

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

جامعة محمد بوقرة بومرداس

UNIVERSITE M'HAMED BOUGARA-BOUMERDES



Faculté des sciences
Département de biologie

Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du Diplôme de
MASTER

Domaine : Science de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Alimentaires

Spécialité: Nutrition et science des Aliments

Thème

**Elaboration d'un produit chocolaté à caractère
fonctionnel**

Présenté par :

Boumediene fella , Bekri Meriem , Benachour Dihya

Soutenu le / / devant le jury composé de :

Mme GANA- KEBOUCHE S.

Pr (UMBB)

Présidente

Mme LAGHA-BENAMROUCHE S.

MCA(UMBB)

Examinatrice

Mme AMELLAL-CHIBANE H.

Pr (UMBB)

Promotrice

Année universitaire 2019/2020

Remerciement

Au terme de ce modeste contribution je tiens à exprimer mes Remerciements les plus sincères tout d'abord au « Bon Dieu », le tout puissant pour m'avoir donné la santé et la patience qui m'ont été utiles toute au long de mon parcours.

Toute ma gratitude éternelle à ma promotrice

Pr. M^{me} AMELLAL CHIBANE H.

Pour son suivi, son enseignement et ses conseils avisés. Pour sa disponibilité, sa compétence dont il m'a bénéficié durant toute la période de l'encadrement.

Mes sincère considérations et remerciements sont également exprimés aux membres de jury :

Pr M^{me} GANA KEBOUCHE S.

Qui m'a fait l'honneur de présider le jury.

M^{me} BENAMROUCHE LAGHA S.

Qui m'a fait l'honneur d'examiner ce travail.

Nous remercions aussi toutes personnes qui ont participés à notre formation à la Faculté des Sciences de Boumerdès. Au cours de nos cinq ans, beaucoup de personnes ont participé à cette réussite que ce soit par leur soutien inconditionnel ou par leur enseignement. Je tiens ici à les remercier toutes.

Dédicace

Avant tout je remercie ALLAH pour le tout

Je dédie ce modeste travail :

A mon idole, la personne la plus précieuse dans ce monde pour moi, ma chère maman « **Annaceri Farida** » qui a toujours été présente à mes côtés pour me consoler quand il fallait, qui m'a soutenu et encouragé tout au long de mon parcours, qui a éclairci mon chemin et qui a fait de moi ce que je suis aujourd'hui. Merci pour tous les sacrifices dont tu as fait preuve à mon égard, patience et soucie de tendresse et d'affection, sans toi ma réussite n'aura pas eu lieu. Puisse le tout puissant te donner santé, bonheur et longue vie.

A l'homme qu'autant de phrases et d'expressions aussi éloquentes soient-elles ne sauraient exprimer ma gratitude suffisamment car tout simplement tu es unique, mon merveilleux cher père « **Boumediene Sadek** », tu as su m'inculquer le sens de la responsabilité, de l'optimisme et de la confiance en soi face aux difficultés de la vie. Tes conseils ont toujours guidé mes pas vers la réussite. Je te dois ce que je suis aujourd'hui et ce que je serai demain et je ferai toujours de mon mieux pour rester ta fierté et ne jamais te décevoir. Que Dieu te préserve, t'accorde santé, bonheur, quiétude de l'esprit et te protège de tout mal.

Un remerciement spécial pour mon fiancé « **Amine Abdelkrim** » ma source de courage et de force. Je ne saurais exprimer ma profonde reconnaissance pour le soutien continu dont tu as toujours fait preuve. Je vous remercie d'être toujours à mes côtés de me soutenir, aimer et pour tous ce que vous avez fait pour moi. Ainsi que pour toute ma belle-famille.

Un grand merci pour mon unique sœur « **Rahima** » Aucune dédicace ne peut exprimer mon amour et ma gratitude de t'avoir comme sœur, tu comptes énormément pour moi je n'oublierais jamais ton encouragement et ton soutien le long de mes études, je t'aime beaucoup. A son mari « **Walid** » qui n'a jamais cessé d'être pour moi un exemple de persévérance, de courage et de générosité, merci pour ton encouragement, ton aide et tes conseils.

A mes frères, « **Nazim** » et « **Hamid** » Merci de m'avoir soutenu et témoigné de votre affection durant tout ce temps. J'ai toujours pu compter sur vous quel que soit le moment, puisse dieu vous protéger et vous garder pour moi.

A mes belles-sœurs « **Nesrine** » et « **Faiza** » qui ont beaucoup de valeur à mes yeux.

A mes petits « **Talia** », « **iyas** » et « **Dania** » pour toute l'ambiance dont vous m'avez entouré, Je vous souhaite un avenir plein de joie, de bonheur, de réussite et de sérénité.

A ma famille, mes proches en particulier ma grande mère « **malika** »

A mes chères amies d'enfance « **Yousra, Asma, Amira, Lydia, Soumia, Rym et Nassima** » qui ont toujours été là pour moi et surtout m'entouré avec leur chaleureuse énergie. Je vous souhaite plus de succès.

A mes amies « **Meriem et Dihya** », avec qui j'ai partagé ce modeste travail et qui n'a pas toujours été facile, on a partagé tous les moments de stress de fatigue, et aussi de fous rires.

Merci pour tous mes professeurs tout au long de mes études. Et à toute ma promotion Master 2 nutrition et contrôle qualité 20020 UMBB sans exception qui ont fait que toutes ces années d'étude sont passées si vite et si intensément.

À ma mère,

Celle qui m'a donnée la vie, ma source de bonheur, de fierté et d'amour, quoi que je fasse ou je dise, je ne saurai point te remercier comme il doit.

À mon père,

Qui m'a fournie le soutien durant toutes mes années d'études et qui a veillé à me protéger tout au long de ma vie. Que dieu les garde et les protège pour moi.

À mon grand frère Abdellah,

Pour son soutien tout au long de mes années, et qui n'a jamais cessé d'être pour moi un exemple de courage et de générosité, je suis profondément reconnaissante pour ce que tu a fait pour moi. Également à sa femme, **ma 2ème sœur Oumnia**, celle qui m'a accompagné avec amour, qui n'a jamais cessé de me donner la force et le courage pour accomplir ce modeste travail.

À mes très chères frères Mohamed et Ahmed

Que je leurs souhaite un avenir radieux.

À ma sœur chérie Fatma el Zohra

, ma confidente pour sa disponibilité, son encouragement, et sa précieuse attention. À mes grands-parents qui ont toujours priés pour que je réussisse dans mes études.

À toute la famille Bekri et Siad.

À celle qui m'ont accompagné durant mes années d'études, mes copines, mes exemples de fidélité, **Fella Boumediene** et **Dihya Benachour**, je n'oublierai jamais les difficultés et les bons moments que nous avons vécu durant cette aventure. Ainsi qu'à leurs familles.

À ma chère copine Nassima Akkouche,

Avec qui j'ai passé mes plus difficiles moments, afin d'arriver à ce jour-là.

À mes précieuses amies Zina Bouderbane et Asma Méchairi,

Aucune expression ne serait aussi éloquente pour vous remercier comme il doit. Avec qui j'ai partagé les bons et les mauvais moments, celles qui m'ont tant aidé et qui ont fait de leurs mieux pour que je ne manque de rien, mes confidentes je n'oublierai jamais ce que vous avez fait pour moi, et pour que j'arrive à cet instant de bonheur à côté de vous, dieu merci de m'avoir donné telles sœurs, vous avez été ma plus belle rencontre.

BEKRI Meriem .

À MES CHERS PARENTS

Aucune dédicace ne saurait exprimer mon respect, mon amour éternel et ma considération pour les sacrifices que vous avez consenti pour mon instruction et mon bien être. Je vous remercie pour tout le soutien et l'amour que vous me portez depuis mon enfance et j'espère que votre bénédiction m'accompagnera pour toujours. Que ce modeste travail soit l'exaucement de vos vœux tant formulés, le fruit de vos innombrables sacrifices, bien que je ne vous en acquitterai jamais assez. Puisse Dieu vous accorder santé, bonheur et longue vie.

A MON MARI et meilleur ami fidèle,

Aucun mot ne saurait t'exprimer mon profond attachement et ma reconnaissance pour l'amour, la tendresse et la gentillesse dont tu m'as toujours entouré. Cher mari j'aimerai bien que tu trouve dans ce travail l'expression de mes sentiments de reconnaissance les plus sincères car grâce à ton aide et à ta patience avec moi que ce travail a pu voir le jour, toi qui m'a assisté dans les moments difficiles et m'a pris doucement par la main pour traverser ensemble toute épreuve pénible.... Je te suis très reconnaissante, et je ne te remercierai jamais assez pour ton amabilité, ta générosité, ton aide précieuse.

A MES CHERS ET ADORABLE FRERES

En témoignage de mon affection fraternelle, de ma profonde tendresse et reconnaissance, je vous souhaite une vie pleine de bonheur et de succès et que dieu, le tout puissant, vous protège.

A MA BELLE FAMILLE

Une spéciale dédicace a ma belle famille qui compte énormément pour moi et pour qui je porte beaucoup de tendresse et de respect.

A mon beau père et ma belle mère

A mes belles sœurs, et mon beau frère.

À MES AMIS DE TOUJOURS

Fella et Meriem en souvenir de notre sincère et profonde amitié et des moments agréables que nous avons passés ensemble.

**À TOUTES LES PERSONNES QUI ONT PARTICIPÉ A L'ÉLABORATION DE
CE TRAVAIL À TOUS CEUX QUE J'AI OMIS DE CITER**

Benachour Dihya

Liste des figures

N°	Titre	Pages
Figure 01	L'aire de répartition de pin d'Alep dans la région méditerranéenne	04
Figure 02	L'aire de répartition de pin d'Alep en Algérie	05
Figure 03	Les pays producteur de cacao	18
Figure 04	Description botanique de la plante de cacaoyer	20
Figure 05	Récolte et préparation des fèves de cacao	21
Figure 06	Production de chocolat	22
Figure 07	Les étapes de production de chocolat à tartiner	38

Liste des tableaux

N°	Titre	Pages
Tableau I	Répartition de pin d'Alep dans quelques pays du monde	05
Tableau II	Répartition de pin d'Alep en Algérie	06
Tableau III	Les composés chimiques de graine de pin d 'Alep	11
Tableau IV	Quelques caractéristiques physiques et chimiques des graines de P. halepensis Mill.	12
Tableau V	Distribution des cendres et des minéraux dans les graines de P. halepensis Mill	13
Tableau VI	L'activité anti-inflammatoire de pin d'Alep	14
Tableau VII	L'activité antioxydant de pin d'Alep	15
Tableau VIII	L'activité antimicrobienne et antifongique de pin d'Alep	16
Tableau IX	La composition chimique du chocolat noir (composition du chocolat pour 100g)	25
Tableau X	La composition chimique de chocolat noir et de chocolatau lait. (Composition pour 100g)	25
Tableau XI	Les catégories de chocolat	26
Tableau XII	Les caractéristiques organoleptiques de chocolat	29
Tableau XII	Les effets thérapeutiques de chocolat	31
Tableau XIV	Les composés phénoliques dans le cacao et le chocolat	32
Tableau XV	La composition chimique de la pâte à tartiner chocolatée en pourcentage	37
Tableau VI	Description des quelque type de chocolats commercialisée en Algérie	37

Liste des photos

N°	Titre	Pages
Photo 01	Forêt de pin d'Alep à Zemmouri au nord d'Algérie	06
Photo 02	L'arbre de <i>pinus halepensis mill.</i>	07
Photo 03	Les aiguilles de Pin d'Alep	07
Photo 04	L'écorce de l'arbre de PIN d'ALEP	08
Photo 05	Les graines de Pin d'Alep	08
Photo 06	Cône d'un Pin d'Alep (<i>pinus halepensis mill.</i>)	09
Photo 07	Les rameaux de <i>pinus halpensis mill.</i>	09

Liste des abréviations

AG	Acide gras
AW	water activity
CCI	Centre de commerce et d'information
HDL	high-density lipoprotein
LDL	low density lipoprotein
MG	matière grasses
<i>P. halepensis Mill.</i>	<i>Pinus halepensis miller</i>
TNF alpha	alpha (Tumor Necrosis Factor
UI	unite international

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des photos

Liste des abréviations

Introduction générale 1

Chapitre I : Le pin d'Alep *pinus halepensis* Mill.

I.	Le pin d'Alep-----	3
	I.1 Le genre Pinus -----	3
	I.2 L'espèce <i>pinus halepensis</i> Mill. -----	3
	I.3. La classification de Pin d'Alep-----	3
	I.4. La répartition de Pin d'Alep-----	4
	a. L'Aire de répartition dans le monde-----	4
	b. L'Aire de répartition en Algérie -----	5
	I.5. Caractéristiques botaniques du pin d'Alep -----	6
	a. L'arbre -----	7
	b. Les aiguillés-----	7
	c. L'écorce -----	8
	d. Les graines -----	8
	e. Le cône -----	9
	f. Les rameaux-----	9
	I.6. Productivité du pin d'Alep-----	10
	I.7. Utilisation de pin d'Alep-----	10
	I.8. La composition chimique des grains de <i>P. halepensis</i> Mill. -----	11
	I.9. Propriétés et utilisations thérapeutiques des graines de pin d'Alep-----	14
	I.10. Les propriétés biologiques de <i>Pinus Halepensis</i> Mill. -----	14

Chapitre II : Le chocolat

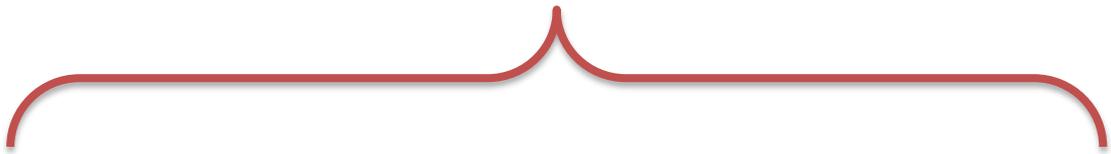
I.	Historique-----	17
II.	Le cacao-----	18
	II.1 Définition de cacao -----	18

II.2 Les différents types de cacao -----	18
II.3 Les pays producteurs de cacao -----	18
II.4 Classification botanique de la plante de cacaoyer -----	19
II.5 Description botanique de la plante de cacaoyer -----	19
II.6. De la cabosse au chocolat-----	20
III. Le chocolat-----	24
III.1. Définition-----	24
III.2. Utilisation -----	24
III.3. La réglementation -----	24
III.4. La composition du chocolat -----	25
III.5. Les catégories de chocolat -----	26
a) Selon la composition-----	26
b) selon la forme-----	27
1. Les chocolats tablettes -----	27
2. La confiserie de chocolat-----	27
3. Les barres chocolatées -----	27
4. Les poudres de cacao -----	27
5. Les pâtes à tartiner -----	27
6. Le chocolat de couverture-----	27
7. Le chocolat comme ingrédient-----	28
III.6. Caractéristiques de chocolat -----	28
a) Caractéristiques chimiques -----	28
b) Caractéristiques physiques-----	28
c) Caractéristiques bactériologiques-----	28
d) Caractéristiques Organoleptiques-----	28
III.7. Consommation de chocolat dans le monde-----	30
III.8. Les bienfaits du chocolat-----	30
III.9. Les composés phénoliques du cacao et l'activité antioxydante de chocolat-----	32

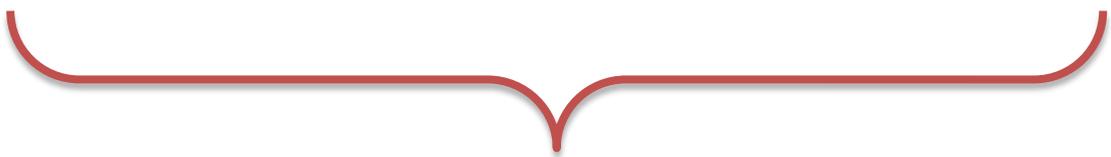
Chapitre III : Généralité sur la pâte à tartiner

I. L'histoire de la pâte à tartiner chocolatée -----	34
II. Composition de la pâte à tartiner chocolatée -----	34
III. Les différents composés de la pâte à tartiner -----	35

III.1. Poudre de cacao -----	35
III.2. Lait totalement déshydraté ou lait en poudre-----	35
III.3. Le sucre-----	35
III.4. Les corps gras-----	35
III.5. L'eau -----	36
III.6. Les additifs alimentaires -----	36
III.7. Les antioxydants -----	36
III.8. Les arômes -----	36
III.9. Les émulsifiants -----	36
IV. Procédé de fabrication -----	38
Conclusion -----	39
Référence bibliographique	40



Introduction



Introduction

Depuis la préhistoire, l'être humain recherche dans son environnement (plantes, animaux, pierres, esprits) de quoi soulager ses maux et traiter ses blessures. L'utilisation des plantes médicinales ou des préparations à base des plantes connaît un succès croissant. Grâce à leurs richesses en biomolécules et différents éléments bénéfiques pour la santé de l'homme. La médecine moderne continue cependant d'utiliser certains remèdes à base des plantes médicinales (**Sofowara, 2010**).

L'arbre de cacao existe depuis les olmèques, il était cultivé par les Mayas au XIV^e siècle et utilisé aussi par les toltèques et les aztèques avant d'arriver en Espagne en 1528 par Hernán Cortés. Le produit issu de cet arbre est appelé cacao, c'est un ingrédient très important dans les produits pharmaceutiques ainsi que dans différentes sortes d'aliments, tels que les tourteaux, les biscuits, les confiseries à base de chocolat, le chocolat à tartiner, les boissons au cacao ainsi que les sucreries (**Tafari et al., 2004**). Ce dernier, est connu par sa richesse en nutriments notamment les polyphénols. Il est aussi considéré comme la matière première de la production de chocolat, le produit alimentaire le plus appréciés au monde (**Caligiani et al., 2016**).

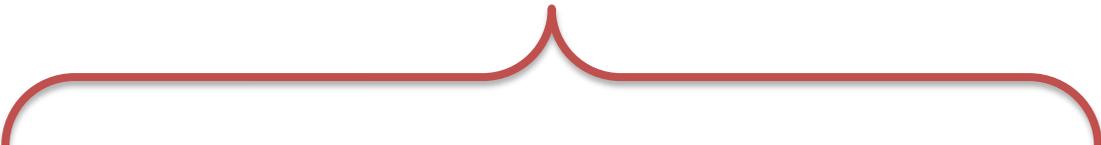
Depuis des siècles, le chocolat a été utilisé comme un remède des multiples propriétés thérapeutiques ou pour guérir plusieurs maladies comme: la migraine, cholestérol, crise de foie, acné, etc. (**Daverio, 2005**). Il est consommé par les gens de tous âge, en 2016 environ 7.3 millions de tonnes de confiseries chocolatées ont été consommées dans le monde (**smith et al., 2020**). Cet aliment participe au bien-être et à la santé, tout en répondant au besoin de l'organisme en Fer ou en Magnésium, il contient aussi des vitamines telles que les vitamines A, B, E. En outre, il est très intéressant par ses propriétés énergétique, antidépressive et antioxydante. Il peut avoir divers effets positifs sur la santé en particulier le chocolat noir, qui est bénéfique pour le système circulatoire (**Ross, 2009**).

A l'heure actuelle, le secteur agroalimentaire cherche de plus en plus à formuler et à élaboration des produits plus sains et biologiques. Les aliments modernes plus sains nécessitent des

modifications des ingrédients et de la formulation des recettes qui ont un impact sur la rhéologie et la structure du produit (Afoakwa *et al.*, 2009). Dans les économies développées, une tendance clé concerne les produits de confiserie qui offrent des avantages fonctionnels pour la santé et le bien-être, tels que les bonbons sans sucre et le chocolat fonctionnel (Belscak-Cvitanovic *et al.*, 2012). Plusieurs études ont été faites dans le même sens, comme le développement d'un chocolat fonctionnel aux épices et à l'écorce de citron (Albak et Tékin, 2014), l'utilisation de noyau de la mangue pour la préparation des graisses de chocolat (jin *et al.*, 2018) et l'évaluation sensorielle et composition nutritionnelle d'une pâte à tartiner chocolatée additionnée par les noix de cajou (Amevor *et al.*, 2018).

L'Algérie, par sa vaste étendue terrestre du nord au sud et de l'est à l'ouest, et par sa variation climatique, possède une flore abondante, riche et variée (Belouad, 2001), 37% de cette surface boisée est occupée par le pin d'Alep. Son domaine de transformation n'a pas reçu beaucoup d'attention, il est généralement consommé uniquement de façon traditionnelle « Assida de Zgougou ».

L'objectif de notre travail est la valorisation des graines d'une plante spontanée « *Pinus halepensis Mill.* » à caractères nutritionnel et thérapeutique dans un produit innovant, fonctionnel, type chocolat à tartiner. Une revue bibliographique sur le chocolat et le pin d'Alep est présentée dans ce document.



Chapitre I

LE PIN D' ALEP

" PINUS HALEPENSIS MILL. "



I. Le pin d'Alep

Pinus halepensis est une plante du bassin méditerranéen (García-Jiménez *et al.*, 2017), qui possède plusieurs noms vernaculaires, en arabe porte le nom de « Sanawber », en Berbère (Maroc) connue par « Tayada » (Smaïhi, 2009), et par « Azoumbi » en kabyle (Algérie). En français est également connue par le nom « Pin blanc », « Pin de Jérusalem » et « Pin d'Alep » (François, 2012). Le nom « Pin d'Alep » fait référence en Syrie à la ville d'Alep (Mauri *et al.*, 2016), il a été décrit la première fois par Duhamel du Monceau en 1755 sous Le nom: *Pinus hierosolimitana*, mais il a gardé le nom que Miller lui a attribué en 1768 (Pin d'Alep) (Nahal, 1962).

I.1 Le genre *Pinus*

Le genre *Pinus* Appartient à la famille des pinacées (Djerrad *et al.*, 2015) est divisé en trois sous-genres qui sont *Pinus*, *Ducampopinus* et *Cembrapinus*. Ces sous-genres sont divisés en section (Guit, 2015). Il comprend 800 espèces (Kadri *et al.*, 2015) réparties dans le monde et essentiellement autour des côtes méditerranéennes.

Les pinacées sont des arbres conifères de 2 à 100 m de haut, leurs feuilles sont des aiguilles vertes, piquantes ou non, plus ou moins longues, attachées seules aux rameaux, ou réunies par 2 ou en rosettes (Feikh, 2014).

I.2 L'espèce *pinus halepensis* Mill.

Les pins du groupe "halepensis" représentent un capital forestier majeur sur le pourtour de la méditerranée (Quezel et Barbero, 1992). Ils occupent environ 25 000 km² et dominent les types de forêts dans les régions semi-arides et sèches (Kadri *et al.*, 2015).

I.3. La classification de Pin d'Alep

Selon Nahal, (1962) ; Atmani et Masmoudi, (2008), le Pin d'Alep "*Pinus halepensis* Mill." est l'essence caractéristique de l'étage bioclimatique méditerranéen semi-aride, il appartient à :

Embranchement : *Phanérogames*.

Sous embranchement : *Gymnospermes*.

Classe : *Conifères*.

Ordre : *Coniférolespinoidines*.

Sous ordre : *Abiétales*.

Famille : *Pinacées*.

Genre : *Pinus*.

Sous genre : *Eupinus*.

Espèce : *Pinus halepensis*.

Nom scientifique : *Pinus halepensis*.

Nom commun: pin d'Alep

Nom Arabe: Sanaoubar al-halabi

I.4. La répartition de Pin d'Alep

a. L'Aire de répartition dans le monde

L'aire de répartition du pin d'Alep est limitée au bassin méditerranéen, notamment dans la moitié Ouest (Figure 01) dont il occupe plus de 3,5 millions d'hectares (**Quezel, 1986**). Il a un optimum de croissance et de développement dans les pays du Maghreb et l'Espagne (**Parde, 1957 ; Quezel et al., 1992**) (Tableau I). Dans la moitié Est, on le trouve principalement en Palestine, en Jordanie, au Liban, en Syrie et en Turquie avec 6,8 millions d'hectares (**Newman et al., 2003**).

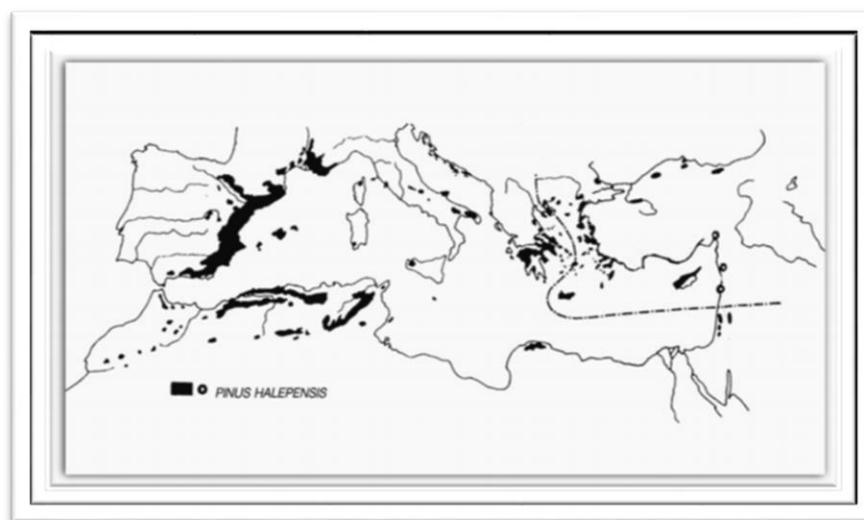


Figure 01: L'aire de répartition de pin d'Alep dans la région méditerranéenne (**Quezel, 1986; Bouceddi, 2016**).

Tableau I : Répartition de pin d'Alep dans quelques pays du monde.

Pays	Superficie (ha)	Sources
Algérie	800.000	(Mezali, 2003)
Maroc	65.000	(Bentouati, 2006)
Tunisie	170.000 à 370.000	(Chakroun, 1986 ; Ammari <i>et al.</i> , 2001)
France	20.2000	(Couhert et Duplat, 1993)
Espagne	1.046.978	(Bentouati, 2006)
Italie	20.000	(Seigue, 1985)

b. L'Aire de répartition en Algérie

Le pin d'Alep en Algérie occupe entre 35 % et 37% de la surface boisée. Se trouve en abondance à l'étage semi-aride et s'accommode bien aux terrains calcaires. Surtout sur les massifs du Tel-littoral et l'Atlas-saharien près de 850.000 ha (Figure 02).

Selon **Boudy, (1955)**, le pin d'Alep présente de vastes peuplements en Oranais (Sidi-Bel-Abbès, Saïda, Tlemcen, Tiaret) dans l'Algérois (média, Boghar, Monts des Bibans) sur l'Atlas saharien (mont de Ouled Nail) et dans le sud Constantinois (Aurès, région de Tébessa). Le tableau II montre les superficies de répartition de pin d'Alep aux différentes régions d'Algérie.

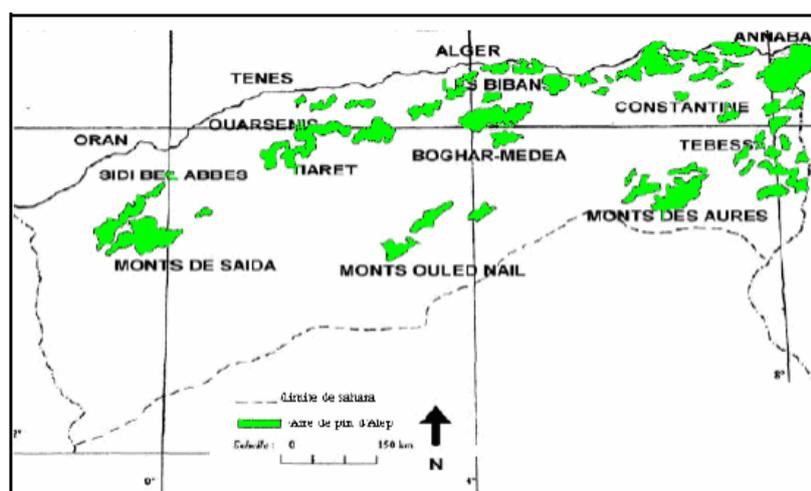
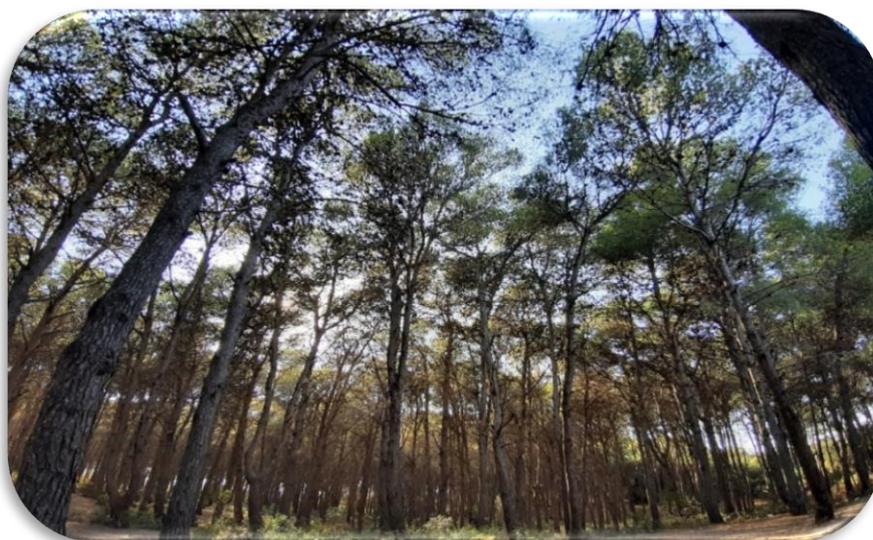
**Figure 02**: L'aire de répartition de pin d'Alep en Algérie (Seigue, 1985).

Tableau II: Répartition de pin d'Alep en Algérie (**Bentouati, 2006**).

Région	Superficie (ha)
Djurdjura	36,000
Tbessa	90,000
Médéa, Bogher	52,000
Aurès	100,000
Theniet el hed	47,000

I.5. Caractéristiques botaniques du pin d'Alep

Le Pin d'Alep ou aussi appelé Pin blanc ou Pin de Jérusalem en nom commun français, Aleppo Pine en anglais, Snober halabi en arabe, et Azoumbeien Kabylie (photo 01), est un arbre forestier vert qui a une certaine résistance à la sécheresse et peu tolérant aux sols peu fertiles et au climat aride (**Bobbou, 2016**). De plus, il est sensible au froid et réagit négativement entre 0°C et 12°C ; cela se manifeste par l'arrêt de croissance, chlorose, nécrose et mort parfois (**Mazliak, 2000**). Le Pin d'Alep a une longévité importante de 200 à 250 ans, comprend plus de 110 espèces (**Fekih et al., 2014**). Il se reproduit en général vers l'âge de 8-12 ans (**Chokri, 2005**).

**Photo 01 :** Forêt de pin d'Alep à Zemmouri au nord d'Algérie.

a. L'arbre

Le Pin d'Alep est un arbre vivace résineux de deuxième grandeur qui peut parfois atteindre les 30 mètres de hauteur (photo 02). Il présente un tronc généralement tortueux, des branches assez étalées, à écorce d'abord lisse et grise, puis épaisse et crevassée tournant au rouge-brun avec l'âge (Haied *et al.*, 2015).



Photo 02 : L'arbre de *pinus halepensis* Mill.

b. Les aiguillés

Le pin d'Alep est une plante à fleurs mâles et femelles séparées (monoïque) situées sur le même individu et groupées en épis.

Ses feuilles sont fines, molles, lisses et aiguës, groupées par deux en pinceaux à l'extrémité des rameaux. Elles sont de 6 à 10 cm de long (photo 03), avec une largeur de 1 mm de couleur verte jaunâtre (Nahal, 1962 ; Chambel *et al.*, 2013 ; Saadou *et al.*, 2015 ; Mauri *et al.*, 2016).



Photo 03 : Les aiguilles de Pin d'Alep.

c. L'écorce

Chez les jeunes arbres, l'écorce est lisse de couleur argentée avec l'âge elle devient crevassée avec des écailles de couleur brune rougeâtre (photo 04). Elle est très riche en tanins et connue par son pouvoir inflammable (**Haied et al., 2015**).



Photo 04 : L'écorce de l'arbre de PIN d'ALEP.

d. Les graines

L'arbre de pin d'Alep produit également une graine comestible, appelée « Zgougou » (photo 05), les graines sont ovoïdes bombés à trois angles de petite taille environ 5 à 7 mm, mates, munies d'une aile quatre fois plus longue qu'elles, persistante qui permet leur dissémination rapide. Elles sont utilisées à la confection d'une crème largement utilisée en Tunisie (**Boutchich et Boutrigue, 2016 ; Chambel et al., 2013 ; Saadou et al., 2015 ; Mauri et al., 2016**).



Photo 05 : Les graines de Pin d'Alep.

e. Le cône

Les cônes sont ovales, avec des tiges épaisses et jusqu'à 2 cm de long, plus ou moins retournées le long de la branche porteuse ou vers le bas. Ils sont gros avec une taille de 6 à 12 cm (photo 06). Ils sont pourpres puis brun lustré avec des écussons aplatis, persistant plusieurs années sur l'arbre (Yaniv et Dudai, 2014 ; Saadou *et al.*, 2015).



Photo 06 : Cône d'un Pin d'Alep (*pinus halepensis* Mill.)

f. Les rameaux

Sont verts clairs, puis gris clairs, assez fins (photo 07). Ils sont polycycliques car cet arbre fait souvent une seconde pousse la même année. Les bourgeons sont non résineux, ovoïdes, aigus, bruns avec des écailles libres frangées de blanc (Kadik, 1987 ; Berroukche *et al.*, 2014).



Photo 07 : Les rameaux de *pinus halepensis* Mill.

I.6. Productivité du pin d'Alep

Dans les forêts naturelles l'accroissement moyen est relativement faible de 0,5 à 3-4 m³/ha/an (**Boudy, 1952 ; Soulers, 1969 ; Bobbou, 2016**).

Selon **Kadik, (1987)**, la productivité du pin d'Alep varie suivant les étages climatiques :

Le Littorale et Sub-littorale : Production supérieur : 4 m³ /ha/an.

Le Tell : 2 et 4 m³ /ha/an.

Zone Sub-saharienne : 1 et 2 m³ /ha/an.

I.7. Utilisation de pin d'Alep

Depuis l'Antiquité et à ce jour, le pin d'Alep est traditionnellement utilisé comme agent thérapeutique dans le but de soigner les troubles humains internes et externes tels que: diabète, faiblesse sexuelle, douleurs musculaires, désinfectant des voies respiratoire et urinaires, antifongique, bronchite, inflammation des articulations, problèmes dentaires et plaies (**Yaniv et Dudai, 2014**).

Pinus halepensis Mill. est utilisé généralement dans des programmes de reboisement des sols dégradés et le développement des activités touristiques et de loisir (**Maestre et Cortina, 2004**), cas de «la ceinture verte» dans le sud Algérien, où 1 million d'hectare ont été planté de pins d'Alep il y a plus de 20 ans. Aussi dans le domaine cosmétique expliqué par sa richesse en acide gras, vitamine E, polyphénols et antioxydants naturels (**Lahouati, 2000**).

Le pin d'Alep donne environ (3 Kg de résine / arbre / an) (**Kadik, 1987**). La gemme pure contient 20 à 24 % d'essence de térébenthine et 75 à 80% de cellophane, elle a aussi des usages médicaux comme balsamiques et diurétiques, transformée notamment en sirops et pastilles (**Kadik, 1987 ; Zenzen, 2016**). Ses bourgeons, ses aiguilles, son essence et sa résine sont utilisés en médecine traditionnelle comme expectorant, balsamique, antiseptique et antirhumatismal (**Bruneton, 1999**).

Les graines de pin d'Alep ont gagné en importance en raison du niveau élevé de β -sitostérol qui pourrait en faire la solution la plus appropriée et la plus efficace pour réduire le cholestérol sanguin et prévenir les maladies coronariennes (**Cheikh-Rouhou et al., 2008**).

Il est aussi utiliser dans la cuisine comme ingrédient pour les soupes, un inhibiteur de l'appétit, un stimulant de l'absorption des protéines, ainsi comme un produit naturel dans le

traitement des maladies cardio-vasculaires. Il contient des antioxydants qui sont bénéfiques à l'organisme tout en entier (Penchev, 2010).

Son bois, même s'il n'est pas de qualité exceptionnelle, est utilisé en construction, en industrie, en menuiserie, pour pâte à papier, pour l'étagage des mines, la construction navale et la charpenterie (Lahouati, 2000), c'est aussi un bon bois de chauffage.

I.8. La composition chimique des grains de *P. halepensis* Mill.

Plusieurs études phyto-chimiques ont été réalisées dans le but d'identifier ses principes actifs. De nombreux travaux ont mis en évidence la richesse des extraits de ces graines en plusieurs constituants hétérogènes (Cheikh-Rouhou *et al.*, 2006).

La composition et les caractéristiques physiques et chimiques ainsi que la composition en cendres et en sels minéraux sont présentés dans les tableaux III, IV et V.

Tableau III: Les composés chimiques de graine de pin d'Alep (Cheikh-Rouhou *et al.*, 2006).

Composition		Pourcentage %
Protéines		22.7%
Huiles		43.3%
Cendres		8.3%
Carbohydrates totaux		25.7%
Potassium, Magnésium et calcium		1%
Polyphénols totaux		3.71%
Flavonoïdes		0.80%
Acides gras insaturés :	Acide Oléique	27.3%
	Acide linoléique	48.8%
Acides gras saturés :	Acide palmitique	8.75%

Tableau IV : Quelques caractéristiques physiques et chimiques des graines de *P. halepensis* Mill. (Kadri *et al.*, 2015).

caractéristiques physiques et chimiques des graines de <i>P. halepensis</i> Mill.	
Caractéristiques physiques	
Volume de la graine(cm3) volume de 1000 graines	51,00 ± 0,816
Indice semence (g) poids de 1000 graines	26,63 ± 0,236
Masse volumique apparente (g / cm3)	0,52 ± 0,004
Caractéristiques chimiques (%)	
Humidité	7.86 ± 0.042
Matière sèche	92.13 ± 0.042
Teneur en lipide	36.73 ± 1.420
Teneur en glucide	5.55 ± 0.113
Teneur en sucre réducteur	0.15 ± 0.001
Saccharose	5.13 ± 0.108
Teneur en protéine	26.62 ± 0.129
Composés phénoliques	3.71 ± 0.434
Concentration des flavonoïdes	0.80 ± 0.048

Tableau V : Distribution des cendres et des minéraux dans les graines de *P. halepensis* Mill. (Kadri et al., 2015).

Distribution des cendres et des minéraux dans les graines de <i>P. halepensis</i> Mill.	
La quantité des cendres (%)	
La teneur en cendres	7.42 ± 0.123
Cendre insoluble dans l'eau	5.94 ± 0.422
Cendre soluble dans l'eau	1.37 ± 0.376
Cendre soluble dans l'alcalinité	3.72 ± 0.261
Cendre insoluble dans l'acide	2.52 ± 0.174
Les sels minéraux en mg/100g	
Phosphore	640 ± 3.065
Potassium	450 ± 1.780
Magnésium	396 ± 0.678
Calcium	112 ± 0.162
Sodium	50 ± 0.078
Zinc	88.2 ± 0.672
Fer	133.8 ± 1.043
Manganèse	28.1 ± 0.873
Cuivre	6.4 ± 0.034

I.9. Propriétés et utilisations thérapeutiques des graines de pin d'Alep (Saadou, 2008)

- Les graines entre dans la préparation des plats culinaires.
- Les graines broyées sont utilisées comme emplâtre contre les bronchites et la toux. En cas de rhumatisme aussi.
- Elles sont aussi utilisées comme aphrodisiaque.
- L'extrait de l'huile utilisé pour les massages est efficace contre le rhumatisme.

I.10. Les propriétés biologiques de *Pinus Halepensis* Mill.

La composition chimique de pin d'Alep lui offrir une grande variété des propriétés biologiques : activité anti hémolytique, activité anti-inflammatoire, activité anti angiogénèse, activité antioxydante et l'activité antimicrobienne.

Les tableaux VI, VII et VIII montrent respectivement les activités biologiques présentent dans les différentes parties de l'arbre de pin d'Alep l'activité anti-inflammatoire, l'activité antioxydante et l'activité antimicrobienne.

Tableau VI : L'activité anti-inflammatoire de pin d'Alep.

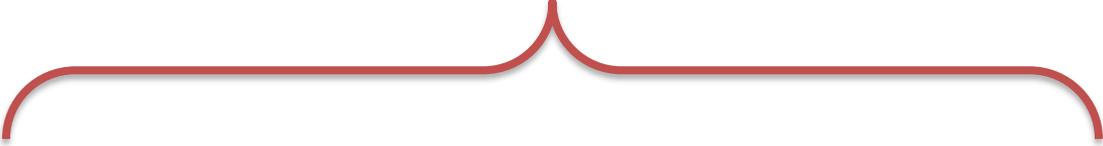
Activité anti-inflammatoire de pin d'Alep				
Partie de la plante	Molécule responsable	L'activité	Lieu	Source
Extrait aqueux de la graine	Les polyphénols	L'inhibition de la synthèse des substances pro-inflammatoires.	Algérie	(Benzitoune et Boutouil, 2018)
Extrait de graine	Les polyphénols	Effet protecteur contre le développement des inflammations coliques.	Algérie	(Rahmani et Zemour, 2019)

Tableau VII : L'activité Antioxydante de pin d'Alep.

Activité Antioxydante de pin d'Alep					
Partie de la plante	Sa forme	Action	Molécule actif	Lieu	Source
Graine	extrait aqueux	Inhibition du radical libre DPPH	Polyphénol et flavonoïde	Béjaia	(Mameri, 2017)
Graine	poudre	Inhibition du radical libre DPPH	Les polysaccharides	Bouira	(Slimani et Derbal, 2018)
Racine	huile	Test de réduction du radical stable, le DPPH	Le pinène	Tlemcen	(Seladji, 2014)
Aiguille	huile	l'inhibition des enzymes oxydatives chélation des métaux de transition	Le pinène	Tlemcen	(Kadari, 2012)

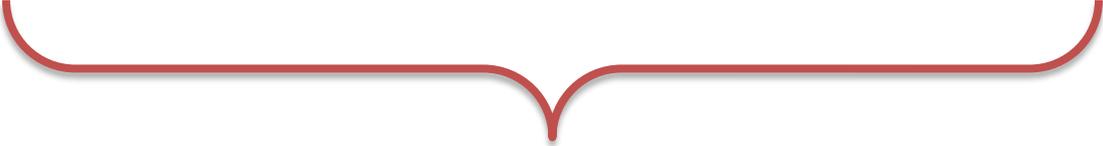
Tableau VIII : L'activité Antimicrobienne et Antifongique de pin d'Alep.

Activité Antimicrobienne et Antifongique de pin d'Alep				
Partie de la plante	Molécule active	Souche sensible	Lieu	Référence
Graine	Les polysaccharides	<i>Escherichia coli</i> <i>Listeria monocytogeneses</i>	Bouira Algérie	(Slimani et Derbal, 2018)
Aiguille	Le pinène	<i>Staphylococcus aureus</i> <i>Pseudomonas aeruginosa</i> <i>Escherichia coli</i>	Annaba Algérie	(Saadou, 2008)
Racine	Le pinène	<i>Bacillus cereus</i> <i>Listeria monocytogeneses</i> <i>Staphylococcus aureus</i> <i>Candida albicans</i> <i>Candida albicans</i>	Tlemcen Algérie	(Seladji, 2014)
Ecorce	La térébenthine (Le pinène)	<i>Staphylococcus aureus</i> <i>Bacillus subtilis</i> <i>Penicillium parasiticus</i> <i>Aspergillus niger</i> <i>Escherichia coli</i>	Maroc	(Ghanmi et al., 2007)



Chapitre II

LE CHOCOLAT



I. Historique

Le chocolat est un aliment dérivé du cacao donc l'étude de son histoire est équivalente à celle de cacao. L'histoire du cacao est passionnante et commence il y a plusieurs siècles. Dans l'antique Méso-Amérique, où les premiers cacaoyers ont été trouvés et donc la civilisation Olmèque, a été la première à transformer le cacao en chocolat. On en faisait des infusions qu'on buvait lors des rituels et qu'on utilisait comme médicament.

Des siècles plus tard, les Mayas considéraient le chocolat comme la boisson des dieux. L'infusion de chocolat maya était faite de fève de cacao diluée dans l'eau, parfumée à la vanille, à laquelle on ajoutait du piment accompagné d'autres épices, sucré au miel, cette mixture est transvaser d'un récipient à un autre pour former une mousse épaisse à sa surface qu'ils appelaient "*xocolatl*", littéralement « eau amère » (**Verna, 2013**).

Au 15^{ème} siècle, les Aztèques utilisaient les fèves de cacao comme monnaie. Ils croyaient que le chocolat était un cadeau du dieu *Quetzalcoatl*. Ils en buvaient comme rafraîchissement, comme aphrodisiaque et même pour se préparer à faire la guerre (**Knight, 1999 ; Verna, 2013**).

La légende européenne raconte que les espagnols ont découvert le chocolat au cours de ses expéditions en Amérique et l'explorateur **Hernán Cortés** est le premier à ramener le cacao en Espagne dès son retour en 1528 (**Girard, 1984**). Ainsi, les Espagnols ont gardés le chocolat pour eux pendant longtemps (presque un siècle), jusqu'à 1615, le chocolat était introduit à la cour de France par le mariage de la fille de Philippe III d'Espagne et de Louis XIII mais elle n'a pas attiré l'attention des Français et ce qui contribua à retarder son adoption (**Knight, 1999 ; Gillet, 2006**).

Au XIX^{ème} siècle et avec la révolution industrielle et le développement des techniques de fabrication en particulier l'invention de la presse à chocolat qui permet de presser du beurre de cacao à partir des fèves rôties et d'avoir qu'une fine poudre de cacao qui sera ensuite mélangée à des liquides qu'on verse dans un moule, où le tout se solidifie et prend la forme d'une barre de chocolat comestible, que l'industrie chocolatière voit le jour et aussi à cette époque que le cacaoyer fut introduit en Afrique par les Portugais et dans le Sud-Est Asiatique par les Hollandais (**Paternotte, 2001**).

II. Le cacao

II.1 Définition de cacao

Le cacao est probablement plus connu aujourd'hui en tant que matière première du chocolat. C'est un Produit alimentaire issu des fèves contenues dans la cabosse du cacaoyer. Ces fèves fermentées et séchées constituent la matière première des industries qui fabriquent les produits semi-finis (pâte de chocolat, beurre de chocolat, etc.) ou des produits finis (chocolat en poudre, confiserie de chocolat, etc.). Les sous-produits de ces industries peuvent être utilisés pour la fabrication d'engrais, aliments pour bétail, produits pharmaceutiques et autres (Adrian et Potus, 2003 ; Tafuri et al, 2004 ; Gbogbri, 2019).

II.2 Les différents types de cacao (Beckett, 2008)

Il existe trois types de Cacao extrêmement différents par la couleur, la taille et la forme de leurs cabosses :

- *Criollo*
- *Forastero*
- *Trinitario*

II.3 Les pays producteurs de cacao (Beckett, 2008)

Il existe trois grandes régions productrices de cacao (Figure 3) :

- L'Afrique de l'ouest
- L'Asie du sud
- L'Amérique du sud



Figure 3 : Les pays producteurs de cacao
(Anonyme, 2018)

II.4 Classification botanique de la plante de cacaoyer

Selon la classification classique le cacaoyer, *Theobroma Cacao*, appartient à :

- l'embranchement des *Spermaphytes*,
- sous-embranchement des *Angiospermes*,
- classe des *Eudicotylédones*,
- sous-classe des *Rosidées*,
- ordre des *Malvales*,
- famille des *Sterculiaceae*,
- tribu des *Byttnerieae*,
- genre *Theobroma*,

Mais la classification de cacaoyer n'est pas évidente. En effet, selon la classification phylogénétique, le *Theobroma cacao* appartient à la famille des malvacées et à la sous-famille des sterculiacées (Gillet, 2006).

II.5 Description botanique de la plante de cacaoyer

Le cacaoyer, nom scientifique *Theobroma*, terme grec signifiant nourriture des dieux, a été attribué par Carl Von Linné en 1753 (Colombo *et al.*, 2012). C'est un arbre à feuilles persistantes qui peut atteindre une dizaine de mètre de hauteur, mais qui est généralement taillé à 6 ou 8 mètres de hauteur. Il est originaire d'Amérique centrale et d'Amérique du Sud. L'arbre de cacaoyer présente une forme de couronne par la ramification de ses branches (Gbogbri, 2019).

Ses graines appelées fèves de cacao, ont une forme ovoïde et mesure 2-3 cm et 1-1.5cm de large (Figure 4). Une quantité de 25 à 75 graines sont regroupées en épis pour former une cabosse, ces graines sont riches en amidon, en matière grasse et en alcaloïde. Après leur fermentation et torréfaction, elles sont utilisées pour la fabrication du cacao et du chocolat (Verna, 2013). Ses feuilles ont une couleur rougeâtre, tendre, pendantes, à l'état adulte deviennent plus épaisses, brillantes, de couleur verte foncée, de 30 cm de long. Ses fleurs sont très petites, presque un centimètre de long (Diomande, 2014; Gillet, 2006).

Ses fruits, ne poussent pas dans la ramure de l'arbre mais le long du tronc et sur les grosses branches. Ils sont jaunes, lisses et arrondies ou bien rouges verruqueux et pointus. On les appelle aussi « cabosses » (Barel, 2016).

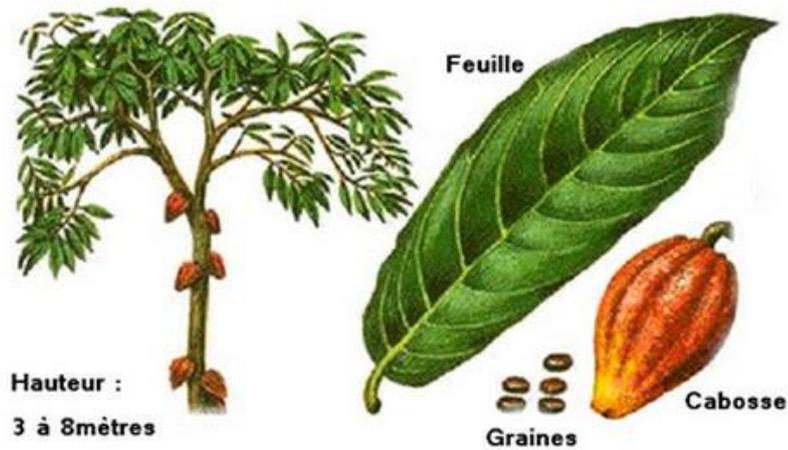


Figure 4 : Description botanique de la plante de cacaoyer
(Anonyme)

II.6. De la cabosse au chocolat

Le chocolat est produit à partir de la fève de cacao issue de l'arbre appelé cacaoyer. Le processus industriel reproduit ce que les Mayas faisaient artisanalement. Quel que soit le type de chocolat que l'on veut obtenir, les étapes de fabrication du chocolat restent les mêmes. Ce processus passe par l'écabossage, la fermentation, le séchage, la torréfaction, le décorticage, le broyage, le malaxage, le conchage, le tempérage, le moulage et l'enrobage.

Les différentes étapes de production de chocolat citées ci-dessus sont résumées dans la figure 5 et 6.

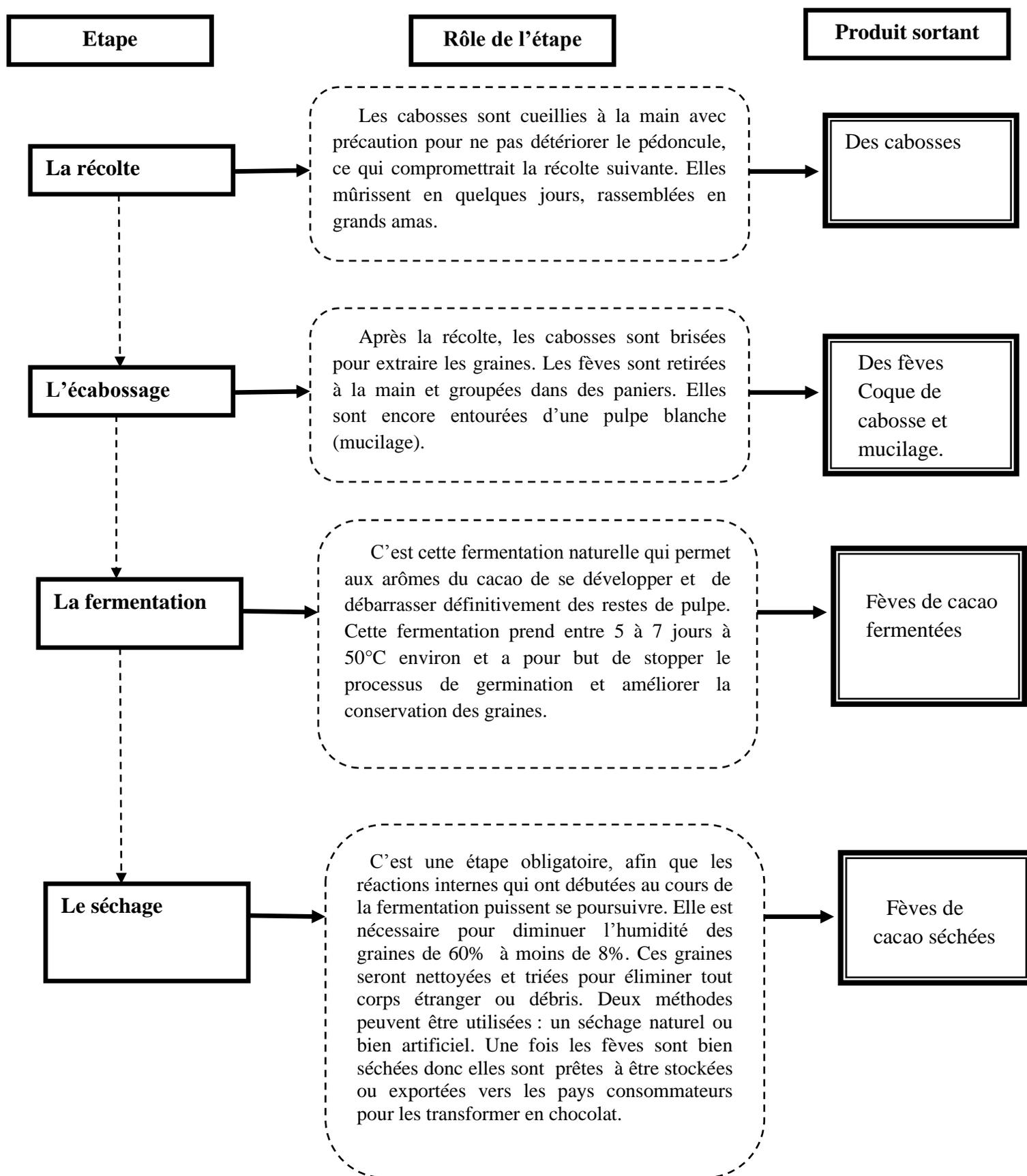
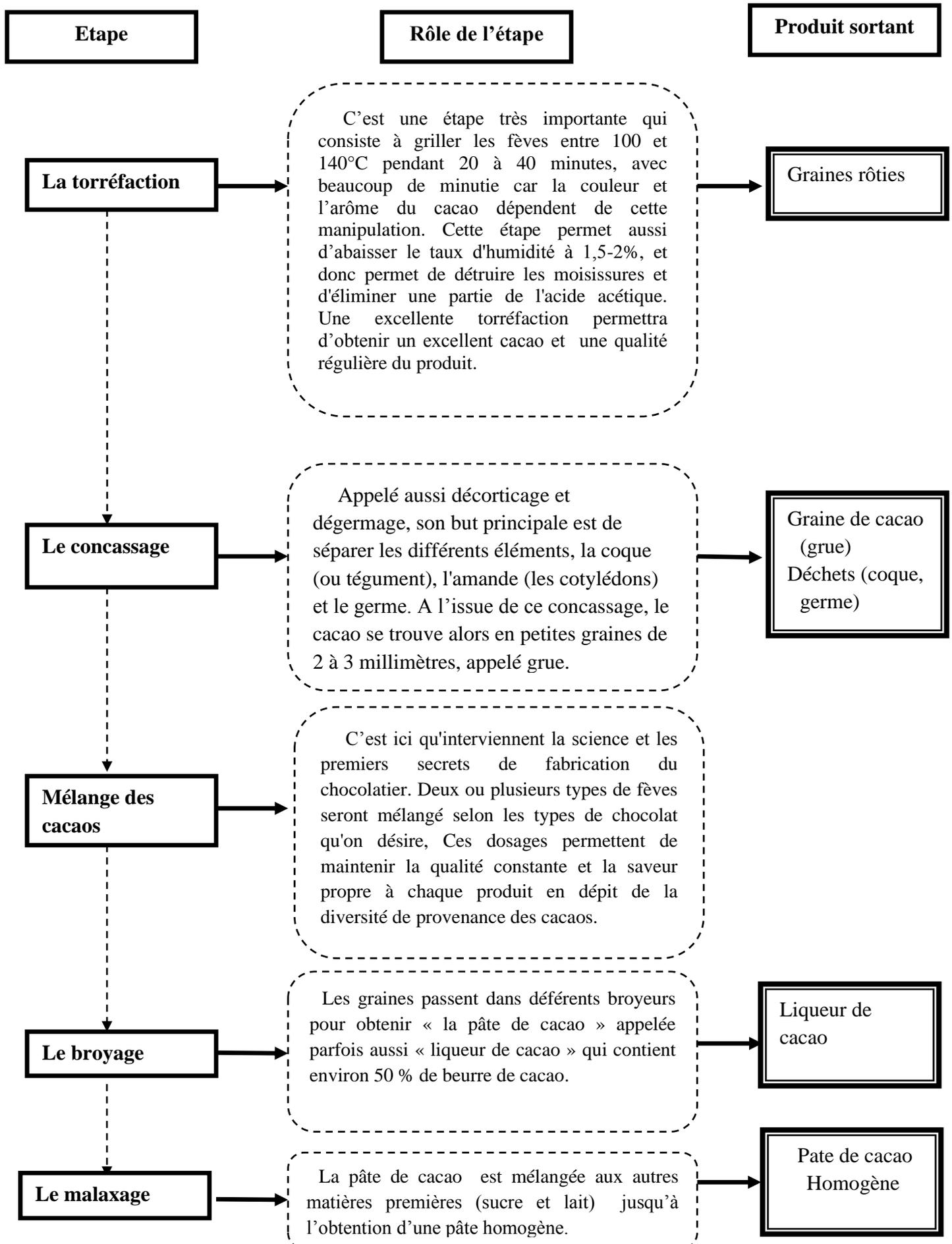


Figure 5 : Récolte et préparation des fèves de cacao (Schwan et Wheals ,2004 ;Barel, 2013 ; Hamdouche, 2015).



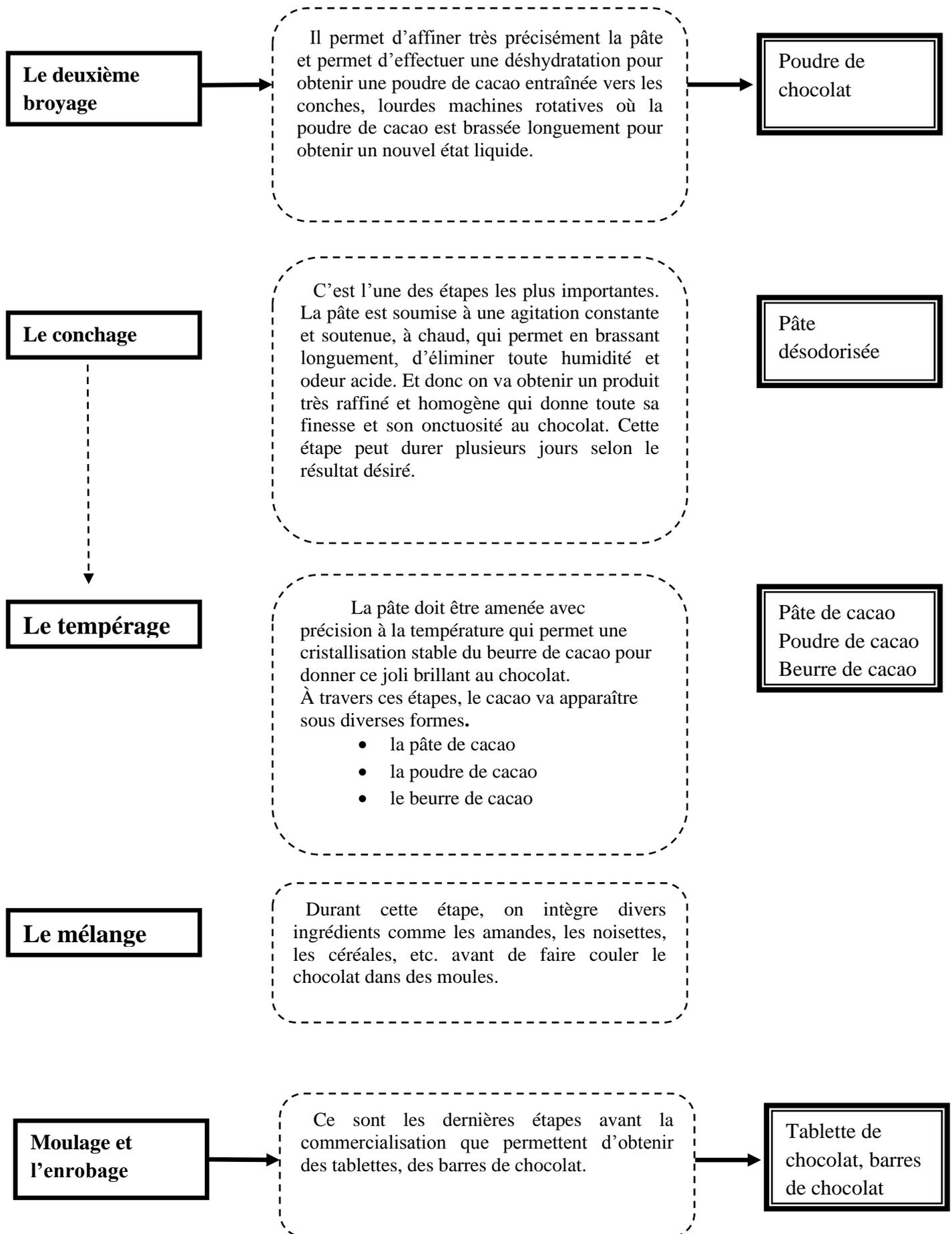


Figure 6: Production de chocolat (Tafari *et al*, 2004 ; Schumacher *et al.*, 2009 ; Kouadio *et al.*, 2015).

III. Le chocolat

III.1. Définition

Le chocolat (du nahuatl *xocoatl*, boisson de cacao) est une préparation provenant de la fève du cacao, C'est un aliment composé essentiellement de cacao et peut être combiné avec des produits laitiers, des sucres et / ou édulcorants et autres additifs. Il a une forme solide à une température ambiante (20-25°C), il sera fondu à la température égale ou supérieur à 37°C. Il existe plusieurs types de chocolat: chocolat noir, chocolat blanc, chocolat au lait, liqueur de cacao (Lares et Pérez, 2015; Gboghri, 2019).

III.2. Utilisation

Le chocolat est utilisé comme tartine pour le pain, friandise à croquer, comme ingrédient dans la préparation d'un grand nombre de menu en pâtisserie et en cuisine.

III.3. La réglementation

La fabrication et la composition du chocolat sont régies par la directive Cacao-Chocolat adoptée en l'an 2000 et entrée en vigueur en août 2003 (Directive 2000/36/CE du parlement européen et du conseil du 23 juin 2000 relative aux produits de cacao et de chocolat destinés à l'alimentation humaine), une réglementation européenne qui permet de définir les matières premières autorisées, les teneurs minimales en cacao, l'étiquetage, les différentes catégories de chocolats. Elle autorise l'adjonction de matières grasses d'origine végétale autre que le cacao dans les chocolats. Citons : « L'addition aux produits de chocolat de matières grasses végétales autres que le beurre de cacao est admise dans certains états membres jusqu'à 5 % au maximum. ». Les matières grasses utilisées ne peuvent être que : Illipé, huile de palme, sal, karité, noyaux de mangue.

III.4. La composition du chocolat

La composition chimique du chocolat noir et du chocolat au lait est donnée dans le Tableau IX et X.

Tableau IX : La composition chimique du chocolat noir (pour 100g) (paillard, 2014).

Constituant	Chocolat noir/ 100g
Energie	572 kcals
Protéines	9.25 g
Lipide	41.9 g
Hydrates de carbone	33.3 g
Fibres	12.6 g
Acides gras saturés	30.6 g
Acide palmitique	10.8 g
Acide stéarique	19.5 g
Acide oléique	7.05 g
Acide linoléique	1.13 g
Acide alpha-linoléique	0.1 g
Cholestérol	3.16 mg
Potassium	727 mg
Calcium	60 mg
Magnésium	206 mg
Fer	10.7 mg
Cuivre	1.4 mg
Vitamine B9	35 ug

Tableau X : La composition chimique de chocolat noir et de chocolat au lait. (Composition pour 100g) (Khodorowsky et Robert, 2004).

	Chocolat noir	Chocolat au lait
Calories (kcal)	462	516
Protéines (g)	5.2	8
Lipides (g)	37.5	30
Glucides (g)	53.5	51.6
Calcium (mg)	50	200
Cuivre (mg)	0.7	1.3
Fer (mg)	2	2
Magnésium (mg)	100	55
Phosphore (mg)	150	200
Potassium (mg)	365	400
Zinc (mg)	0.2	0.2
Vitamine E (mg)	0.4	1.2
Vitamine B1 (mg)	0.1	0.08
Vitamine B2 (mg)	0.1	0.4
Vitamine A (UI)	50	70
Vitamine D (UI)	40	300

III.5. Les catégories de chocolat

Le chocolat est classé en plusieurs catégories selon:

- ° La composition
- ° La forme

a) **Selon la composition** : suivant le codex stan 87, 2003, le chocolat est classé en neuf catégories, elles sont présentées dans le tableau suivant :

Tableau XI : Les catégories de chocolat (codex stan 87, 2003)

Type de chocolat	Constituant en %					
	Beurre de cacao	Composants secs dégraissés de cacao	Composants secs de cacao	Matière grasse laitière	Extraits secs laitiers	Noisettes
Chocolat	18%	14%	35%	/	/	/
Chocolat sucré	18%	12%	30%	/	/	/
Chocolat de couverture	31%	2.5%	35%	/	/	/
Chocolat au lait	/	2.5%	25%	2.5-3.5%	12-14%	/
Chocolat de ménage au lait	/	2.5%	20%	5%	20%	/
Chocolat au lait de couverture	/	2.5%	25%	3.5%	14%	/
Chocolat blanc	20%	/	/	2.5-3.5%	14%	/
Chocolat aux noisettes Gianduja	/	8%	32%	/	/	20% et 40%
Chocolat au lait aux noisettes Gianduja	/	2.5%	25%	2.5-3.5%	10%	15% et 40%
Chocolat para mesa	11%	9%	20%	/	/	/

b) selon la forme (Benaïssa et Slamani, 2018).**1. Les chocolats tablettes**

Il existe plusieurs sortes : les tablettes de chocolat noir, au lait, blanc, aux noisettes, au riz soufflé, fourré à la pâte d'amande, etc.

2. La confiserie de chocolat

Les produits fabriqués avec du chocolat en association avec d'autres ingrédients : noisettes, raisins, liqueur, cacahuètes, etc. On y trouve aussi, les bonbons de chocolat, les bouchées, les rochers, les moulages et billes de chocolat, les chocolats de Noël et de Pâque, etc.

3. Les barres chocolatées

Enrobées de chocolat, elles sont fourrées de caramel, céréales, biscuits, etc.

4. Les poudres de cacao

Utilisées pour la préparation des boissons chaudes ou froides, des petits déjeuners instantanés et des desserts. On distingue :

Les poudres de cacao.

Le chocolat en poudre.

Les poudres chocolatées.

5. Les pâtes à tartiner

Elles sont obtenues en mélangeant divers ingrédients.

6. Le chocolat de couverture

Il est utilisé par les industriels et les artisans chocolatiers, pâtisseries et boulangers. Il permet de réaliser des enrobages, des décorations et de fabriquer des bonbons, des figurines en chocolat.

7. Le chocolat comme ingrédient

La charlotte au chocolat.

La mousse au chocolat.

III.6. Caractéristiques de chocolat

a) Caractéristiques chimiques

N'ont pas une grande importance, quoique certaines d'entre elles aient une incidence sur les caractéristiques physiques, mais il y a un risque de contamination causée par le mauvais stockage, le mauvais respect des règles d'hygiène, etc. (**Benaissa et Slamani, 2018**).

b) Caractéristiques physiques

Le bon broyage, la viscosité et la limite d'écoulement sont des critères capitaux en ce qui concerne l'utilisation des couvertures de chocolat (**pontillon, 1998**).

c) Caractéristiques bactériologiques

Le chocolat est un produit de masse, non aéré et pauvre en humidité et donc pratiquement pas de risque d'altération, il n'y a donc pas de condition favorables au développement des microorganismes (**Nebesny et Żyżelewicz, 2006**).

d) Caractéristiques Organoleptiques

Selon **Barel, (2017)**, les caractéristiques organoleptiques sont présentées dans le tableau XII.

Tableau XII : Les caractéristiques organoleptiques de chocolat

Le caractère	description	Source
L'arôme	<p>Les différences arômes apparaissent en fonction de l'origine des chocolats et donc il est déterminé par :</p> <ul style="list-style-type: none"> ° le choix des fèves ou du mélange de fève. ° Le degré de torréfaction ° La quantité de matière sèche de cacao influence l'intensité de goût. ° Dans le cas du chocolat au lait, le type de lait intervient également. 	<p>(Żyżelewicz et al., 2018) (Ozturk et Young 2017)</p>
La flaveur	N'est pas au hasard, il dépend de son arôme et sa finesse.	(Pontillon, 1998)
L'aspect	C'est la garantie d'un beau travail de chocolaterie. Si le chocolat est bien préparé, il sera lisse, sans bulle ni grumeau.	(Żyżelewicz et al., 2018)
La couleur	<p>Sa couleur peut aller du brun clair au marron le plus sombre, Plusieurs facteurs peuvent influencés :</p> <ul style="list-style-type: none"> ° Le type de fève de cacao utilisée. ° La quantité de matière sèche de cacao. ° Le conchage. ° La finesse des particules. 	

III.7. Consommation de chocolat dans le monde

D'après les statistiques de syndicat de chocolat en 2015 la consommation mondiale de cacao était d'environ 0,97 kg par personne. Il existe toutefois de grandes variations régionales : la consommation moyenne par personne était d'environ :

1,87 kg en Europe,

1,20 kg en Amérique,

0,13 kg en Afrique,

0,11 kg en Asie / Océanie.

III.8. Les bienfaits du chocolat

Le chocolat contient trois constituants essentiels : les glucides, les protéines, les lipides ainsi que les vitamines A, B₁, B₂, D, E et les minéraux (calcium, phosphore, potassium, magnésium, et des traces de fer et de cuivre). Il est riche en acides gras polyinsaturés, surtout lorsqu'il est associé à des oléagineux (pin d'Alep). Le corps gras de chocolat étant essentiellement d'origine végétale, son taux de cholestérol est faible. Dans le chocolat au lait, l'apport en graisse lactique varie entre 3.5 et 7% (**Paillard, 2014**). Le chocolat noir a un effet antihypertenseur, anti-inflammatoire, antithrombotique, augmente la sensibilité à l'insuline, améliore la fonction endothéliale et l'activation de l'oxyde nitrique (**Zomer, 2012**). Le tableau XIII montre les différents effets thérapeutiques de chocolat.

Tableau XIII : Les effets thérapeutiques de chocolat.

Effets thérapeutiques de chocolat			
Effet	Molécules responsables	Action	Source
Sur le psychisme	la théobromine et la caféine	un effet bénéfique sur le moral à cause des antidépresseurs.	(Daverio, 2005 ; Rose, 2010)
Sur les problèmes Cardio-vasculaire	flavonoïde	abaisse le mauvais cholestérol LDL et le cholestérol total, aussi augmente le bon cholestérol HDL.	(Hauhouot-Attoungbre, 2011 ; Mursu et al., 2004)
Sur L'hypertension artérielle	la catéchine et l'épicatéchine	stimulent la fabrication d'acide nitrique et donc les vaisseaux sanguins seront dilater et abaissant efficacement la pression artérielle.	(Buijsse et al., 2006 ; Taubert et al., 2007; Reid et al., 2010)
Sur le diabète	les polyphénols	augmentation de la sensibilité à l'insuline. des niveaux de consommation de chocolat plus élevés étaient associés à une réduction du diabète d'environ 31%.	(Oba et al., 2010 ;Buitrago-Lopez et al., 2011)
Sur la formation des tumeurs	des procyanidés	un rôle sur les cellules immunitaires particulièrement en agissant sur la production de cytokine TNF alpha (Tumor Necrosis Factor alpha) qui empêche la formation de tumeur.	(Daverio, 2005 ; Vertuani, 2014)
Sur la fonction sexuelle	La théobromine et des N-acyléthanolamines	des substances psychoactives de chocolat, qui pourraient être impliquées dans la fonction sexuelle.	(Dillinger, 2000)

III.9. Les composés phénoliques du cacao et l'activité antioxydante de chocolat

Le cacao, principal ingrédient du chocolat, fournit beaucoup de composés polyphénoliques encore présents dans les tablettes de chocolat (Tableau XIV). Ces polyphénols contribuent activement à la qualité organoleptique du chocolat. La teneur en polyphénol est liée à l'origine géographique (pays), à la variété des fèves de cacao (forastero, trinitario, criollo) et aux étapes de transformation subies lors de la fabrication du chocolat. De nombreux auteurs ont étudié les polyphénols du chocolat ou du cacao principalement pour leurs effets bénéfiques sur la santé (Cambrai *et al.*, 2017).

Tableau XIV : Les composés phénoliques dans le cacao et le chocolat.

Les composés phénoliques				sources	
Les polyphénols	Dans le cacao	12 à 18%	37% des flavonols 4% des anthocyanines 58% des oligomères proanthocyanidoliques	67 à 149.2 mg/g de fève	(Niemenak <i>et al.</i> , 2004 ; Wollgast et Anklam, 2000)
	Dans le chocolat noir	85.36 mg/g	Polyphénols	0,8 %	(Counet <i>et al.</i> , 2004)
		0.25mg/g	Flavonoïdes		
	Dans le chocolat blanc	Absent /			(Verna, 2013)

Le cacao est récemment devenu la cible d'une recherche scientifique accrue, en raison de ses propriétés favorables à la santé. Les effets bénéfiques du chocolat sont dus aux composants naturels des fèves de cacao, y compris l'épicatéchine et le resvératrol, deux puissants antioxydants.

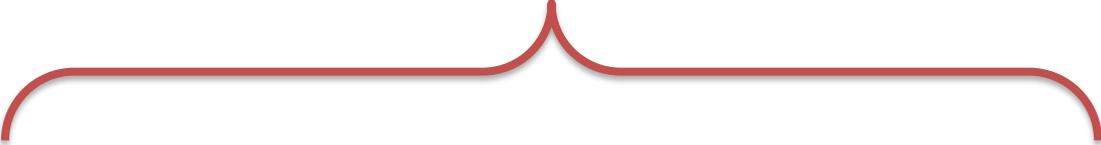
Les fèves de cacao fraîches contiennent environ 32 à 39% d'eau, 30 à 32% de matières grasses, 10 à 15% de protéines, 5 à 6% de polyphénols, 4 à 6% de pentosanes, 2 à 3% de celluloses, 2 à 3% de saccharoses, 1 à 2 % de théobromines, 1% d'acides et moins de 1% de caféine. C'est également une source riche de composants minéraux (Bertazzo *et al.*, 2011 ; Kruszewski *et al.*, 2018). Le cacao contient aussi des tanins condensés, ils sont essentiellement présents sous forme d'oligomères proanthocyanidoliques, appelés aussi tanins catéchiques (Wollgast et Anklam, 2000).

Trois types de flavonoïdes dominant dans les fèves de cacao: les proanthocyanines (environ 58%), les catéchines ou flavan-3-ols (environ 37%) et les anthocyanes (environ 4%) (**khan et Nicod, 2012 ; khan et al., 2014**). La forte teneur en polyphénols du cacao, associée à sa large présence dans de nombreux produits alimentaires, le rend particulièrement intéressant d'un point de vue nutritionnel et sanitaire (**khan et al., 2014 ; Tsang et al., 2019**).

Le pourcentage des polyphénols varient en fonction du génotype, de l'origine, des conditions de croissance, du degré de maturité des fèves du cacao et des paramètres de transformation des graines (**Rusconi et Conti, 2010 ; Zyzelewicz et al., 2016**).

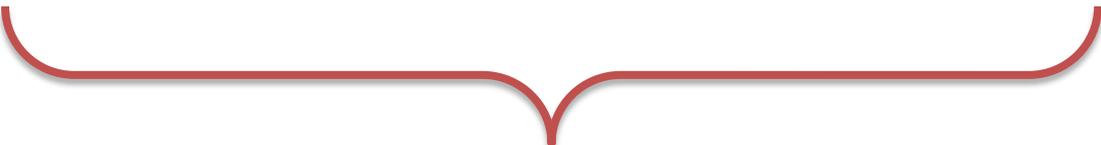
Sur la base des recherches d'**Urbanska et Kowalska, (2019)**, les fèves de cacao torréfiées avaient une teneur en polyphénols inférieure à celle des graines non torréfiés. Cependant, la teneur en polyphénols des chocolats était inférieure à celle des fèves de cacao à partir desquelles ils étaient obtenus et donc le type de fèves de cacao et des procédés technologiques utilisés influencent sur les propriétés des chocolats obtenus. La connaissance de l'évolution de la teneur en polyphénols tout au long de la chaîne technologique, nous permet de prendre des mesures pour maintenir la teneur polyphénolique la plus élevée possible dans le produit final.

Les polyphénols forment non seulement des propriétés antioxydantes, mais également des propriétés sensorielles telles que la couleur et le goût (**khothe et al., 2013 ; Dabas, 2016 ; Giacometti et al., 2014**).



Chapitre III

Généralités sur la pâte à tartiner chocolatée



I. L’histoire de la pâte à tartiner chocolatée

La pâte à tartiner fait le bonheur des enfants et des gourmands depuis plusieurs générations. Son invention est intimement liée au Gianduja et à l’Italie, en particulier dans le nord du pays où historiquement il y a une culture extraordinaire de crèmes à tartiner qui font partie de l’assortiment quotidien des pâtisseries et chocolateries.

Le Gianduja est une pâte de chocolat et des noisettes broyées. Il se différencie du chocolat par son onctuosité. Il est originaire du Piémont Italien (ou le noisetier pousse en grande abondance). Bien qu’il soit possible d’y trouver d’autres fruits secs, comme l’amande ou la noix, cela est beaucoup moins courant.

Lors de l’été 1949, une forte canicule frappe l’Italie. A l’époque, dans les usines, le seul moyen de rafraîchir le Gianduja est l’utilisation de blocs de glace. Mais, la chaleur est tellement importante qu’ils ne remplissent plus leur rôle. Le chocolat se met à fondre et donc la seule solution pour les artisans est de le mettre en pot et le vendre tel qu’il est. Le succès est foudroyant. Une fois la canicule terminée, il suffit d’augmenter la proportion de beurre de cacao pour retrouver la bonne texture. La pâte à tartiner est ainsi née, pour le plus grand plaisir de tous (**Ribé et al., 2016**).

II. Composition de la pâte à tartiner chocolatée

La pâte à tartiner au chocolat est une pâte à tartiner douce. Elle est essentiellement composée de moins de 40% de graisse en combinaison avec d’autres ingrédients tels que de sucre, d’huile de noisette, de cacao maigre. Sa composition se rapproche de celle des chocolats en tablettes avec des teneurs en glucides, en lipides et en protéines plus élevées. Plusieurs variétés sont couramment disponibles telle que pâte à tartiner au chocolat, pâte à tartiner au lait au chocolat et pâte à tartiner au chocolat et aux noix. On peut aussi additionner plusieurs saveurs telles que la pâte de noisette ou d’arachide (**Ribé et al., 2016**). Le tableau XV et XVI montrent respectivement la composition chimique et la description de quelque type de chocolat commercialisé en Algérie.

III. Les déferents composés de la pâte à tartiner

III.1. Poudre de cacao

La poudre de cacao donne à la pâte à tartiner une saveur et une couleur caractéristique, ainsi qu'un pourcentage de solide. Nous pouvons mélanger du cacao naturel et alcalinisé, ou choisir l'un d'entre eux en fonction de la saveur et de la couleur désirée.

Le pourcentage de leur utilisation dans les recettes peut varier entre 8% et 12% normalement, sauf dans quelques cas extrêmes où les pâtes à tartiner sont très noires, et les fortes saveurs de cacao sont souhaitées, le pourcentage peut alors être compris entre 25% et 30%. Le véritable rôle de cette poudre est l'aromatisation (Salmi, 2004).

III.2. Lait totalement déshydraté ou lait en poudre

La teneur en eau de lait totalement déshydraté est au plus de 5 % du produit fini, leur A_w est de 0.5 ce qui permet leur conservation (Sher *et al.*, 2016).

III.3. Le sucre

Le sucre utilisé est un sucre standard cristallisé. Dans les procédés à pré-broyage le sucre est préalablement broyé avec un broyeur à marteau et donc c'est le sucre glace qui est introduit dans le pétrin (pontillon, 1997).

III.4. Les corps gras

Dans le secteur des pâtes à tartiner, il existe une grande connaissance technique des graisses végétales. Chacun d'eux donne des caractéristiques différentes en termes de texture finale et de fusion en bouche. Il est préférable d'utiliser les trois types des graisses:

- Graisse liquide: Huile contenue dans les fruits à coque (noisettes, amandes et autres).
- Graisse crémeuse: L'utilisation des graisses crémeuses dans la préparation des pâtes à tartiner est très intéressante car elles régulent la texture.
- Graisse épaisse: elle est importante pour épaissir et réguler la texture des pâtes à tartiner. Dans ce cas, nous utiliserons soit le beurre de cacao, soit la pâte de cacao.

De manière générale, la quantité totale de matière grasse peut être comprise entre 26 et 28%, voire parfois 40%. La matière grasse sélectionnée doit permettre la formation d'un produit semi-solide à une température entre 5°C – 10°C (Salmi, 2004).

III.5. L'eau

La quantité d'eau dans le produit est comprise entre 20% et 23% (Salmi, 2004).

III.6. Les additifs alimentaires

Selon la réglementation française l'additif alimentaire est défini : toute substance non consommée comme aliment en soi, il peut avoir une valeur nutritionnelle ou non, il n'est pas utilisé comme un ingrédient caractéristique dans l'aliment, mais il a un but technologique (Multon, 2002).

III.7. Les antioxydants

Sont utilisés pour piéger les radicaux libres, et donc ralentir le phénomène d'oxydation et protéger le chocolat des différents types d'altération (Panglossi, 2006).

III.8. Les arômes

La pâte de noisette et l'arôme de noisette sont les composants chimiques les plus utilisés dans la production de la pâte à tartiner chocolatée. L'arôme d'un produit est perçu en bouche par voie indirecte ou rétro-nasale (Kapchie *et al.*, 2016).

III.9. Les émulsifiants

Les émulsifiants sont des substances tension actif qui favorisent la formation et la stabilisation d'une pâte. Ils agissent comme lubrifiants, améliore la qualité de l'aliment, la construction de la texture, émulsifier l'huile ou la graisse dans la pâte, retenir l'humidité, ainsi qu'elles prolongent la durée de conservation (Benaissa et Slamani, 2018). Exemples des émulsifiants on cite : la lécithine, le Polyricinoléate de polyglycérol.

Tableau XV : La composition chimique de la pâte à tartiner chocolatée en pourcentage.

Composition	pourcentage	source
la teneur en eau	1,4%	
le taux de cendre	1,31%	
La teneur en protéine	10,13%	
La teneur en glucide	45,81%	(Amevor
Teneur moyenne en lipide	44,81%	<i>et al.</i> ,
Teneur en fibre	0,10%	2018)
Le magnésium	17,50 mg / 100 g	
Le sodium	5,00 mg / 100 g	
Potassium	2,50mg / 100 g	

Tableau XVI : Description de quelque type de chocolat commercialisé en Algérie (Ouadfel et Dahoumane, 2018).

	Nom du produit	ingrédients
Chocolat pâte à tartiner	Maxon	Sucre, graisse végétale, poudre de cacao, lactosérum, lait en poudre, pâte de noisette, additif alimentaire: Emulsifiant (lécithine de soja SIN322), arôme artificiel noisette, vanilline.
	Noisilla	Cacao, sucre, graisses végétales hydrogénées, poudre de lait 26%, émulsifiant, lecithine de soja, arôme noisette, arôme vanille.
	Nutella	Sucre, huile de palme, noisette (13%), poudre de lait écrémé (8,7%), poudre de cacao (0,02%), émulsifiant (lécithine de soja)(0,43%)(SIN 322), arôme(0;02%), additifs alimentaires .

IV. Procédé de fabrication (Benaïssa et Slamani, 2018)

La fabrication de la pâte à tartiner passe par cinq étapes importantes :

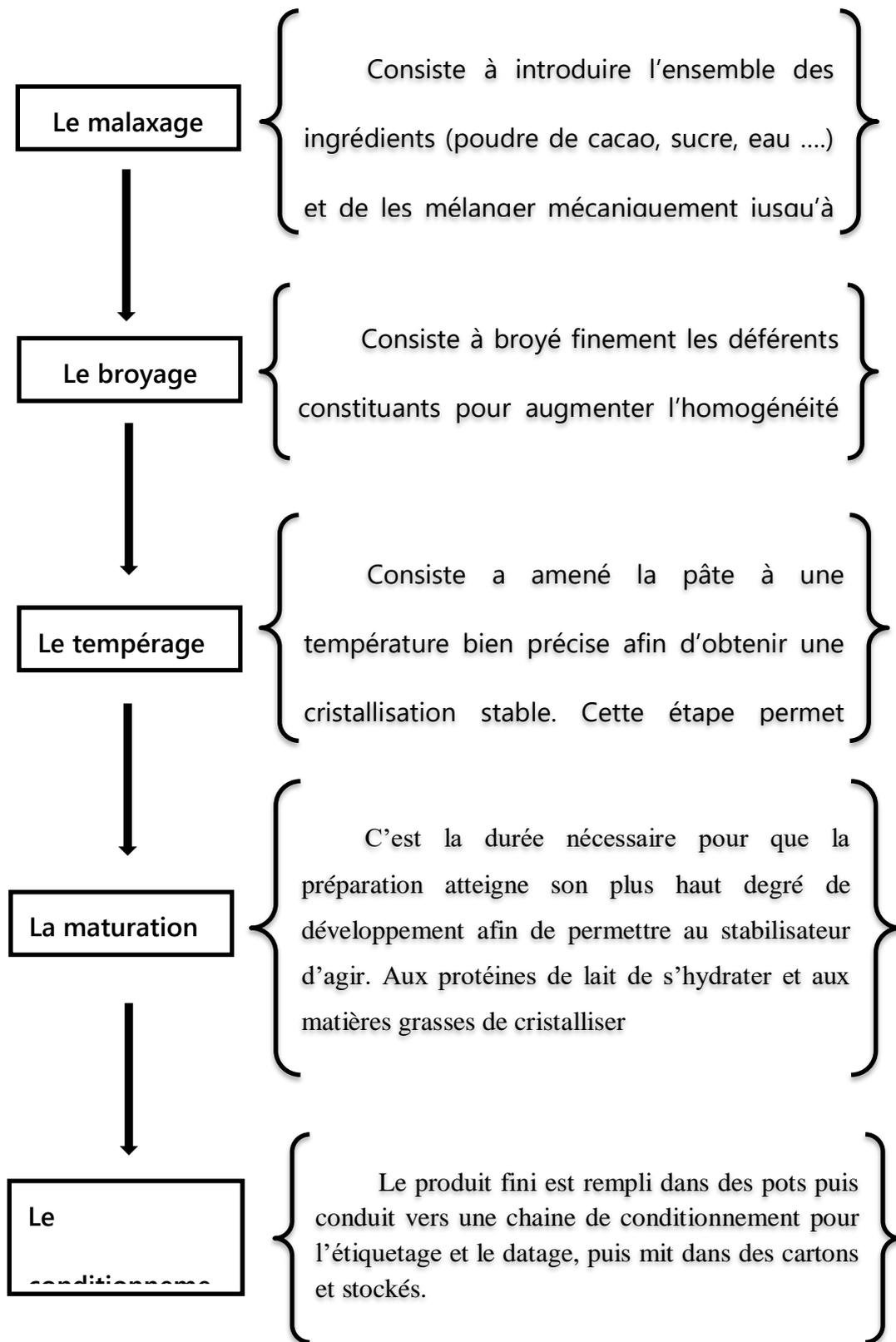
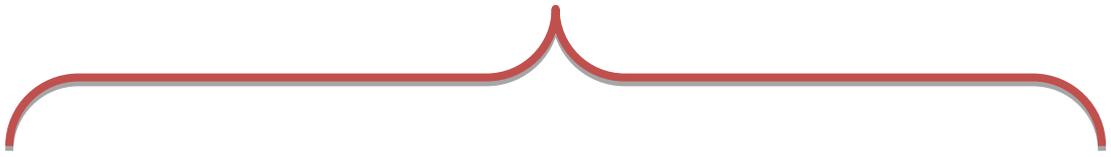
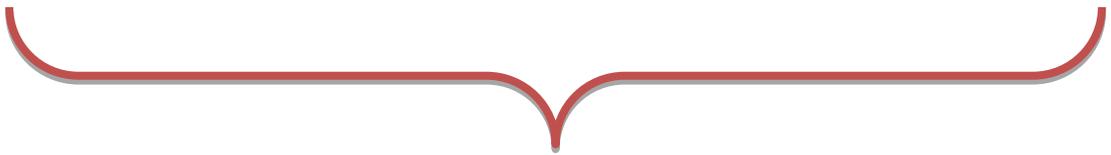


Figure 7 : Les étapes de production de chocolat à tartiner (Benaïssa et Slamani, 2018)



Conclusion



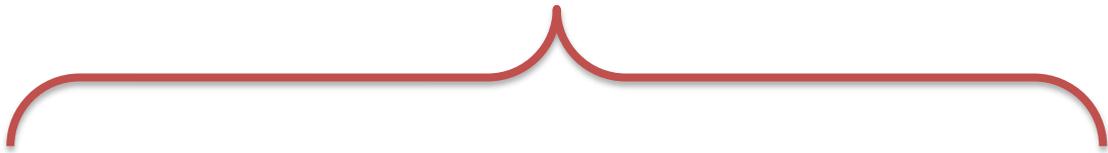
Conclusion

Le pin a des vertus thérapeutiques connues depuis longtemps ; en Algérie, ses bourgeons, ses aiguilles, son essence et sa résine sont utilisés en médecine traditionnelle comme expectorant, balsamique, antiseptique et anti rhumatismal (**Saadou et al., 2015**). Il est largement exploité dans la médecine traditionnelle grâce à sa teneur élevée en protéines et en acides gras insaturés ainsi que la présence de composants bioactifs, notamment les stérols et l'acide oléique (**Al-Dabbas et al., 2013**). En outre, le *Pinus halepensis* possède de nombreuses propriétés biologiques, dues à sa richesse en composés phénoliques.

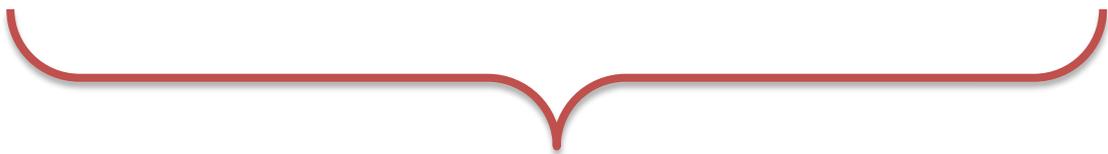
La valorisation du pin d'Alep « *Pinus halepensis* » a fait l'objet de notre étude du fait de son large répartition surtout dans le bassin méditerranéen, ainsi que les propriétés thérapeutiques de ses huiles essentielles. Le Pin d'Alep est largement utilisé pour réduire l'hypercholestérolémie, traiter les infections des voies respiratoires. Il possède aussi des effets antimicrobiens et antifongiques (**Cheikh-Rouhou et al., 2006 ; Cheikh-Rouhou et al., 2008 ; Lucienne, 2010 ; Berroukche et al., 2014**).

La pâte à tartiner chocolatée au goût sucré est couramment consommée avec du pain, des crêpes, des biscuits et d'autres aliments à tartiner (**said et al., 2019**). Sa teneur en matières grasses varie de 40% à 44% (**Samsudin, 2004**). Une pâte à tartiner au chocolat à faible teneur en matière grasse a été développée en utilisant une méthodologie de surface et en incorporant des ingrédients fonctionnels tels que la poudre de cacao, le concentré de protéines de lactosérum et l'huile d'olive, qui avaient une étalement souhaitée à la température de réfrigération et avaient un effet fonctionnel sur la santé des consommateurs et avaient une bonne appétence et une bonne texture (**Kumar , 2014**). Le type d'huile utilisé dans la production de la pâte à tartiner peut ajouter une fonctionnalité à cette dernière et lui permettant d'être commercialisée comme un aliment fonctionnel qui améliore la santé et le bien-être tout en réduisant le risque des maladies (**Walzem, 2004**).

Notre travail a pour but essentiel le développement d'une pâte à tartiner chocolatée additionnée de la poudre des graines de pin d'Alep qui ont le potentiel d'améliorer les utilisations alimentaires de ces graines oléagineuses et présenter aux consommateurs un aliment plus sain qui peut diminuer l'apparition de diverses maladies telle que l'obésité, le diabète et d'autres maladies liées à la consommation des aliments à base d'additifs et d'arômes artificiels. À la lumière de cela, la production d'une pâte à tartiner à base de plantes donnera aux gens un choix plus sain de pâte à tartiner à fréquenter.



Références bibliographiques



- Adrian, J., Potus, J., Frangne, R. (2003).** La science alimentaire d'A à Z, 3^{ème} édition, TEC & DOC. Pp. 346-347.
- Afoakwa, E.O., Paterson, A., Fowler, M., Ryan, A. (2009).** Matrix effects on flavour volatiles released in dark chocolates varying in particle size distribution and fat content using GC-mass spectrometry and GC-olfactometry. *Food Chemistry*, 113, 208–215.
- Albak, F., Tekin, A. R. (2014).** Development of Functional Chocolate with Spices and Lemon Peel Powder by using Response Surface Method: Development of Functional Chocolate. Gaziantep University, Faculty of Engineering, Department of Food Engineering, 27310, Gaziantep, Turkey. *Akademik Gıda* 12(2) (2014) 19-25.
- AL-Dabbas, M., et al., (2013).** (Seeds and seed oil compositions of Aleppo Pine (*Pinus halepensis* Mill.) grown in Jordan. P 1-7.
- Amevor, M.P., Laryea, M., Barimah, J. (2018).** Sensory evaluation, nutrient composition and microbial load of cashew nut–chocolate spread, *Cogent Food & Agriculture*, 4:1, 1480180.
- Ammari, Y., Sghaier, T., Khaldi, A., Garchi, S. (2001).** Productivité du pin d'Alep en Tunisie: Table de Production. *Annales de l'INRGREF n° Special*, pp. 239-246.
- Atmani, N., Masmoudi, M. (2008).** Etude de l'impact de *Bacillus thuringiensis* Kurstaki dans la lutte de la chenille processionnaire du Pin d'Alep "*Thaumetopoea pityocampa* Schiff" au niveau de la forêt domaniale de Beni Oudjana (khenchela), mémoire oire, d'ingénieur d'état en écologie végétale et environnement, uni-Batna, p .47.
- Barel, M. (2001).** Chocolats et friandises. Académie Française du Chocolat et de la Confiserie .Eric Zipper (coord.). Lucerne : Dormonval, p. 90-99.
- Barel, M. (2013).** Qualité du cacao: l'impact du traitement post-récolte. Editions Quae, pp. 22- 54.
- Barel, M. (2016).** Du cacao au chocolat l'épopée d'une gourmandise. Éditions Quæ, 2016 ISBN : 978-2-7592-2506-4. 20 pages.
- Beckett, S. T. (2008).** The science of chocolate (2nd Ed.). London: Royal Society of Chemistry.
- Belouad, A. (2001).** Plantes médicinales d'Algérie. Office des Publications Universitaires, Alger. p. 5-10.

- Belscak-Cvitanovic, A., Komes, D., Berkovic, M., Karlovic, S., Hecimovic, I., Jezek, D., Bauman, I. (2012).** Innovative formulations of chocolates enriched with plant polyphenols from *Rubus idaeus* L. leaves and characterisation of their physical, bioactive and sensory properties. *Food Research International*, 48, 820–830.
- Benaissa, R., Slamani, L. (2018) .** Contrôle de qualité de la matière première au produit fini et suivi du processus d'une pâte à tartiner. Mémoire oire, master, nutrition et diététique humaine, Blida.98p.
- Bentouati, A. (2006).** Croissance, productivité et aménagement des forêts de pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.) Du massif de de Ouled Yagoub (Khenchla-Aurès).Thèse Doctorat, Université Batna ,115p.
- Benzitoune, N., Boutouil, DJ. (2018).** Mise en évidence de quelques activités biologiques d'un extrait polyphénolique des graines de *Pinus halepensis*. Mémoire oire, master en Biochimie Appliquée, univ, Bouira.79p.
- Berroukche, A., Amara, S., Halimi, S., Benyamina, F. (2014).** Evaluation of the Leave and Bud Decoctions *Pinus halepensis* Mill Effects on the Induced-Phenol Renal Toxicity in Wistar Rats. *Journal of Fundamental and Applied Sciences*, 6(2), p 197-207.
- Bertazzo, A., Agnolin, F., Comai, S., Zancato, M., Costa, C.V., Seraglia, R., Traldi, P. (2011).** The protein profile of *Theobroma cacao* L. seeds as obtained by matrix-assisted laser desorption/ionization mass spectrometry. *Rapid Commun. Mass Spectrom.*, 25, 2035–2042.
- Bobbou, A. (2016).** Contribution à l'étude d'inventaire de peuplement de pin d'Alep de la foret de Sig (foret de Moulay Ismail), mémoire, master en foresterie, université Tlemcen. 55 p.
- Boudy, P. (1952).** Guide du forestier en Afrique du Nord. Paris. Maison rustique, 509 p. 94 FIG. 1.Carte.
- Boudy, P. (1955).** Economie forestière nord-africaine. Tome 4 : Description forestière de l'Algérieet de la Tunisie. Larose, Paris, 483 p.
- Bruneton, J. (1999).** Pharmacognosie. Phytochimie. Plantes médicinales. Technique et documentation Lavoisier 3:286-347.
- Buijsse, B., Feskens, E.J. M., Kok, F. J., Kromhout, D. (2006).** Cocoa Intake, Blood Pressure, and Cardiovascular Mortality. *American Medical Association. ARCH INTERN MED/ VOL* 166, FEB 27, 2006.

- Buitrago-Lopez, A., Sanderson, J., Johnson, L., Warnakula, S., Wood, A., Angelantonio, E., Franco, O. (2011).** Chocolate consumption and cardio metabolic disorders: systematic review and meta-analysis. *BMJ*: first published as 10.1136/bmj.d4488. 8Page.
- Caligiani, A., Marseglia, A., Prandi, B., Palla, G., Sforza, S. (2016).** Influence of fermentation level and geographical origin on cocoa bean oligopeptide pattern. *Food Chem.*, 211, 431–439.
- Cambrai, A., Marchioni, E., Julien-David, D. et al., (2017).** Discrimination of Cocoa Bean Origin by Chocolate Polyphenol Chromatographic Analysis and Chemometrics. *Food Anal. Methods* 10, 1991–2000.
- Chakroun, L. (1986).** Le pin d'Alep en Tunisie. *Options Méditerranéennes. Série Etude CIHEAM* 86/1, 25-27p.
- Chambel, M. R., Climent, J., Pichot, C., Ducci, F. (2013).** Mediterranean pines (*Pinus halepensis* Mill. and *brutia ten.*). *Forest tree breeding in Europe*. Springer Netherlands. pp. 229-265.
- Cheikh-Rouhou, S., Besbes, S., Hentati, B., Blecker, C., Deroanne, C., Attia, H. (2007).** *Nigella Sativa* L. Chemical composition and physicochemical characteristics of lipids fraction. *Food chemistry*. 101, p.673-681.
- Cheikh-Rouhou, S., Besbes, S., Lognay, G., Blecker, C., Deroanne, C., & Attia, H. (2008).** Sterol composition of black cumin (*Nigella sativa* L.) and Aleppo pine (*Pinus halepensis* Mill.) seed oils. *Journal of Food Composition and Analysis*, 21(2), 162-168.
- Cheikh-Rouhou, S., Hentati, B., Besbes, S., Blecker, C., Deroanne, C., Attia, H. (2006).** Chemical composition and lipid fraction characteristics of Aleppo pine (*Pinus halepensis* Mill.) seeds cultivated in Tunisia. *Food science and technology international* 12. p 407-415..
- Chokri, M. (2005).** Etude de l'effet de l'irradiation sur la conservation de pin d'Alep et sur les mycotoxines. Thèse Doctorat. Pp 13-17.
- CODEX STAN 87-1981, Rév. 1 – 2003.** Norme Pour Le Chocolat Et Les Produits À Base De Chocolat. (Directive 2000/36/CE du parlement européen et du conseil du 23 juin 2000 relative aux produits de cacao et de chocolat destinés à l'alimentation humaine.
- Colombo, M.L., Pinorini-Godly, M.T., Conti, A. (2012).** Botany and pharmacognosy of the cacao tree. Department of Drug Science and Technology, University of Turin, Turin, Italy.

- Couhert, B., Duplat, P. (1993).** Le Pin d'Alep. Rencontres forestiers-chercheurs en forêt méditerranéenne. La Grande-Motte (34), 6-7 octobre 1993. Ed. INRA, Paris 1993. (Les colloques n°63), 125-147.
- Counet, C., Ouwerx, C., Rosoux, D., Collin, S. (2004).** Relationship between procyanidin and flavor contents of cocoa liquors from different origins. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52: 6243–6249.
- Dabas, D. (2016).** Polyphenols as colorants. *Adv. Food Technol. Nutr. Sci. Open J.*, SE, S1–S6.
- Daverio, S. (2005).** Le chocolat dans tous ses états. Thèse de doctorat en pharmacie. Université Henri Poincaré. pp : 163.
- Dillinger, T.L., Barriga, P., Escarcega, S., et al., (2000)** . Food of the gods: Cure for humanity A cultural history of the medicinal and ritual use of chocolate. *J Nutr* 2000;130: 2057S-72.
- Diomande, G. G. D. (2014).** Contribution des méthodes spectroscopiques et isotopiques à la caractérisation géographique et phénotypique du cacao. Thèse de Doctorat en Chimie. Université de Nantes, pp19.27.
- Djerrad, Z., Kadik, L., Djouahri, A. (2015).** Chemical variability and antioxidant activities among *Pinus halepensis* Mill. essential oils provenances, depending on geographic variation and environmental conditions. *Industrial Crops and Products*, 74, 440-449..
- Fekih, N., Allali, H., Merghache, S., Chaïb, F., Merghache, D., El Amine, M., Costa, J. (2014).** Chemical composition and antibacterial activity of *Pinus halepensis* Miller growing in West Northern of Algeria. *Asian Pacific Journal of Tropical Disease*, 4(2), 97-103.
- François, C. (2012).** la symphonie des arbres. Pp 03.
- García-Jiménez, R., Palmero-Iniesta, M., Espelta, J. M. (2017).** Contrasting Effects of Fire Severity on the Regeneration of *Pinus halepensis* Mill. and Resprouter Species in Recently Thinned Thickets. *Forests*, 8(3), 55.
- Gboghri, G. (2019).** Impact de la fermentation sur les propriétés antioxydantes, anti-inflammatoires et immunomodulatrices du cacao. Thèse de doctorat. L'université de Montpellier. P 1-211.
- Ghanmi, M., Satrani, B., Chaouch, A., Aafi, A., Abid, A.E., Ismaili, M.R., Farah, A. (2007).** Composition chimique et activité antimicrobienne de l'essence de térébenthine du pin maritime (*Pinus pinaster*) et du pin d'Alep (*Pinus hale-pensis*) du Maroc. *Acta Botanica Gallica* 154, 293-300.

- Giacometti, J., Jolić, S.M., Josić, D. (2014).** Cocoa Processing and Impact on Composition. In Processing and Impact on Active Components in Food; Elsevier Inc.: Amsterdam, Netherlands, pp. 605–612.
- Gillet, F. (2006).** Le cacao : des olmèques au XXIème siècle. Université de Nantes faculté de pharmacie 114 :46-90.
- Girard, S. (1984).** Le guide du chocolat et de ses à cotés. Messidor, paris, 1984.
- Guit, B., (2015).** Croissance et état sanitaire des peuplements de Pin d'Alep (*Pinus halepensis Mill.*) dans le massif forestier de senalba (région de Djelfa). Thèse de Doctorat en Sciences Agronomiques, Ecole nationale supérieure d'agronomie, Alger.
- Haied. N., Hanson , J. L ; Barbara,L. W et al., (2015).** Chemical composition and antibacterial activity of the needles essential oil of *Pinus halepensis Mill.* From north east of Algeria. Rev. Sci. Technol., Synthèse 30: p33-39.
- Hamdouche, Y. (2015).** Discrimination des procédés de transformation post-récolte du Cacao et du Café par analyse globale de l'écologie microbienne. Thèse de Doctorat en Bactériologie, Microbiologie, Centre International d'études supérieures Agronomiques. Montpellier.
- Hauhouot-Attoungbre, M., Yayo, S., et al., (2011).** Effets du chocolat noir de Côte d'Ivoire sur les facteurs de risque cardiovasculaires. P 93.
- Jin, J., Akoh, C.C., Jin, Q., Wang, X. (2018).** Preparation of mango kernel fat stearinbased hard chocolate fats *via* physical blending and enzymatic interesterification, *LWT - Food Science and Technology*, doi: 10.1016/j.lwt.2018.07.018.
- Kadari, A. (2012).** Etude Exploratoire Des Acides Gras Polyinsaturés Des Aiguilles De Pin. Laboratoire de chimie organique, substances naturelles et analyses. Tlemcen 37 :p12-21
- Kadik, B. (1987).** Contribution à l'étude du pin d'Alep (*Pinus halepensis Mill.*) En Algérie : Ecologie, dendrométrie, morphologie. Ed. OPU. Alger., 581p.
- Kadri, N., Khettal, B., Aid, Y., Kherfella, S., Sobhi, W., Barraganmontero, V. (2015).** Some physicochemical characteristics of pinus (*Pinus halepensis Mill.* , *Pinus pinea L.*, *Pinus pinaster* and *Pinus canariensis*) seeds from North Algeria, their lipid profiles and volatile contents. *Food chemistry* 188:p 184-192.

- Kadri, N., KhettaL, B., Yahiaoui-zaidi, R., barragan-montero, V ., Montero , J-L. (2013).** Analysis of polar lipid fraction of *Pinus halepensis* Mill. seeds from North Algeria. *Industrial crops and products* 51:p 116-122.
- Kadri, N., KhettaL, B., Adjebli, A., Crestil, T., Yahiaoui-Zaidi, R., Barragan-Montero, V., Montero, j.l. (2014).** Antiangiogenic activity of neutral lipids, glycolipids, and phospholipids fractoin of pinu halpensis Mil. Seeds. *Industrial crops and products*. 54, p6- 12.
- Khan, N., Khymenets, O., Urpí-Sardà, M., Tulipani, S., Garcia-Aloy, M., Monagas, M., Mora-Cubillos, X., Llorach, R., Andres-Lacueva, C. (2014).** Cocoa polyphenols and inflammatory markers of cardiovascular disease. *Nutrients*, 6, p 844–880.
- Khan, N., Nicod, N.M. (2012)** .Biomarkers of cocoa consumption. In *Chocolate and Health*; Springer: Milano, Italy,; pp. 33–40.
- Khodorowsky, k., Robert, H. (2004).** *Le chocolat*. Editions le cavalier Bleu.125 pages.
- Knight, I. (1999).** *Chocolate and Cocoa Health and Nutrition*. Blackwell Science Ltd, Oxford
Davidson, A. *Chocolate botany and early history*. In: *The Oxford Companion to Food* (eds). Oxford University Press, Oxford, UK.
- Kothe, L., Zimmermann, B.F., Galensa, R. (2013).** Temperature influences epimerization and composition of flavanol monomers, dimers and trimers during cocoa bean roasting. *Food Chem*. 141, p3656–3663.
- Kouadio, A. K. A., Aw, S., Assidjo, N. E., Kouamé, L. P. (2015).** Etude de la qualité physicochimique et mycologique du cacao (*Theobroma cacao*) produit dans les zones de Yamoussoukro et Soubré (Côte d’Ivoire). *International Journal of Innovation and Scientifics Research*, 13(1), p330-340.
- Kouadio, K. A., Assidjo, N., Kouame, L. (2015).** Etude De La Qualité Physico-Chimique Et Mycologique Du Cacao (*Theobroma Cacao*) Produit Dans Les Zones De Yamoussoukro Et Soubre (Côte D’ivoire). *International Journal of Innovation and Scientific Research*.ISSN 2351-8014 Vol. 13 No. 1 Jan. 2015, pp. 330-340.
- Kruszewski, B., Obiedzi nski, M.W. (2018).** Multivariate analysis of essential elements in raw cocoa and processed chocolate mass materials from three different manufacturers. *LWT*, 98, p113–123.

- Kumar, P. (2014).** Process optimization for the preparation of chocolate spread incorporating whey protein concentrate, cocoa powder, olive oil and butter fat using response surface methodology. Dairy Technology, National Dairy Research Institute, Karnal, Haryana 132001, India. Journal of Food Processing and Preservation ISSN 1745-4549.
- Lahouati, R. (2000).** Expérience des Plantations en Climat Aride. Cas de la Ceinture Verte en Algérie. Direction Générale des forêts, Ministère de l'Agriculture, Alger.
- Lucienne, A. (2010).** Les plantes médicinales d'Algérie. 2ème Ed. Berti, Alger, p 200-201
- Maestre, F.T., Cortina, J. (2004).** Insights into ecosystem composition and function in a sequence of degraded semiarid steppes. Restoration Ecology 12: 494-502.
- Mameri, A. (2017).** Evaluation de l'activité antioxydante et anti-hémolytique de deux plantes médicinales locales *Pinus halepensis* Mill. et *Dittrichia viscosa*. MEMOIRE Présenté en vue de l'obtention du diplôme de master. Université akli mohand oulhadj bouira algérien 79.
- Manga, L. (2013).** Chaîne de valeur cacao : de l'agriculteur au consommateur. Centre National de Vulgarisation et de Promotion des Filières Agricoles et Agro forestières 17. p10-12.
- Mauri, A., Di Leo, M., de Rigo, D., Caudullo, G. (2016).** *Pinus halepensis* and *Pinus brutia* in Europe: distribution, habitat, usage and threats. In European Atlas of Forest Tree Species (p. e0166b8+). Publ. Off. EU Luxembourg. p122-123.
- Mazliak, P. (2000).** Physiologie végétale. Tome I. Edition Heremann. ISBN: 2705659439. p 521.
- Mezali, M. (2003).** Rapport sur le secteur forestier en Algérie. 3ème session du forum des Nations Unies sur les forêts, 9 p.
- Multon, J. L., Lapatre, F., Babusiaux, C. (2002).** Additifs et auxiliaires de fabrication dans les industries agro-alimentaire. 3e édition. Londres, Paris, New York : Tec et Doc- Lavoisier, DL 2002. P 746.
- Mursu, J., Voutilainen, S., Nurmi, T., Rissanen, T.H., Virtanen, J.K., Kaikkonen, J., et al., (2004).** Dark chocolate consumption increases HDL cholesterol concentration and chocolate fatty acids may inhibit lipid peroxidation in healthy humans. Free Radic Biol Med 37, 1351–1359.
- Nahal, I. (1962).** Le Pin d'Alep (*Fines halepensis* Mill.). Étude taxonomique, phytogéographique, écologique et sylvicole.

- Nebesny, E., et Żyżelewicz, D. (2006).** Properties of chocolates enriched with viable lactic acid bacteria. *Deutsche Lebensmittel-Rundschau*, 102(1), 27-32.
- Newman, D. J., Snader, K. M., Cragg, G. M. (2003).** Natural Products as Sources of New Drugs over the Period 1981-2002. *J. Nat. Prod.* 2003, 66, 1022-1037.
- Niemenak, N., Minyaka, E., Nankeu-Djioda, J., Boudjeko, T., Omokolo-Ndoumou, D. (2004).** Glutamate dehydrogenase and glutamine synthetase activities during somatic embryogenesis in *theobroma cacao L.* *Revue de l'academie des sciences du cameroun* vol 4.
- Oba, S., Nagata, C., Nakamura, K., Fujii, K., Kawachi, T., Takatsuka, N., et al., (2010).** Consumption of coffee, green tea, oolong tea, black tea, chocolate snacks and the caffeine content in relation to risk of diabetes in Japanese men and women. *Br J Nutr*; 103:453-9.
- Ouadfel, S., Dahoumane, S. (2018).** Evaluation des caractéristiques physico-chimique et nutritionnelles de quelques marques de chocolats, chocolats d'imitation et pâtes à tartiner commercialisées en Algérie. En vue de l'obtention d'un diplôme du Master académique en : Sciences Alimentaires. 121p. 15-46.
- Ozturk, G., Young, G.M. (2017).** Food evolution: the impact of society and science on the fermentation of cocoa beans. *Compr Rev Food Sci F16 (3):431–55.*
- Panglossi, H. V. (2006).** Antioxidants New Research. New York science publ. 2006. P 207.
- Parde, J. (1957).** La productivité des forêts de Pin d'Alep en France.
- Paternotte, S. (2001).** L'Histoire du chocolat à travers quelques livres anciens. Thèse dipl État Doct Pharm. Univ Henri Poincaré-Nancy 1, 15 juin 2001, 100 p 60.
- Penchev, P. I. (2010).** Étude des procédés d'extraction et de purification de produits bioactifs à partir de plantes par couplage de techniques séparatives à basses et hautes pressions. Thèse de Doctorat-Université de Toulouse.
- Pillard, F. (2014).** Effets du chocolat sur la physiologie et les pathologies cardiovasculaires. *Presse Med.* 2014.43: P 848–851.
- Pontillon, J. (1998).** Cacao et chocolat: production, utilisation, caractéristiques Paris: Lavoisier Tec et Doc, -656p.- (collection sciences et techniques agroalimentaires).

- Pontillon, J. (1997).** Cacao et chocolat. Production, Utilisation, Caractéristiques, Sciences & Techniques Agroalimentaires, Lavoisier, Englewood Cliffs, 638 p.
- Quezel, P. (1986).** Biogéographie et écologie des conifères sur le pourtour méditerranéen. Dans : Actualités d'Ecologie Forestière (Ed. : Pesson), Ed. Gauthier Villars, Paris, pp. 205-256.
- Quezel, P., et Barbero, M. (1992).** Le pin d'Alep et les espèces voisines : Répartition et caractères écologiques généraux, sa dynamique récente en France méditerranéenne. Forêt méditerranéenne. P13.
- Rahmani, H., Zemour, W. (2019).** Effets pharmacologiques des extraits bruts des graines de *Pinus halepensis* Mill. Mémoire oire, master, univ, bouira. P 85.
- Reid, IR., Bolland, MJ., Grey, A. (2010).** Does calcium supplementation increase cardiovascular risk? Clin Endocrinol (Oxf).
- Ribé, J.M., Guarro, M., Bernal, R. (2016).** Four in One. Chocolate Academy in Barcelona (Spain) livre 432 Pages.
- Robert, H. (1990).** Les vertus thérapeutiques du chocolat. Paris, Artulen. P 231.
- Rose, N., Koperski, S., Golomb, BA. (2010).** Mood food: Chocolate and depressive symptoms in a cross-sectional analysis. Arch Intern Med; 170:699-703.
- Rusconi, M., Conti, A. (2010).** Theobroma cacao L., the Food of the Gods: A scientific approach beyond myths and claims. Pharmacol. Res., 61, 5–13.
- Saadou, N. (2008).** Etude et caractérisation chimique des huiles essentielles du genre Pinus, dans le Parc National d'El Kala (P.N.E.K.). MEMOIRE Présenté en vue de l'obtention du diplôme de MAGISTER100 :67-85.
- Saadou, N., Seridi, R., Djahoudi, A., HadeF, Y. (2015).** Composition chimique et activité antibactérienne des Huiles Essentielles des aiguilles de *Pinus halepensis* Mill. du Nord est Algérien. Synthèse : Revue des Sciences et de la Technologie, 30(1). P 33-39.
- Said, A. Wan, M., W.A.F. (2019).** Chocolate spread emulsion: Effect of varying oil types on physico-chemical properties, sensory qualities and storage stability. Journal of Agrobiotechnology, 10(2), 32- 42
- Salmi, Y. S. (2004).** Low-fat chocolate spread based on palm oil. ISSN 1511-7871.

- Samsudin, S. Y. (2004).** Low-Fat Chocolate Spread Based on Palm Oil, *Palm Oil Developments*, 45: 27–30.
- Schumacher, A. B., Brandelli, A., Schumacher, E. W., Macedo, F. C., Pieta, L., Klug, T. V., et de Jong, E. V. (2009).** Development and evaluation of a laboratory scale conch for chocolate production. *International Journal of Food Science and Technology*, 44, 616–622.
- Schwan, R. F., et Wheals, A. E. (2004).** The microbiology of cocoa fermentation and its role in chocolate quality. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*.44. P 205–221.
- Seigue, A. (1985).** La forêt circumméditerranéenne et ses problèmes. Maisonneuve et Larose, Paris. P 502.
- Seladji, D., (2014).** Compositions chimiques, propriétés antimicrobiennes et antioxydantes des huiles essentielles des racines de trois *pinaceae* d'Algérie.
- Sher, A., Kapchie, V., Ray-Fu, J. (2016).** Ready to drink dairy chocolate beverages .US 2016/0000123 A1.
- Site web:**
- <http://chocolate-and-drugs.doomby.com/>
En quoi le chocolat s'apparente-t-il à une drogue à travers le système nerveux?
- <http://www.pate-tartiner.com/>
Pâte à tartiner. Le meilleur de la pâte à tartiner
- <https://www.futura-sciences.com/planete/dossiers/botanique-cacao-chocolat-epopee-gourmandise-1516/page/10/> **Barel, M., (2017)** .publier le 21/12/2017
- <http://www.fao.org/news/archive/newsbydate/2018/fr/>
Food and agriculture organization, 2018.
- Slimani, C., et derbal Laidli, A. (2018).** Evaluation de quelques activités biologiques des extraits polysaccharidiques des graines de *Pinus halepensis* Mill. Mémoire oire, master, univ,bouira. P 46.

- Smaïhi, A. H. (2009).** Influence du type de pineraies (pineraie, pineraie chenaie) sur la mobilisation de N,P et le comportement de la plantules de pin d'Alep dans des sols forestiers de la région de Batna. Thèse de Doctorat en Sciences Agronomiques, Université El Hadj Lakhdar, Batna.
- Smith, L., Grabovac, I., Jackson, S., et al., (2020).** Chocolate Consumption and Indicators of Adiposity in US Adults. Elsevier Inc. P 1083.
- Sofowara, A. (2010).** Plantes médicinales et médecine traditionnelle d'Afrique. Ed. Karthala. P 5.
- Tafari, A., Ferracane, R., Ritieni, A. (2004).** Ochratoxin A in Italian marketed cocoa products. Food Chem. 88:487-494.
- Taubert, D., Roesen, R., Lehmann, C., et al., (2007).** Effects of low habitual cocoa intake on blood pressure and bioactive nitric oxide: a randomized controlled trial. JAMA 298: 49–60.
- Tsang, C., Hodgson, L., Bussu, A., Farhat, G., Al-Dujaili, E., et al., (2019).** Effect of Polyphenol-Rich Dark Chocolate on Salivary Cortisol and Mood in Adults. Antioxidants. P 8-149.
- Urbańska, B., Kowalska, J. (2019).** Comparison of the Total Polyphenol Content and Antioxidant Activity of Chocolate Obtained from Roasted and Unroasted Cocoa Beans from Different Regions of the World. Faculty of Food Sciences, Department of Biotechnology, Microbiology and Food Evaluation, Warsaw, Poland. Antioxidants 2019, 8, 283.
- Verna, R. (2013).** The history and science of chocolate. Malaysian J Pathol; 35(2): P 111 – 121.
- Vertuani, S., Scalambra, E., Vittorio, T., Bino, A., Malisardi, G., Baldisserotto, A., Manfredini, S. (2014).** Evaluation of antiradical activity of different cocoa and chocolate products: relation with lipid and protein composition. Journal of Medicinal Food, 17(4), 512-516.
- Walzem, R. L. (2004).** Functional Foods. Woodhead publishing limited, England.
- Wollgast, J., et Anklam, E. (2000).** Review on polyphenols in Theobroma cacao: Changes in composition during the manufacture of chocolate and methodology for identification and quantification. Food Research International 33(6):423-447.
- Yaniv, Z., Dudai, N. (2014).** Medicinal and Aromatic Plants of the Middle-East. Springer, Dordrecht ,September 2014.

Zenzen, W. (2016). Utilisation du S.I.G pour l'analyse de la structure de la forêt d'Ouennougha dans la Wilaya de Bordj Bou Arréridj. Mémoire oire, master en foresterie, univ,Tlemcen. P 60.

Zomer, E., Owen, A., Magliano, DJ., *et al.*, (2012). The effectiveness and cost effectiveness of dark chocolate consumption as prevention therapy in people at high risk of cardiovascular disease: Best case scenario analysis using a Markov model. *BMJ*;344:e3657.

Żyzelewicz, D., Budryn, G., Oracz, J., Antolak, H., Kręgiel, D., Kaczmarska, M. (2018). The effect on bioactive components and characteristics of chocolate by functionalization with raw cocoa beans. *Frin*,

Zyzelewicz, D., Krysiak, W., Oracz, J., Sosnowska, D., Budryn, G., Nebesny, E. (2016). The influence of the roasting process conditions on the polyphenol content in cocoa beans, nibs and chocolates. *Food Res. Int.*, 89. P 918–929.