau/nouvelle produit.

26 réponses

J'ai beaucoup aimé l'idée, j'aimerais d'autres goûts de thé

Les avantages de ce thé ou la plante utilise dans la santé humaine

De l'originalité, 100% naturel et sans colorant ni conservateur

Un meilleur emballage

Je suis convaincu maintenant et je souhaiterais de tester le caroubier

merci beaucoup pour les informations et bonne continuation

Me dire d'abord où l'acheter car je suis très intéressée. Et nous dire aussi la dose à ne pas dépasser

J'aimerais bien. Que vous entamé cette idée et de la réaliser , ainsi assurer la disponibilité . Dans la fin je vous souhaite la réussite et bon courage et continuation dans votre projet.

On aimerait bien que ce produit à base de feuilles de caroubier serait vendu sur le marché algérien

il faut bien mentionner que le produit est 100% naturel, sans aucun additif, ni colorant ... et mentionner le mode d'utilisation optimum (quantité + horaire) pour profiter au maximum de ses bienfaits. Bonne continuation ;-)

Je vous souhaite beaucoup de courage bonne continuation

Disponibilité

essayer de faire vos propres mélanges de thé avec plusieurs saveurs

La disponibilité du produit. Le coût aussi.

Vous pouvez ajouter d'autres goûts

Avoir un thé glacé

C'est un bon produit

Oui

Un très jolie emballage qui attire la clientèle
Des différents goûts

Un thé moins chère efficace et surtout très disponible dans tous les points de vente

Ajoutez des édulcorants pour améliorer le goût, comme de l'eau de rose , menthe, des dattes ... ext .

Peut-être ajouter d'autres goûts.

Je pense que l'ajout d'autres ingrédients comme le gingembre vas donner un bon effet sur la santé et bonne continuation

vous pouvez ajouter du miel.

Peut-être ajouter d'autres goûts.

J'aimerais bien. Que vous entamé cette idée et de la réaliser , ainsi assurer la disponibilité .
Dans la fin je vous souhaite la réussite et bon courage et continuation dans votre projet.

Ajoutez des édulcorants pour améliorer le goût, comme de l'eau de rose , menthe, des dattes ... ext .

La disponibilité du produit. Le coût aussi.

Les avantages de ce thé ou la plante utilise dans la santé humaine

Je suis convaincu maintenant et je souhaiterais de tester le caroubier

Un très jolie emballage qui attire la clientèle
Des différents goûts

Un thé moins chère efficace et surtout très disponible dans tous les points de vente

J'aime bien s'il sera disponible au niveau des superettes le plus tôt possible encore avoir une très grande police sur ce produit indiquant ces bénéfices!

Je vous souhaite beaucoup de courage bonne continuation

Je pense que l'ajout d'autres ingrédients comme le gingembre vas donner un bon effet sur la santé et bonne continuation

Un meilleur emballage

il faut bien mentionner que le produit est 100% naturel, sans aucun additif, ni colorant ... et mentionner le mode d'utilisation optimum (quantité + horaire) pour profiter au maximum de ses bienfaits. Bonne continuation ;-)

Disponibilité

Me dire d'abord où l'acheter car je suis très intéressée. Et nous dire aussi la dose à ne pas dépasser

On aimerait bien que ce produit à base de feuilles de caroubier serait vendu sur le marché algérien

De l'originalité, 100% naturel et sans colorant ni conservateur

Avoir un thé glacé

merci beaucoup pour les informations et bonne continuation

3.4 Discussion

Les thés disponibles sur le marché ont des bienfaits sur la santé mais ils contiennent quasiment des arômes synthétiques et des additifs alimentaires. Dans notre travail on a utilisé des feuilles de caroubier qui ont plusieurs effets thérapeutiques sur la santé avec des arômes naturels (fruits séchés). D'après les résultats 96% des gens qui ont répondu au questionnaire consomment le thé, c'est un pourcentage qui montre que le thé est une boisson très populaire **(Wan et Xia, 2015)**.

Le thé est la deuxième boisson la plus populaire au monde après l'eau. Ses bienfaits pour la santé, son goût rafraîchissant et son parfum complexe contribuent à sa popularité mondiale **(Wan et Xia, 2015)**.

Bien que l'eau est essentiel à la vie et le corps humain n'a pas le stock d'eau, et des apports hydrique constants sont essentiel pour maintenir un bon niveau d'hydratation dont 1.5 L est repère à ajuster dans chaque situation individuel mais elle ne peut pas atteindre tous les objectives et doit généralement être complété par d'autre boisson froide ou chaude **(Modai, 2011)**.

Durant les dernières décennies, plusieurs études ont montré que le thé vert pouvait réduire ou prévenir le développement de certaines maladies chroniques **(Gupta et Kuma, 2016)**. En effet, de nombreuses études ont trouvé que les polyphénols isolés à partir des feuilles du thé vert sont des excellents inhibiteurs de la cancérogenèse dans divers types du cancer notamment le cancer de la peau, des poumons et du foie **(Braicu et al., 2013)**. De plus, les feuilles du thé vert possèdent un effet anti-inflammatoire remarquable contre la dénaturation des protéines grâce à sa teneur élevée en flavonoïdes **(Chatterjee et al., 2012)**. Certaines études indiquent aussi que l'effet antimicrobien du thé vert peut être lié à la présence d'ECG et d'EGCG, qui entraînent l'endommagement de la paroi cellulaire des bactéries et, par conséquent, l'inhibition de leur croissance **(Albadani et Ibrahim, 2014)**. **El-desouky et al., (2019)** ont prouvés que le thé vert est doué d'un effet antioxydant et néphroprotecteur puissants. Son richesse en vitamines antioxydants C et E assure la normalisation du taux sérique de l'urée, de la créatinine et de l'acide urique. En effet, la présence des flavonoïdes améliore également l'activité de certains enzymes antioxydants rénales tel que SOD, CAT et GPx **(Albadanie et Ibrahim, 2014)**.

Le thé, malgré ses puissances propriétés curatives, peut dans quelques circonstances avoir des effets secondaires, et des fois même comporter des risques. Cad des effets indésirables (**Rahima et Imène, 2019**) :

- ❖ Réduction de la simulation du fer et l'acide folique (vitamine B9), pendant 30 minutes après la boisson ;
- ❖ Certaines maladies ou en cas de grossesse ou d'allaitement ;
- ❖ Interactions médicamenteuses ;
- ❖ Maladies de l'estomac ou des reins.

Parmi tous les aliments, rares sont ce qui ne contienne pas de colorants ces derniers apporte de la couleur et l'originalité à l'aliment et le produise plus attractifs aux yeux des consommateurs des colorants naturels dans la plupart sont d'origines végétal, forme une gamme très étendu de nuances (**Ben Mansour et Latrach ; 2009**).

Les colorants alimentaires de synthèse sont considérer comme toxique pour l'homme, et leur absorption n'est pas toujours sans conséquence sur notre santé. En effet, certain d'entre eux sont mutagène et génotoxique ou encore provoque des cancers (**Rafii et al., 1997 ; Benmensour et al., 2007**).

Ceratonia siliqua communément connu sous le nom de caroubier, appartient à la famille des légumineuses qui pousse dans de nombreuses parties de la région méditerranéenne (**Owen et al., 2003**).

Il a été rapporté que les feuilles de caroubier présentait des activités antioxydants (**El hajaji et al., 2010**) et antimicrobiennes (**Aissani et al., 2012**). Ils pourraient aussi avoir un effet protecteur contre l'obésité induite par le régime HFD et un effet anti-inflammatoire dans la colite ulcéreuse associée ou non à l'obésité (**Aboura, 2018**).

les polyphénols de feuilles de caroube ont des effets bénéfiques sur plusieurs maladies dont le cancer (**Custódio et al., 2011**). Ces auteurs ont rapporté qu'un extrait riche en polyphénols de feuilles de caroube a fortement diminué la viabilité de la lignée cellulaire d'adénocarcinome cervical humain. Ces extraits de feuilles de caroubier ont des activités anti-oxydant, anticancéreuses et chimio-préventive, qu'il peut aussi jouer le rôle d'un agent chimio-protecteur et aussi d'un agent anti-tumoral (**Ghanemi et al., 2021**). Ils sont des composants bioactifs largement présents dans les herbes thérapeutiques (**Oz et al., 2013**). Ils

sont connus pour exercer des propriétés anti-inflammatoires et anti-tumorales (**Ćetković et al., 2008**).

L'évaluation sensorielle a été définie comme une méthode scientifique utilisée pour évoquer, mesurer, analyser et interpréter les réponses liées aux produits comme perçues à travers les sens de la vue, de l'odorat, du touché, du goût, et de l'ouïe (**Lawless et Heymann, 2010**).

L'évaluation sensorielle devrait être envisagée en termes beaucoup plus larges pour dépasser sa contribution aux questions de savoir quelle saveur est meilleure ou si un ingrédient A peut être remplacé par un ingrédient B (**Stone et al., 2012**).

D'après les résultats des analyses sensorielles par le test de classement, les dégustateurs ont préféré en premier lieu, le goût fraise et verveine puis les autres goûts (menthe, kiwi et pomme).

Le questionnaire est une technique de collecte des informations qui se présente d'une manière précise et ordonnée. À travers cette outille, on peut connaître les pourcentages et les opinions des participants.

Conclusion générale

Conclusion générale

Le thé est une boisson aromatique préparée par infusion des feuilles séchées de théier, il est le plus bu au monde après l'eau, ses composants ont des effets bénéfiques pour la santé.

Suite à notre étude, on a pu déduire les conclusions suivantes :

- Le thé est une boisson universelle, diversifiée, dont la préparation est une étape cruciale dont dépend sa qualité, cette boisson a des effets bénéfiques sur la santé. Si elle est consommée d'une façon régulière.
- Le caroubier « *Ceratonia siliqua L.* », appartient au groupe des légumineuses qui est une plante très riche en polyphénols et a des effets thérapeutiques diverses, dans ses différentes parties. Et ils sont largement utilisés dans la médecine traditionnelle.
- Les feuilles du caroubier peuvent réguler le diabète et même ils ont un pouvoir de prévention contre le cancer particulièrement colorectal et ils peuvent aider à réduire la taille des tumeurs. Et aussi ils sont efficaces contre l'obésité.
- Selon les résultats du questionnaire qu'on a fait, on a constaté que notre produit a attiré l'attention de beaucoup de gens, qui ont aimé cette idée et l'encourager.
- L'analyse sensorielle nous a donné une idée que les personnes préfèrent comme goût pour ce thé dont on a observé que la fraise et verveine ont pris la première place dans le classement du test sensoriel.
- Le questionnaire a montré que 60,9 % des participants ne savent pas que le thé à base des feuilles de caroubier a un effet sur la régulation de diabète et 60,3 % d'eux n'ont pas l'information que ce thé a un pouvoir de prévention contre le cancer particulièrement colorectal et il peut réduire la taille des tumeurs et presque la moitié (50,7 %) ne sait pas qu'il a une efficacité contre l'obésité et le cancer, donc ce questionnaire leur indique toutes ses informations, et on ce qui concerne le côté de commercialisation 30,9 % des participants sont prêts à acheter ce produit et à payer environ 200 Da (45 %), ce qui nous motive à améliorer ce thé et de le commercialiser.

En perspectives :

- ✚ Faire des analyses physicochimique et microbiologique à ce thé.
- ✚ La conception d'un emballage adapté à la nature du produit.
- ✚ Ajoutez d'autres goûts et faire une étude de marché.

Références bibliographique

1. **Aafi, A. (1996).** Le caroubier: Caractères botaniques et écologiques, groupements végétaux, techniques d'élevage en pépinière, traitement et soins culturaux, utilisation et production. Centre national de la recherche forestière. Maroc. 1-7
2. **Aboura, I. (2018).** Effets anti-inflammatoires et anti obésité des extraits polyphénoliques de feuilles de caroube « *Ceratonia siliqua* » et cladode de figuier de barbarie « *Opuntia ficis-indica* » (thèse de doctorat, université de Tlemcen).
3. **Aissani, N., Coroneo, V., Fattouch, S., & Caboni, P. (2012).** Inhibitory effect of carob (*Ceratonia siliqua*) leaves methanolic extract on *Listeria monocytogenes*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 60(40), 9954–9958.
4. **Ait Chitt M., Belmir M., Lazrak A. (2007).** Production des plantes sélectionnées et greffées du caroubier. Transfert de technologie en Agriculture. Maroc. 153: 1-4.
5. **Albadani, R.N et Ibrahim D.A. (2014).** Evaluation of the Potential Nephroprotective and Antimicrobial Effect of *Camellia sinensis* Leaves versus *Hibiscus sabdariffa* (In Vivo and In Vitro Studies). *Advances in Pharmacological Sciences*, 5: 389-834.
6. **Albanell, E. (1990).** Caracterización morfológica, composición química y valor nutritivo de distintas variedades de garrofa (*Ceratonia siliqua* L.) cultivadas en España. Tesis doctoral. Barcelona. España, pp. 209.
7. **Alcazar, A., Ballesteros, O., Jurado, J., Pablos, F., Martin, M., et al. (2007).** Differentiation of green, white, black, Oolong, and Pu-erh teas according to their free amino acids content. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 55(15): 5960-5965.
8. **Aleksic, V., Knezevic, P., (2014).** Antimicrobial and antioxidative activity of extracts and essential oils of *Myrtus communis* L. *Microbiol. Res.* 169 (4), 240–254.
9. **Alizadeh, A., Khoshkhui, M., Javidnia, K., Firuzi, O., Tafazoli, E., Khalighi, A., (2010).** Effects of fertilizer on yield, essential oil composition,

- total phenolic content and antioxidant activity in *Satureja hortensis* L. (Lamiaceae) cultivated in Iran. *J. Med. Plants Res.* 4 (1), 33–40.
10. **Almajano, MP., Carbo, R., Jiménez, J., Gordon, MH. (2008).** Antioxidant and antimicrobial activities of tea infusions. *Food Chemistry* 108(1): 55-63.
 11. **Ambre, N ; Najaf, F. (2015).** the pharma innovation. *Revue sur les constituants du thé vert et ses effets négatifs*, 4(1), 21-24.
 12. **American Cancer Society, (2019).** What Is Cancer? [Internet]. [cité 22 juin 2019]. Disponible sur: <https://www.cancer.org/cancer/cancer-basics/what-is-cancer.htm>
 13. **Barone, J.J., et Roberts, H., Human. (1984).** **Consumption of Caffeine, dans DEWS, P.B., dir., Caffeine. Perspectives from Recent Research, Berlin-Heidelberg-New York-Tokyo. (1984).** p. 59 ; Introduction, dans BUTEL, P., *Histoire du thé*, Paris, 1997, empl. 100. Ce livre se présente sous la forme d'un livre électronique qui est subdivisé en emplacements et non pas en pages ; COULTON, R., ELLIS, M. et MAUGER, M., *Empire of Tea : The Asian Leaf that Conquered the World*, Londres, 2015, p. 9. 2 En 2020, le thé peut provenir d'Afrique du Sud, du Canada, de Ceylan, de la Chine, de la Corée du Sud, de la France, d'Inde, du Japon, du Népal, du Rwanda, de Taiwan, de Thaïlande et du Vietnam. (BARONE, J.J. et ROBERTS, H., *Human Consumption of Caffeine...*, p. 59-70 ; Thés dans *Le Cha Hû Thé. Maison de thé*, <https://www.cha-hu-the.be/fr/3-thes#/> (consulté le 10 juillet 2019) ; HARA, Y., *Green Tea : Health Benefits and Applications*, Cleveland, 2001, p. 2).
 14. **Basdevant, A., Aron-Wisnewski, J., Clément, K. (2011).** Définitions des obésités. *Traité Médecine et Chirurgie de l'obésité. Médecine Sciences Publications. Lavoisier*; p. 3-8.
 15. **Battle, I. (1997).** Current situation and possibilities of development of the carob tree (*Ceratonia siliqua* L.) in the Mediterranean region. Unpublished FAO Report. Rome. Italy
 16. **Battle, I. and Tous, J. (1988).** Lineas de investgati3n sobre el algarrobo (*Ceratonia siliqua* L.) en el IRTA, Cataluña (España). In: Brito de Carvalho JH, ed. *I Encorto Linhas de Investigaçao de Alfarroba. AIDA*, Oeiras: AIDA, 92-104.

17. **Battle, I., Tous, J. (1997).** Carob tree *Ceratonia siliqua* L., Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. 17, Gatersleben: Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, Rome: International Plant Genetic Resources Institute, pp. 92.
18. **Ben Hsouna, A., Trigui, M. et Jaoua, S. (1986).** Evaluation of antimicrobial and antioxidant activities of the ethyl acetate extract of endemic *Ceratonia siliqua* L. leaves. *Journal of agricultural and food chemistry*, 34: 827-829.
19. **Ben Hsouna, A., Saoudi, M., Trigui, M., Jamoussi, K., Boudawara, T., Jaoua, S., & Feki, A. El. (2011).** Characterization of bioactive compounds and ameliorative effects of *Ceratonia siliqua* leaf extract against CCl₄ induced hepatic oxidative damage and renal failure in rats. *Food and Chemical Toxicology*, 49(12), 3183– 3191.
20. **Ben Mansour, H, Corroler, D, Barillier, D, et al. (2007).** Evaluation of genotoxicity and pro-oxidant effect of the azo dyes: acids yellow 17, violet 7 and orange 52, and of their degradation products by *Pseudomonas putida* mt-2. *Food Chem Toxicol* 45: 1670-7
21. **Ben Mansour, H., & Latrach Tlemcani, L. (2009).** Les colorants naturels sont-ils de bons additifs alimentaires?. *Phytothérapie*, 7(4), 202-210.
22. **Bengoechea, C., Romero, A., Villanueva, A., Moreno, G., Alaiz, M., Milla,´ n, F.,Guerrero A., Puppo, M.C. (2008).** Composition and structure of carob (*Ceratonia siliqua* L) germ, Proteins. *Food Chemistry* ,107, 675–683.
23. **Berrougui, H. (2007).** Le caroubier (*Ceratonia siliqua* L.), une richesse nationale aux vertus médicinales. *Maghreb Canada Express* 5, n°9
24. **Bhuyan, LP, Sanyt, S, Baruahl, S, Sabhapondit, S, Hazarika, AK, Hazarikal, M. (2012).** Recent approaches to processing technology at Tocklai/ Two and a Bud 59(2):34-40.
25. **Braicu, C, Ladomery, M.R, Chedea, V.S, Irimie, A et Berindan-Neagoe, I. (2013).** The relationship between the structure and biological actions of green tea catechins. *Food Chemistry*, 34.
26. **Branger, A., & Roustel, S. (2007).** *Alimentation, sécurité et contrôles microbiologiques*. Educagri Editions.

27. **Candolle, R. (1983).** Tasmania's Proposed Dams in Its South-West Wilderness. *Environmental Conservation*, 10(1), 68-68.
28. **Ćetković, G., Čanadanović-Brunet, J., Djilas, S., Savatović, S., Mandić, A., & Tumbas, V. (2008).** Assessment of polyphenolic content and in vitro antiradical characteristics of apple pomace. *Food Chemistry*, 109(2), 340–347.
29. **Chan, E. W. C., Lim, Y. Y., Wong, S.K., Lim, K.K., Tan, S.P., Lianto, F.S., & Yong, M.Y. (2009).** Effects of different drying methods on the antioxidant properties of leaves and tea of ginger species. *Food chemistry*, 113, 166-172.
30. **Chatterjee, A, Saluja, M, Agarwal, G et Alam, M. (2012).** Green tea: A boon for periodontal and general health. *J Indian Soc Periodontol*, 16(2) : 161-167.
31. **Cheurfa, M, Allem, R. (2016).** Évaluation de l'activité anti-oxydante de différents extraits des feuilles d'Aloysia triphylla. *Phytothérapie* 14(3):181-187. (Chinese)
32. **Corsi, L., Avallone, R., Cosenza, F., Farina, F., Baraldi, C., & Baraldi, M. (2002).** Antiproliferative effects of *Ceratonia siliqua* L. on mouse hepatocellular carcinoma cell line. *Fitoterapia*, 73(7), 6
33. **Custódio, L., Escapa, A. L., Fernandes, E., Fajardo, A., Aligué, R., Alberício, F., ... Romano, A. (2011).** In vitro cytotoxic effects and apoptosis induction by a methanol leaf extract of carob tree (*Ceratonia siliqua* L.). *Journal of Medicinal Plants Research*, 5(10), 1987–1996.
34. **D'Archivio, M., Filesi, C., Vari, R., Scazzocchio, B., & Masella, R. (2010).** Bioavailability of the polyphenols: Status and controversies. *International journal of molecular sciences*. 11, 1321-1342.
35. **Dai, W., Xie, D., Lu, M., Li, P., Lv, H., Yang, C., ... Lin, Z. (2017).** Characterization of white tea metabolome: Comparison against green and black tea by a nontargeted metabolomics approach. *Food Research International*, 96, 40-45. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.03.028>.
36. **De Figueiredo, RO, Stefanini, MB, Ming, L.C, Marques, MOM, Facanali, R. (2002).** Essential Oil Composition of *Aloysia triphylla* (L'Herit) Britton Leaves Cultivated in Botucatu, São Paulo, Brazil. p 131-134.
37. **Deng, X. X., & Zhao, X. (2012).** Anti-gastric damage effect of different concentrations of yellow tea on SD rats. *Journal of Chongqing Education College*, 25(6), 12-14. (In Chinese)

38. **Ding, S. H., An, K. J., Zhao, C. P., Li, Y., Guo, Y. H., & Wang, Z. F. (2012).** Effect of drying methods on volatiles of Chinese ginger (*Zingiber officinale* Roscoe). *Food and Bioprocess Processing*, 90, 515-524.
39. **Djilani, A., Dicko, A. (2012).** In: Bouayed, J., Bohn, T. (Eds.), *The Therapeutic Benefits of Essential Oils.*, pp. 155–178.
40. **Doha Mohamed, A., Hamed Ibrahim, M. et Al-Okbi Sahar, Y. (2008).** *Ceratonia siliqua* Pods as a Cheap Source of Functional Food Components. *Deutsche Lebensmittel-Rundschau*, Vol. 104,N ° 1, pp. 25-29.
41. **Dou, J., Lee, V. S., Tzen, J. T., & Lee, M. R. (2007).** Identification and comparison of phenolic compounds in the preparation of oolong tea manufactured by semifermentation and drying processes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55(18), 7462–7468.
42. **Dupont Frédéric, Guignard Jean-Louis Botanique. (2012).** *Les familles de plantes*, Elsevier, Masson, Issy-les-Moulineaux
43. **El Hajaji, H., Lachkar, N., Alaoui, K., Cherrah, Y., Farah, A., Ennabili, A., ... Lachkar, M. (2010).** Antioxidant properties and total phenolic content of three varieties of Carob tree leaves from Morocco. *Records of Natural Products*, 4(4), 193.
44. **El-desouky, M.A, Mahmoud, M.H, Riad, B.Y, Taha, Y.M. (2019).** Nephroprotective effect of green tea, rosmarinic acid and rosemary on n-diethylnitrosamine initiated and ferric nitrilotriacetate promoted acute renal toxicity in wistar rats. *Interdisciplinotoxicol*, 12(2): 98-110.
45. **Ghanemi, F. Z. (2017).** Activités apoptotique et chimio-préventive des polyphénols de feuilles de caroube (*Ceratonia siliqua* L.) sur les cellules cancéreuses du colon (thèse de doctorat, université de Tlemcen).
46. **GHANEMI, F. Z., & BELARBI, M. (2021).** Phytochemistry and Pharmacology of *Ceratonia siliqua* L. leaves. *Journal of Natural Product Research and Applications*, 1(01), 69-82.
47. **Gonc¸ alves, S., Gomes, D., Costa, P., Romano, A. (2013).** The phenolic content and antioxidant activity of infusions from Mediterranean medicinal plants. *Ind. Crops Prod.* 43 (0), 465–471.
48. **Gonzalez de Mejia, E., Ramirez-Mares, M. V., & Puangpraphant, S. (2009).** Bioactive components of tea: Cancer, inflammation and behavior. *Brain, Behav., Immun.*, 23(6), 721-731.

- 49. Gupta, D et Kuma, M. (2016).** Evaluation of in vitro antimicrobial potential and GC-MS analysis of *Camellia sinensis* and *Terminalia arjuna*. *Biotechnology Reports*, 1-9.
- 50. Haddarah A. (2013).** L'influence des cultivars sur les propriétés fonctionnelles de la caroube Libanaise. Thèse de doctorat : L'Université Libanaise (Ecole Doctorale des Sciences et Technologie) Et l'Université de Lorraine (France). 132 p
- 51. Hertel, J.M. (2003).** Plantes médicinales et diabète. *Nouveau Magazine de phytomania*.01-09P.
- 52. Hillcoat D., Lewis G., and Verdcourt B. (1980).** A new species of *Ceratonia* (Leguminosae Caesalpinoideae) from Arabia and the Somali Republic. *Kew bull.* 35(2), pp: 261-271
- 53. Hofmann, T., Scharbert, S., & Stark, T. (2006).** Molecular and gustatory characterisation of the impact taste compounds in black tea infusions. *Developments in Food Science*, 43, 3-8. [https://doi.org/10.1016/S0167-4501\(06\)80002-6](https://doi.org/10.1016/S0167-4501(06)80002-6).
- 54. Horžić, D., Jambrak, A. R., Belščak-Cvitanović, A., Komes, D., & Lelas, V. (2012).** Comparison of conventional and ultrasound assisted extraction techniques of yellow tea and bioactive composition of obtained extracts. *Food and Bioprocess Technology*, 5(7), 2858-2870. <https://www.pairform.fr/doc/24/27/51/web/res/moduleThe.pdf>
- 55. Hu, C. J., Li, D., Ma, Y. X., Zhang, W., Lin, C., Zheng, X. Q., ... Lu, J. L. (2018).** Formation mechanism of the oolong tea characteristic aroma during bruising and withering treatment. *Food Chemistry*, 269, 202–211
- 56. Huang, W.Y., Cai, Y.Z., Zhang, Y. (2010).** Natural phenolic compounds from medicinal herbs and dietary plants: potential use for cancer prevention. *Nutr. Cancer* 62 (1), 1–20.
- 57. Javanmardi, J., Stushnoff, C., Locke, E., Vivanco, J.M. (2003).** Antioxidant activity and total phenolic content of Iranian *Ocimum* accessions. *Food Chem.* 83 (4), 547–550.
- 58. Javed, A. (2015).** Role of processing conditions in determining tea quality. College of Technology, G.B. Pant University of Agriculture and Technology, Pantnagar. India <https://www.researchgate.net/publication/282978886>.

59. **Julien Robert. (2013).** Découvrir le thé, v 1.0, p45.
60. **Kaderi, M., Ben Hamouda, G., Zaeir, H., Hanana, M. et Hamrouni, L. (2014).** Notes ethnobotanique et phytopharmacologique sur *Ceratonia siliqua* (L.). *Phytothérapie*, p5.
61. **Klenow, S., Jahns, F., Pool-Zobel, B.L. et Gleis, M. (2009).** Does an extract of carob (*Ceratonia siliqua* L.) have chemopreventive potential related to oxidative stress and drug metabolism in human colon cells. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57: 2999- 3004
62. **Krieps, M. (2009).** Le thé : origine, actualité et potentialités -Thèse d'exercice : Pharmacie, Nancy.
63. **Laco (2021)** <https://www.laco-analyse-sensorielle.com/etudes-sensorielles#:~:text=Le%20Test%20Duo%2DTrio%20%3A%20un,intensit%C3%A9%20du%20go%C3%BBt%20sucr%C3%A9%20%80%A6>.
64. **Lawless, H.T., Heymann, H. (2010).** Sensory Evaluation of Food: principles and practices, chap. 1 introduction, 2ème éd. SPENGER, New York, ISBN : 978-1-4419-6487-8 / 978-1-4419-6488-5 ? p. 1-7.
65. **Lee, J., & Chambers, D. H. (2014).** A comparison of the flavor of green teas from around the world. *Journal of the Science of Food & Agriculture*, 94, 1315-1324. <https://doi.org/10.1002/jsfa.6413>.
66. **Lenoir, L. (2011).** Effet protecteur des polyphénols de la verveine odorante dans un modèle d'inflammation colique chez le rat: Université d'Auvergne-Clermont-Ferrand I.
67. **Li, Q., Huang, J. N., Li, Y. D., Zhang, Y. Y., Luo, Y., Chen, Y., et al. (2017).** Fungal community succession and major components change during manufacturing process of Fu brick tea. *Scientific Reports*, 7, 6947.
68. **Li, Q., Li, Y. D., Luo, Y., Xiao, L. Z., Wang, K. B., Huang, J. N., et al. (2020).** Characterization of the key aroma compounds and microorganisms during the manufacturing process of Fu brick tea. *LWT-Food Science and Technology*, 127, 109355.
69. **Li, Q., Li, Y. D., Luo, Y., Zhang, Y. Y., Chen, Y., Lin, H. Y., et al. (2019).** Shifts in diversity and function of the bacterial community during the manufacture of Fu brick tea. *Food Microbiology*, 80, 70 – 76.
70. **Li, Z. Y., Feng, C. X., Luo, X. G., Yao, H. L., Zhang, D. C., & Zhang, T. C. (2018).** Revealing the influence of microbiota on the quality of Pu-erh tea

- during fermentation process by shotgun metagenomic and metabolomic analysis. *Food Microbiology*, 76, 405 – 415.
- 71. Lin, S. Y., Chen, Y. L., Lee, C. L., Cheng, C. Y., Roan, S. F., & Chen, I. Z. (2013).** Monitoring 766 volatiles compound profiles and chemical compositions during the process of manufacturing 767 semi-fermented oolong tea. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 88(2), 768 159–164.
- 72. Liu, J. F., Wang, W. J., & Huang, K. (2018).** Chinese oolong tea germplasm resources (in Chinese). Xia Men: Xia Men UP.
- 73. Makris D. P. et Kefalas P. (2004).** Carob Pod (*Ceratonia siliqua* L.) as source of polyphenolic antioxidants. *Food Technology and Biotechnology*. 42: 105-108.
- 74. Manach, C., Williamson, G., Morand, C., Scalbert, A., & Rémésy, C. (2005)** Bioavailability and bioefficacy of polyphenols in humans. I. Review of 97 bioavailability studies. *American Journal of Clinical Nutrition*. 81, 230S– 42S.
- 75. Melgarejo, P. & Salazar, D.M. (2003).** Tratado de fruticultura para zonas áridas y semiáridas. Vol. II. Mundi-Prensa. España, pp. 19-162.
- 76. Mhirit, O., Et-Tobi, M. (2002).** Les arbres hors forêt: le cas du Maroc. Archives de documents de la FAO.
- 77. Michel, P. (2017).** La bible des plantes qui soignent. Ed. Chêne,P 672.
- 78.** microorganisms on the Yellow tea. Hunan Agricultural University, Hunan, China. (In
- 79. Modai, P. (2011).** Quelle place pour les boissons aux différents âges de la vie?. *Cahiers de Nutrition et de Diététique*, 46(1), H54-H60.
- 80. Mozouloua, D. (2004).** Traitement traditionnels de 150 maladies a base des plantes. experience de lokondo. *Unité de Recherche en Sciences Appliquées au développement (URSAD, (13), 111-116P.*
- 81. Muthumani, T, Kumar, RSS (2007).** Studies on freeze-withering in black tea manufacturing. *Food Chemistry* 101(1):103-106.
- 82. Nardini, M., Cirillo, E., Natella, F, Scaccini, C. (2002).** Absorption of phenolic acids in humans after coffee consumption. *J Agric Food Chem*. 50, 5735– 41.

- 83. OMS, (2019).** | **Cancer [Internet]. WHO.** [cité 18 avr 2019]. Disponible sur: <http://www.who.int/topics/cancer/fr>
- 84. Organisation mondiale de la Santé (OMS). (2002).** Stratégie de l'OMS pour la Médecine Traditionnelle .Genève.
- 85. Organisation Mondiale de santé (OMS). Et FAO (2019).** programme mixte fao/oms sur les normes alimentaires, comité du codex sur les fruits et légumes traités, travaux menés par correspondance grâce à la plateforme en ligne du codex, rapport du groupe de travail électronique sur l'avant-projet de norme pour les fruits séchés, Rome, Italie.
- 86. Organisation Mondiale de Santé. ((11-03-2017)).** *la démence*. Récupéré sur <https://www.who.int/m%C3%A9diacentre/factsheets/Fs362/Fr/>.
- 87. Owen, R.W., Haubner, R., Hull, W.E., Erben, G., Spiegelhalder, B., Bartsch, H. et Haber, B.(2003).** Isolation and structure elucidation of the major individual polyphenols in carob fibre, *Food and Chemical Toxicology*, 41: 1727–1738.
- 88. Oz, H. S., Chen, T., & de Villiers, W. J. S. (2013).** Green tea polyphenols and sulfasalazine have parallel anti-inflammatory properties in colitis models. *Frontiers in Immunology*, 4, 132.
- 89. Perez-Gutierrez, R.M., Damian-Guzman, M. (2012).** Meliacinolin: a potent alpha- glucosidase and alpha-amylase inhibitor isolated from *Azadirachta indica* leaves and in vivo antidiabetic property in streptozotocin-nicotinamide-induced type 2 diabetes in mice. *Biol. Pharm. Bull.* 35 (9), 1516–1524.
- 90. Porrini, M., Riso, P. (2008).** Factors influencing the bioavailability of antioxidants in foods: A critical appraisal. *Nutr. Metab. Cardiovasc Dis.* 18, 647–650.
- 91. Qingming, Y., Xianhui, P., Weibao, K., Hong, Y., Yidan, S., Li, Z., et al. (2010).** Antioxi-dant activities of malt extract from barley (*Hordeum vulgare* L.) toward variousoxidative stress in vitro and in vivo. *Food Chem.* 118 (1), 84–89.
- 92. Rafii F, Hall JD, Cernigalia, CE (1997)** Mutagenicity of azo dyes used in foods, drugs and cosmetics before and after reduction by *Clostridium* species from the human intestinal tract. *Food Chem Toxicol* 35: 897-901

- 93. Rahima, A. I. D. O. U. D., & Imène, B. O. U. R. E. N. E. B. (2019).** Dosage par HPLC-DAD de l'épigallocatechine gallate dans le thé et évaluation de son activité antioxydante.
- 94. Rejeb, M. N. (1995).** Le caroubier en Tunisie: Situations et perspectives d'amélioration, in Quel avenir pour l'amélioration des plantes? Edit. AUPELF-UREF. John Libbey Eurotext, Paris, pp. 79-85.
- 95. Rejeb, M. N., Laffray, D., Louguet, P. (1991).** Physiologie du caroubier (*Ceratonia siliqua* L.) en Tunisie. Physiologie des arbres et arbustes en zones arides et semi-arides, Group d'Etude de l'Arbre, Paris, France, pp. 417-426.
- 96. Rossetti, D., Bongaerts, J. H. H., Wantling, E., Stokes, J. R., & Williamson, A. M. (2009).** Astringency of tea catechins: More than an oral lubrication tactile percept. *Food Hydrocolloids*, 23, 1984-1992. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2009.03.001>.
- 97. Rusak G, Komes D, Likić S, Horžić D, Kovač M (2008)** Phenolic content and antioxidative capacity of green and white tea extracts depending on extraction conditions and the solvent used. *Food Chemistry* 110(4): 852-858.
- 98. Sanlier, N., Atik, I., & Atik, A. (2018).** A minireview of effects of white tea consumption on diseases. *Trends in Food Science & Technology*, 82, 82-88. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2018.10.004>.
- 99. Schweinfurth G. (1894). Sammlung arabisch-aethiopischer Pflanzen, Ergebnisse von Reisen in dem Jahren 1881, 1888-89, 1891-92. Bull, Herb. Bossier 2, pp: 1- 114.**
- 100. Shahidi Bonjar, G.H. (2004).** Antibacterial screening of plants used in Iranian folkloric medicine. *Fitoterapia* 75 (2), 231–235.
- 101. Simon M. (2010).** Production enzymatique d'oligosaccharides à partir de gomme de caroube. Mémoire : Faculté universitaire des Sciences agronomiques de Gembloux(Belgique).
- 102. Stone, H., Bleibaum, R.M., ThomaS, H.A. (2012).** Sensory evaluation practices, chap. 1 introduction to sensory evaluation, 4ème éd. Elsevier, ISBN: 978-0-12-382086-0, p. 8, p. 15.
- 103. Tan, J., Engelhardt, U. H., Lin, Z., Kaiser, N., & Maiwald, B. (2017).** Flavonoids, phenolic acids, alkaloids and theanine in different types of authentic Chinese white tea samples. *Journal of Food*

- Composition and Analysis, 57, 8-15.
<https://doi.org/10.1016/j.jfca.2016.12.011>.
- 104. Theotrastus et Suzanne, A. (2010).** Recherche sur les plantes : à l'origine de la botanique. Ed. Belin, P413.
- 105. Torbeyns, T. (2013).** Correlates of Changes in Body Mass Index and Fat Percent-age in Students After 1.5 Years At University.
- 106. Vavilov, N.I. (1951). The Origin, Variation, Immunity and Breeding of Cultivated Plants [translated from the Russian by K.S. Chester]. The Ronald Press Co., New York.**
- 107. Wallace, R.J. (2004).** Antimicrobial properties of plant secondary metabolites. Proceedings of Nutrition Society. 63: 621–629P.
- 108. Wan, XC, & Xia., T. (2015).** Métabolisme secondaire du théier (en chinois) (1ère éd.). Pékin: Presse scientifique
- 109. Wan, X. C. (2003).** Tea Biochemistry (3th ed.). Beijing: China Agriculture Press, (chapter 4)
- 110. WANG LING, (2006).** Le thé et la culture chinoise. 1er édition, Chine : Editions en Langues Etrangères Beijing, p. ii-5, p. 14-15, p. 22-33.
- 111. Wang Y., Belton P. S., Bridon H., Garanger E., Wellner N., Parker M. L., Grant A., Feillet P., Noel T.R. (2001).** Physicochemical Studies of Caroubin: A Gluten-like Protein, J. Agric. Food Chem., 49, 3414-3419.
- 112. Wang, Y., Kan, Z., Thompson, H. J., Ling, T., Ho, C. T., Li, D., & Wan, X. (2019).** Impact of six typical processing methods on the chemical composition of tea leaves using a single *Camellia sinensis* cultivar, Longjing 43. Journal of Agricultural & Food Chemistry, 67(19), 5423-5436. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.8b05140>.
- 113. Wang, Y., Zhao, X., Qian, Y., & Wang, R. (2013).** In vitro antioxidative activity of yellow tea and its in vivo preventive effect on gastric injury. Exp Ther Med, 6(2), 423-426.
- 114. Xiaoli, L, Chuanqi, X, Yong, H, Zhengjun, Q, Yanchao, Z (2012).** Characterizing the Moisture Content of Tea with Diffuse Reflectance Spectroscopy Using Wavelet Transform and Multivariate Analysis Sensors 12(7):9847-9861. doi:10.3390/s120709847.
- 115. Yang, W., Xiao, W. et Deng, K. (2001).** Effets de la technologie de traitement de différents thés sur les principaux composants de la

- biochimie. Journal de l'agriculture du Hunan Université (Sciences Naturelles), 27(05), 384-386. (En chinois).
- 116. Yang, C., Hu, Z., Lu, M., Li, P., Tan, J., Chen, M., ... Lin, Z. (2018).** Application of metabolomics profiling in the analysis of metabolites and taste quality in different subtypes of white tea. *Food Research International*, 106, 909-919. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.01.069>.
- 117. Yang, Y. (2014).** Studies on the yellowing with piling process and the effect of the
- 118. Yu, M.J., Zhang, X. J., Mou, G. L., Yan, J. S., Zhang, H., & Shi, Z. L. (2013).** Research progress on the application of hot air drying technology in China. *Agricultural Science & Technology and Equipment*, 230, 14-16.
- 119. Yue, W., Sun, W., Rao, R. S. P., Ye, N., Yang, Z., & Chen, M. (2019).** Non-targeted metabolomics reveals distinct chemical compositions among different grades of Bai Mudan white tea. *Food Chemistry*, 277, 289-297. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.10.113>.
- 120. Zaoui, S; Biémont, C; Meguenni, K. (2007).** Approche épidémiologique du diabète en milieux urbain et rural dans la région de Tlemcen (Ouest algérien). *Cahiers d'études et de recherches francophones/Santé*.
- 121. Zhao, F., Qiu, X., Ye, N., Qian, J., Wang, D., Zhou, P., & Chen, M. (2018).** Hydrophilic interaction liquid chromatography coupled with quadrupole-orbitrap ultra high resolution mass spectrometry to quantitate nucleobases, nucleosides, and nucleotides during white tea withering process. *Food Chemistry*, 266, 343-349. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.06.030>.
- 122. Zhao, F., Ye, N., Qiu, X., Qian, J., Wang, D., Yue, W., ... Chen, M. (2019).** Muthumani T, Kumar RSS (2007). Studies on freeze-withering in black tea manufacturing. *Food Chemistry* 101(1):103-106.
- 123. Zheng, W. J., Wan, X. C., & Bao, G. H. (2015).** Brick dark tea: A review of the manufacture, chemical constituents and bioconversion of the major chemical components during fermentation. *Phytochemistry Reviews*, 14, 499 – 523.

- 124. Zhou, W., Ni , chen , Zhan,X. P., & Yuan, F. T. (2004).** Study on quality changing of yellow tea in process engineering Hu Bei Agriculture Science, 1, 93-95. (In Chinese)
- 125. Zhu, M. Z., Li, N., Zhou, F., Ouyang, J., Lu, D. M., Xu, W., et al. (2020).** Microbial bioconversion of the chemical components in dark tea. Food Chemistry, 312, 126043.
- 126. Zohary M. (1973).** Geobotanical Foundations of the Middle East, 2 vols. Stuttgart.

ANNEXES

Annexe 02 : Fiche d'analyses sensorielles :

Date

Nom et prénom (facultatif)

Homme		Femme	
--------------	--	--------------	--

Tranche d'âge

< 18 ans	18 – 25 ans	25 – 60 ans	> 60 ans

Niveau d'instruction

primaire	collège	Lycée	Université	employeur	Retraité

Cinq échantillons d'un thé à base des feuilles de caroubier avec différents parfums fruités vous sont proposés

620	295	427	903	835
------------	------------	------------	------------	------------

Classez ces échantillons par ordre de préférence : du plus préféré au moins préféré.

1.	3.	5.
2.	4.	

Veillez indiquer sur quoi vous vous êtes basé pour décider de ce classement.

Annexe 02 : Questionnaire

L'élaboration d'un thé

Dans le cadre de la réalisation du mémoire de fin d'études intitulé l'élaboration d'un thé à base des feuilles de caroubier, nous vous remercions de bien vouloir consacrer quelques minutes pour répondre au questionnaire ci-dessous

* Obligatoire

1. Votre Sexe? *

Marquez un seul ovale.

féminin

Masculin

2. Votre âge ?

Cochez toutes les réponses qui s'appliquent.

Moins de 18 ans

18 ans - 25 ans

25 ans -60 ans

Plus de 60 ans

3. Consommez-vous du thé ?

Marquez un seul ovale.

Oui

Non

4. A quel moment consommez-vous du thé?

Marquez un seul ovale.

Matin

Midi

Soir

5. A quelle fréquence consommez-vous du thé ?

Marquez un seul ovale.

- Tous les jours
 Au moins 4 fois par semaine
 Au moins 1 fois par semaine
 Plusieurs fois par mois

6. Dans votre maison (entourage) quelle sont les personnes qui consomment le thé ?

Marquez un seul ovale.

- Enfants
 Adolescents
 Adultes
 Toute les membres de la famille

7. En général, lorsque vous achetez un thé, quels sont les 3 critères qui vous semblent les plus importants ?

Cochez toutes les réponses qui s'appliquent.

- Le goût
 L'effet thérapeutique
 Le visuel
 le mode d'emploi
 Autre : _____

8. Avez-vous déjà eu l'occasion de voir des thés à base des feuilles de caroubier dans votre supermarché habituel ?

Marquez un seul ovale.

- Oui
 Non

9. Quelle est votre première réaction envers le produit ?

Marquez un seul ovale.

- Très positive
- Relativement négative
- Relativement positive
- Très négative
- neutre

10. Savez-vous que ce thé a un effet sur la régulation de diabète

Marquez un seul ovale.

- Oui
- Non

11. Savez-vous que ce thé a un pouvoir de prévention contre le cancer particulièrement colorectal et qu'il peut aider à réduire la taille des tumeurs ?

Marquez un seul ovale.

- Oui
- Non

12. Etes-vous au courant que le thé des feuilles de caroubier est efficace contre l'obésité et le colon ?

Marquez un seul ovale.

- Oui
- Non

13. Si le produit était disponible aujourd'hui, quelle serait la probabilité que vous l'achetiez ?

Marquez un seul ovale.

- Extrêmement probable
- Pas très probable
- Très probable
- Pas du tout probable
- Relativement probable

14. Quels parfums préféreriez-vous pour un thé ?

Cochez toutes les réponses qui s'appliquent.

- Fraise
- Kiwi
- Pomme
- Menthe
- Verveine
- Autre : _____

15. Quel est votre niveau de satisfaction concernant notre idée?

Marquez un seul ovale.

- Peu satisfait
- satisfait
- très satisfait

16. A quelle prix seriez vous prêt à acheter ce thé de feuilles de caroubier ?

Marquez un seul ovale.

150 Da

200 Da

250 Da

17. En utilisant vos propres mots, dites-nous les améliorations que vous souhaiteriez le plus voir apporter à ce/cette nouveau/nouvelle produit.

Résumé :

Ce travail consiste à élaborer un thé à base des feuilles de caroubier, ce thé est une boisson, obtenue par infusion des feuilles du caroubier, préalablement séchées, qui a des effets thérapeutiques sur la santé. *Ceratonia siliqua* L appelé « caroubier » est un arbre très répandu dans le bassin méditerranéen. L'infusion des feuilles de *Ceratonia siliqua* a un pouvoir de prévention contre le cancer particulièrement colorectal et qu'il peut aider à réduire la taille des cellules cancéreuses et ce thé a un effet sur la régulation de diabète et il est efficace contre l'obésité et dysfonctionnement du colon. Les cinq thés (fraise, kiwi, pomme, menthe, verveine) obtenus ont fait l'objet d'une analyse sensorielle pour déterminer celle qui a été préférée par les dégustateurs, d'après les résultats représentés par l'histogramme, la verveine et les fraises ont classé en premier choix. Puis, la menthe et le kiwi. En fin la pomme. Les résultats du questionnaire ont montré que ce produit était apprécié par les gens, et ils espèrent de le trouver dans les supermarchés. A la lumière de ces résultats, on peut suggérer l'utilisation de cette infusion ou thé de feuilles de caroubier sous forme d'un aliment fonctionnel (alicament).

Mots clés : thé, Caroubier (*Ceratonia siliqua* L), feuilles, analyse sensorielle, questionnaire.

المخلص

يتمثل هذا العمل في صنع شاي يعتمد على أوراق شجرة الخروب، هذا الشاي عبارة عن مشروب يتم الحصول عليه عن طريق أوراق شجرة الخروب، المجففة سابقاً، والتي لها آثار علاجية على الصحة.

«شجرة الخروب» هي شجرة منتشرة في حوض البحر الأبيض المتوسط. أوراق لها قوة "Ceratonia siliqua L" خاصة للوقاية من سرطان القولون ويمكن أن يساعد في تقليل حجم هذه الأورام وهذا الشاي له تأثير على تنظيم مرض السكري وهو فعال ضد السمنة والقولون.

انواع الشاي الخمسة (الفراولة، الكيوي، التفاح، النعناع، اللويحة) التي خضعت لتحليل حسي لتحديد أيهما يفضل المتذوقون. بناءً على النتائج التي يمثلها المخطط النسيجي، اللويحة والفراولة المصنفة كخيار أول. ثم النعناع والكيوي. في النهاية التفاح. أظهرت نتائج في ضوء هذه النتائج، يمكننا أن نقترح . الاستبيان أن هذا المنتج حظى بتقدير الناس، ويريدون ان يجذوه في محلات السوبر ماركت. استخدام هذا التسريب أو الشاي من أوراق الخروب في شكل طعام وظيفي

الكلمات الرئيسية

الشاي، شجرة الخروب، الأوراق، التحليل الحسي، الاستبيان.

Summary :

This work consists in making a tea based on the leaves of carob tree, this tea is a drink, obtained by infusion of the leaves of carob tree, previously dried, which has therapeutic effects on health. *Ceratonia siliqua* L called «carob tree» is a widespread tree in the Mediterranean basin. The infusion of the leaves of *Ceratonia siliqua* has a particularly colorectal cancer prevention power and that it can help to reduce the size of cancer cells and this tea has an effect on the regulation of diabetes and it is effective against obesity and colon dysfunction. The five teas (strawberry, kiwi, apple, mint, verbena) obtained were the subject of a sensory analysis to determine which one was preferred by the tasters, based on the results represented by the histogram, verbena and strawberries ranked as first choice. Then mint and kiwi. In the end the apple. The results of the questionnaire showed that this product was appreciated by people, and they hope to find it in supermarkets. In the light of these results, we can suggest the use of this infusion or tea of carob leaves in the form of a functional food (alicament).

Keywords: tea, carob tree (*Ceratonia siliqua* L), leaves, sensory analysis, questionnaire.