

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université A. MIRA – Béjaia

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département Des Sciences Alimentaires
Spécialité : Qualité des Produits Sécurité Alimentaire



Réf :

Mémoire de Fin de Cycle
En vue de l'obtention du diplôme
MASTER
Thème

**ELABORATION ET CARACTERISATION D'UN NECTAR
FONCTIONNEL: DATTE- CACAO**

Présenté par : **GADOUCHE Nesrine**

Soutenu le : **06/09/2023**

Devant le jury composé de :

M ^{me} HAMRI Sabrina	Professeur	Présidente
M ^{me} BRAHMI Fatiha	MCA	Promotrice
M ^{me} GUEMGHAR Hayette	Professeur	Examinatrice

Année universitaire : 2022/2023

Remerciements

Je tiens à remercier le Dieu le tout puissant de m'avoir donné la volonté et le courage pour réaliser ce modeste travail.

Mes remerciements vont, à ma promotrice M^{me} Brahmi F et à ma co-promotrice M^{me} Ouali N, d'avoir accepté de m'encadrer, pour leurs suivi, leurs encouragements, leurs conseils précieux et leurs orientations.

Je tiens à remercier M^{me} Hamri S. d'avoir accepté de présider le jury et M^{me} Guemghar H. d'avoir accepté d'examiner et d'apporter ses appréciations sur mon travail.

Mes remerciements les plus chaleureux sont destinés à M^r Gadouche Nourdine qui m'a permis d'effectuer mon stage au sein de l'unité SARL AGHEM, ainsi qu'à tout le personnel de laboratoire recherche et développement pour leur entière disponibilité et coopération.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à :

Mes chers parents pour leurs soutiens et leurs encouragements

A mon frère et mes sœurs

A tous ce qui ont contribué à la réalisation de ce modeste travail

Table des matières

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction1

Chapitre I : synthèse bibliographique

I.1 Généralités sur les nectars de fruits..... 3

I.1.1. Définition 3

I.1.2. Composants du nectar 3

I.1.3. Processus de fabrication des nectars 3

I.2. Généralités sur le palmier dattier et la datte 5

I.2.1. Composition biochimique de la datte 6

I.2.2. Transformations des dattes 6

I.2.3. Définition du sirop de datte 8

I.2.4. Utilisation du sirop de datte 9

I.3. Généralités sur le cacaoyer 9

I.3.1. Technologie du cacao 10

I.3.2. Composition chimique de la poudre de cacao 12

I.3.3. Utilisation du cacao 12

Chapitre II : matériel et méthodes

II.1. Échantillonnage 13

II.2. Analyses physicochimiques du sirop de datte 14

II.2.1. Brix 14

II.2.2. Teneur en acide 14

II.2.3. pH..... 15

II.2.4. Viscosité 15

II.2.5. Densité 16

II. 3. Analyses physicochimiques de la poudre de cacao 16

II.4. Elaboration du nectar 17

II.4.1. Protocole d'élaboration	17
II.4.2. Propriétés physico chimiques du nectar	18
II.5. Teneurs en composés phénoliques et propriétés anti-oxydante du nectar datte cacao	18
II.5.1. Dosage des composés phénoliques totaux	18
II.5.2. Dosage des flavonoïdes totaux	19
II.5.3. Activité anti-radicalaire au DPPH	19

Chapitre III : Résultats et discussion

III.1. Analyse matières premières	21
III.1.1. Paramètres physico-chimiques du sirop de dattes	21
III.1.2. Paramètres physico-chimiques poudre de cacao	22
III.1.3. Teneurs en antioxydants	23
III.1.3.1. Teneur en composés phénoliques	24
III.1.3.2. Teneur en flavonoïdes	24
III.1.4. Activité anti-radicalaire au DPPH	24
III.2. Analyse du produit fini.....	25
III.2.1. Paramètres physico-chimiques du nectar	25
III.2.2. Teneurs en antioxydants	26
III.2.3.1. Teneur en composés phénoliques	27
III.2.3.2. Teneur en flavonoïdes	27
III.2.3. Activité anti-radicalaire au DPPH	27
Conclusion	28

Références bibliographiques

Annexes

Résumé

Liste des abréviations

Abréviations	Significations
BPF	Bonne pratique de fabrication
Cal	Calories
Cp	Centipoise
DPPH	Radical 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl.
EAG	Equivalent acide gallique
EC	Equivalent catéchine
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations.
JORA	Journal officiel de la république algérienne.
NaOH	Hydroxyde de sodium
pH	Potentiel hydrogène

Liste des figures

N° de figures	Titres	Pages
1	Processus de fabrication du nectar	4
2	Morphologie et anatomie du fruit du palmier dattier	5
3	Schéma des différentes transformations des dattes	8
4	Processus de transformation du cacao	11
5	Diagramme de fabrication du sirop de datte.	13
6	Diagramme de préparation du nectar datte cacao	17
7	Teneurs anti-oxydantes du sirop de datte et de la poudre de cacao	23
8	Résultats des activités anti-radicalaires du sirop de datte et de la poudre de cacao	25
9	Teneurs anti-oxydante des nectars	26
10	Résultats des activités anti-radicalaires des nectars	27

Liste des tableaux

N° du tableau	Titres	Pages
I	Composants du nectar	3
II	Classification des dattes	6
III	Caractéristiques morphologiques et aire de répartition des variétés de cacaoyer	10
IV	Constituants du cacao en poudre pour 100 g	12
V	Composition des nectars formulés pour 100 mL	17
VI	Protocole expérimental du dosage des polyphénols totaux	18
VII	Protocole expérimental du dosage des flavonoïdes	19
VIII	Protocole expérimentale du suivi de l'activité anti radicalaire sur DPPH	20
IX	Caractéristiques physico-chimiques du sirop de datte	21
X	Propriétés physico-chimiques de la poudre de cacao	22
X	Propriétés physico-chimiques des nectars	26

Introduction

Face à la nouvelle demande d'aliments à forte valeur ajoutée et aux préférences des consommateurs, qui ne cessent d'augmenter, les producteurs proposent des gammes de produits et de composants fonctionnels à fort pouvoir nutritionnel riche en métabolites secondaires ayant des effets bénéfiques sur un ou plusieurs cibles de l'organisme, qui soutiennent et renforcent l'immunité (**Derbel et Ghedira, 2005**).

En Algérie, le marché des jus, nectars et boissons à base de fruits est en pleine évolution suite à l'augmentation du nombre d'acteurs privés, dû notamment à la diversification des produits mis sur le marché. D'ailleurs, un marché s'élargit autour des produits à fortes valeurs nutritionnelles favorisant l'utilisation des fruits locaux à cause de la hausse des prix des matières premières, purées et concentré de fruits, sur le marché mondiale (**Recham, 2015**).

Parmi ces fruits à forte valeurs nutritionnelle nous citons les dattes et le cacao qui seront les principaux éléments utilisés dans ce travail.

Le palmier dattier (*Phœnix dactylifera* L.) est l'une des plantes les plus anciennes de l'humanité. Il a été utilisé comme nourriture pendant 6000 ans, il pourrait être utilisé pour sa valeur nutritionnelle, sanitaire et économique remarquable (**Boulouisa et Bouchiha, 2018**). La palmeraie algérienne héberge un matériel génétique très riche et diversifié, plus de 13 millions de palmiers et 940 cultivars sont recensés (**Khemassi et al., 2015**), plaçant ainsi l'Algérie au quatrième rang mondial avec 47000 t/an et au premier rang dans le Maghreb pour ses grandes étendues de culture (**FAO, 2017 ; Rekis, 2021**).

Les dattes peuvent être considérées comme "aliment diététique" grâce à leurs richesses en glucides (fructose, glucose et saccharose), elles renferment en outre des vitamines (C, E, B2, B3, B6 et K), des minéraux (cuivre, zinc, calcium, fer et magnésium), des acides aminés (alanine et arginine) et aussi des antioxydants (caroténoïdes et composés phénoliques) (**Ghougal et Hadji, 2021**).

Le cacao présente une richesse en composés antioxydants «composés phénoliques» considérés comme éléments non nutritifs dont l'effet bénéfique potentiel sur la santé humaine est reconnu (effets anti-inflammatoires, antioxydants, antiallergiques, hépato protecteurs, anti-thrombotiques, neuro-protecteurs, anti cancérigènes...).

Le but économique est de trouver des débouchés quant à une surproduction des dattes issues des palmiers dattiers sous forme d'aliments fonctionnels naturels tout en bénéficiant de leurs forts pouvoirs nutritifs. L'objectif de notre travail est de produire un aliment fonctionnel naturel permettant d'offrir des bienfaits pour la santé du consommateur et de réduire le risque de certaines maladies, constitué principalement de sirop de datte enrichi en poudre de cacao et

permet de lutter contre le vieillissement des cellules et contre certaines maladies et de tester l'activité anti-oxydante du produit formulé.

Notre travail de fin d'étude s'inscrit dans l'optique générale de cette problématique afin de faire un essai de formulation d'un nectar à base de deux fruits à savoir la datte et le cacao. Notre travail sera présenté comme suit :

- ▶ Une première partie est une synthèse bibliographique qui comprend les généralités sur les nectars de fruits, les dattes et le cacao.
- ▶ La seconde partie présente la pratique qui décrit les démarches expérimentales adoptées pour répondre aux objectifs dont l'élaboration du sirop de dattes, formulation du nectar datte cacao, la caractérisation physicochimique du nectar formulé, l'évaluation de l'activité anti-oxydante de son extrait par le test DPPH, l'interprétation et discussion des résultats obtenus.

Enfin, une conclusion générale confirmant l'importance de consommation du nectar datte cacao comme aliment nutraceutique.

**SYNTHESE
BIBLIOGRAPHIQUE**

I. 1 Généralités sur les nectars de fruits

I.1.1. Définition

Selon le **JORA °40 du 15 juin 2022**, le nectar de fruits est un produit non fermenté mais fermentescible, obtenu en ajoutant de l'eau, avec ou sans addition de sucre et/ou de miel, à du jus de fruits, du jus de fruits à base de concentré, du jus de fruits obtenu par extraction hydrique, du jus de fruits déshydraté, du concentré de jus de fruits, de la purée de fruits ou concentrée de purée de fruits. La teneur minimale en jus et/ou pulpe des nectars de fruits (% , v/v) à 20 °C est de 25% dans le cas de jus de datte.

Les nectars de fruit peuvent contenir des substances aromatiques, des composés volatiles et de la pulpe, à condition qu'ils proviennent des mêmes espèces de fruit et soient obtenus par des moyens physiques adaptés. Ces produits peuvent provenir d'un seul fruit ou d'un mélange de fruits (**Codex 2005**).

I.1.2. Composants du nectar

La liste de certains additifs autorisés dans la production du nectar ; d'après le codex (2005), sont cités dans le tableau suivant :

Tableau I : Les composants du nectar (Codex 2005).

Additifs	N° de sin	Année adoptées	Limites maximal
Acide ascorbique	300	2005	BPF
Acide citrique	330	2005	5000 mg/kg
Benzoates	211	2004	1000 mg/kg
Pectines	440	2005	BPF
Sorbates	202	2005	1000 mg/kg

I.1.3. Processus de fabrication des nectars

Le processus de production du nectar est illustré dans l'organigramme si dessous :

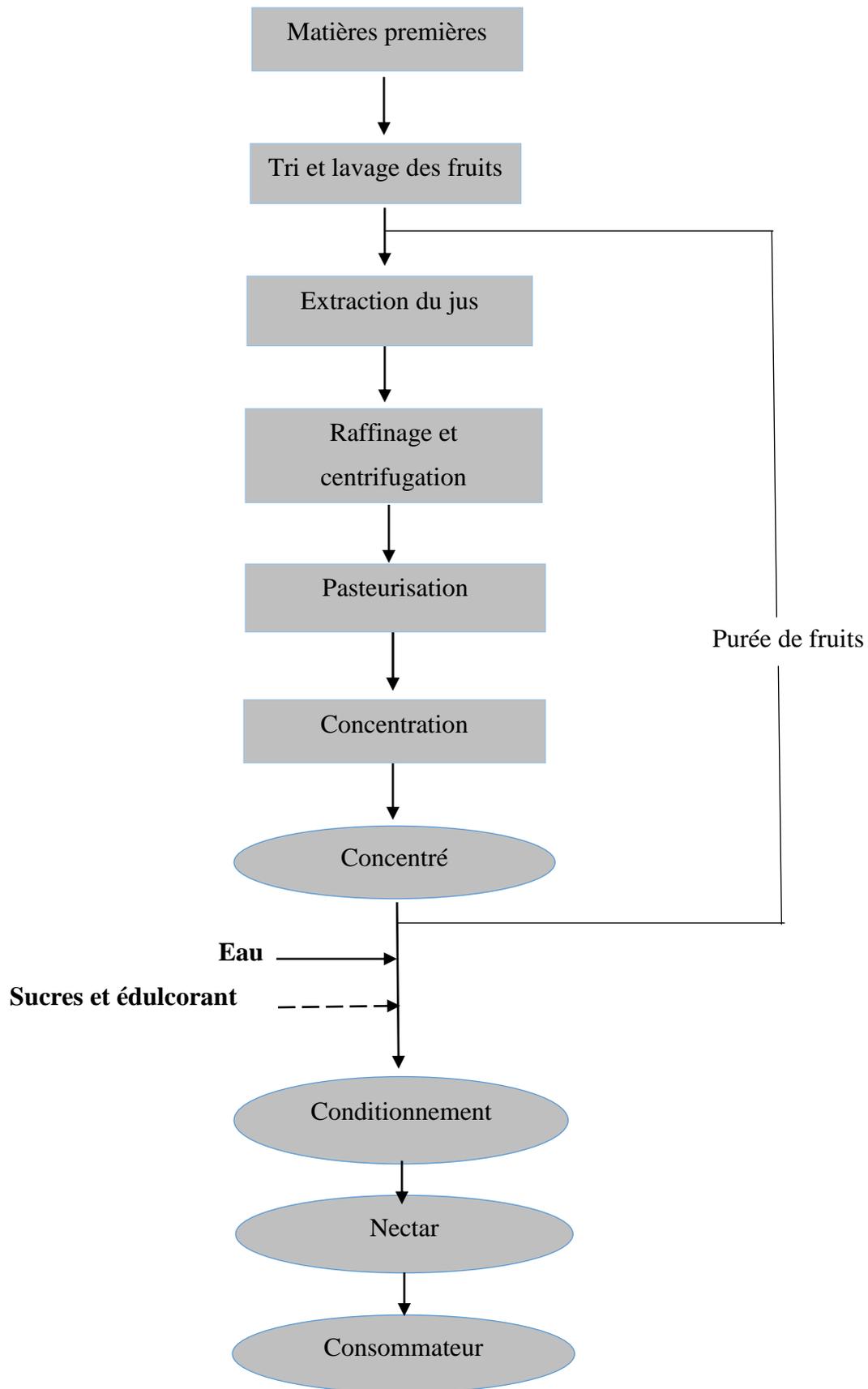


Figure 1 : Processus de fabrication du nectar (Braesco et al.,2013)

I.2. Généralités sur le palmier dattier et la datte

Le palmier dattier est une espèce exploitée et cultivée depuis plusieurs millénaires au Moyen-Orient et en Afrique. Il est cultivé principalement dans des zones arides ou semi-arides car la maturation des dattes nécessite un été long et chaud avec une très faible humidité (Houssni et al., 2022).

Le palmier dattier joue un rôle primordial sur le plan économique grâce à la production de la datte et des sous-produits (pâtes, farine, sirop, vinaigre, levure, alcool, confiserie,...) (Oucif-Khaled, 2017).

Le palmier dattier appartient à la famille Arecaceae, au genre Phoenix et l'espèce est *Phoenix dactylifera* L. (Deshpande et al., 2017)

La datte du palmier dattier est une baie de forme généralement allongée dans la plupart du temps, mais le fruit peut avoir différentes formes et couleurs, selon les espèces (Bensalah et Karami, 2021).

La partie comestible de la datte dite chair est constituée d'un péricarpe ou enveloppe cellulosique fine dénommée peau, d'un mésocarpe généralement charnu (Figure 2), de consistance variable selon sa teneur en sucre et de couleur soutenue et d'un endocarpe de teinte plus claire et de texture fibreuse, parfois réduit à une membrane parcheminée entourant le noyau (Noui, 2016).

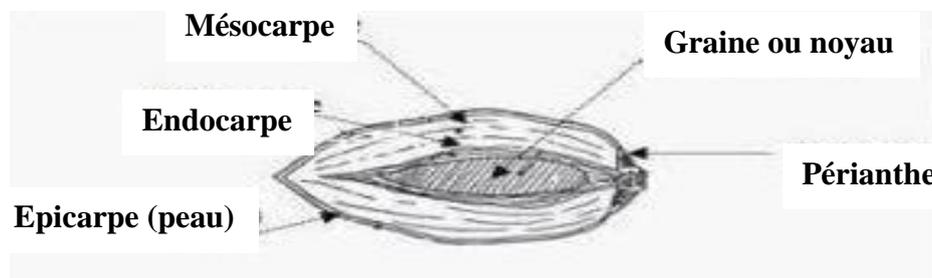


Figure 2 : Morphologie et anatomie du fruit du palmier dattier (Munier, 1973).

D'après la consistance, la datte est classée en 3 groupes : datte molle ; datte demi-molle et datte sèche (Tableau II).

Tableau II : Classification des dattes (Mimouni, 2015).

Consistance	Caractéristiques	Variétés et pays
Molle	- Humidité $\geq 30\%$ - Riches en sucres invertis (glucose et fructose)	Ghars (Algérie), Ahmer(Mauritanie), Kashram et Miskhrani (Egypte et Arabie Saoudite).
Demi-molle	-20 % < Humidité <30% - 50% saccharose et 50% glucose + fructose	DegletNour (Algérie),Mahjoul (Mauritanie), Sifriet Zahidi (Arabie Saoudite).
Sèche	-Humidité < 20% - Riches en saccharose	Degla Beida et MechDegla(Tunisie et Algérie) et Amsrie (Mauritanie).

I.2.1. Composition biochimique de la datte

Les dattes sont connues pour être une source riche en macro et micronutriments. Ce sont des fruits nutritifs par leurs grandes quantités en sucre, principalement du fructose et du glucose, des fibres alimentaires et des vitamines hydrosolubles du groupe B et C (Bouhlali et al., 2020).

Elles contiennent divers minéraux tels que le calcium (Ca), le phosphore (P), le strontium (Sr), l'aluminium (Al), le fer (Fe), potassium (K), cuivre (Cu), magnésium (Mg), manganèse (Mn), et zinc (Zn). Les acides aminés (glutamine et acide aspartique) sont présents dans divers cultivars de dattes. De plus, de grandes quantités d'acides aminés essentiels sont présentes (Shehzad et al., 2021). Les dattes sont également une bonne source d'antioxydants, tels que les caroténoïdes et les polyphénols (Bouhlali et al., 2020).

I.2.2. Transformations des dattes

La valorisation des dattes communes apparaît comme une solution privilégiée, puisque cette matière première est disponible en grande quantité avec un prix relativement bas. 30 à 50 % de la production nationale est constituée par les dattes communes susceptibles d'être récupérées et transformées (Mimouni, 2015 ; Boulouisa et Bouchiha, 2018). Selon Harrak et Boudjenah (2012), deux types de transformations de dattes sont distingués (Figure 2):

-Transformations technologiques (techniques basées sur des procédés industriels de transformation de la datte).

-Transformations biotechnologiques (techniques visant à réaliser des applications industrielles de la bioconversion et de la transformation des substances organiques de la datte).

➤ **Transformation technologique**

➤ **Pate de datte** : les dattes molles ou ramollies par humidification, sont généralement destinées à la production de la pâte de datte obtenue par tassement. Lorsque le produit est trop humide, il est possible de lui ajouter la pulpe de noix de coco ou la farine d'amande douce pour obtenir une pâte utilisée en biscuiterie et en pâtisserie (**Mimouni, 2015 ; Boulouisa et Bouchiha, 2018**).

➤ **Farine de datte** : le séchage de dattes a pour objectif principal de diminuer l'activité de l'eau et d'augmenter la concentration en sucres afin d'augmenter la durée de conservation. La farine de datte est préparée à partir de dattes sèches. Cette farine est très riche en sucres et elle est utilisée en biscuiterie ; pâtisserie, aliments pour les enfants (**Benahmed, 2012 ; Dadi et Korichi, 2016**).

➤ **Sirop de datte** : les dattes de qualité secondaire, trop molles ou écrasées, peuvent être utilisées pour la fabrication de sirops. Elles sont découpées puis chauffées dans l'eau pour obtenir un sirop riche qui peut être filtré et concentré sous vide jusqu'à l'obtention d'un produit concentré à 65-70% de matière sèche (**Benahmed, 2012**).

➤ **Confiture de datte** : les dattes sont dénoyautées et lavées, ensuite elles sont mélangées avec le saccharose (**Noui, 2016**).

➤ **Transformation biotechnologique**

➤ **Alimentation du bétail** : Les rebuts et les noyaux de dattes constituent de sous-produits intéressants pour l'alimentation du bétail (**Boulouisa et Bouchiha, 2018**).

➤ **Alcool** : La fermentation alcoolique consiste à transformer les sucres fermentescibles en anaérobiose par des levures en alcool. Les déchets de datte cristallisent jusqu'à 65% de sucres fermentescibles et représentent par conséquent un substrat de choix pour la production de nombreuses substances à forte valeur ajoutée telle que l'alcool éthylique : substance énergétique stratégique constituant la base de nombreuses industries (**Amrani et Messaoudi, 2019**).

➤ **Vinaigre** : est produit à partir d'un jus de dattes par une double fermentation alcoolique puis acétique. La première sous l'action de *Saccharomyces uvarum* ou *Saccharomyces cerevisiae* suivie d'une acétification par des bactéries (**Amrani et Messaoudi, 2019**).

➤ **Biomasse et protéine unicellulaire** : La production de protéines reste essentielle afin de subvenir aux besoins mondiaux. A cet égard, des essais de production de protéines d'organismes unicellulaires par culture de la levure *Saccharomyces cerevisiae* sur un

milieu à base de dattes ont été réalisés. Des analyses des biomasses produites montrent leur richesse en protéines à raison de 32 à 40 % de poids sec (**Harrak et Boudjenah, 2012**).

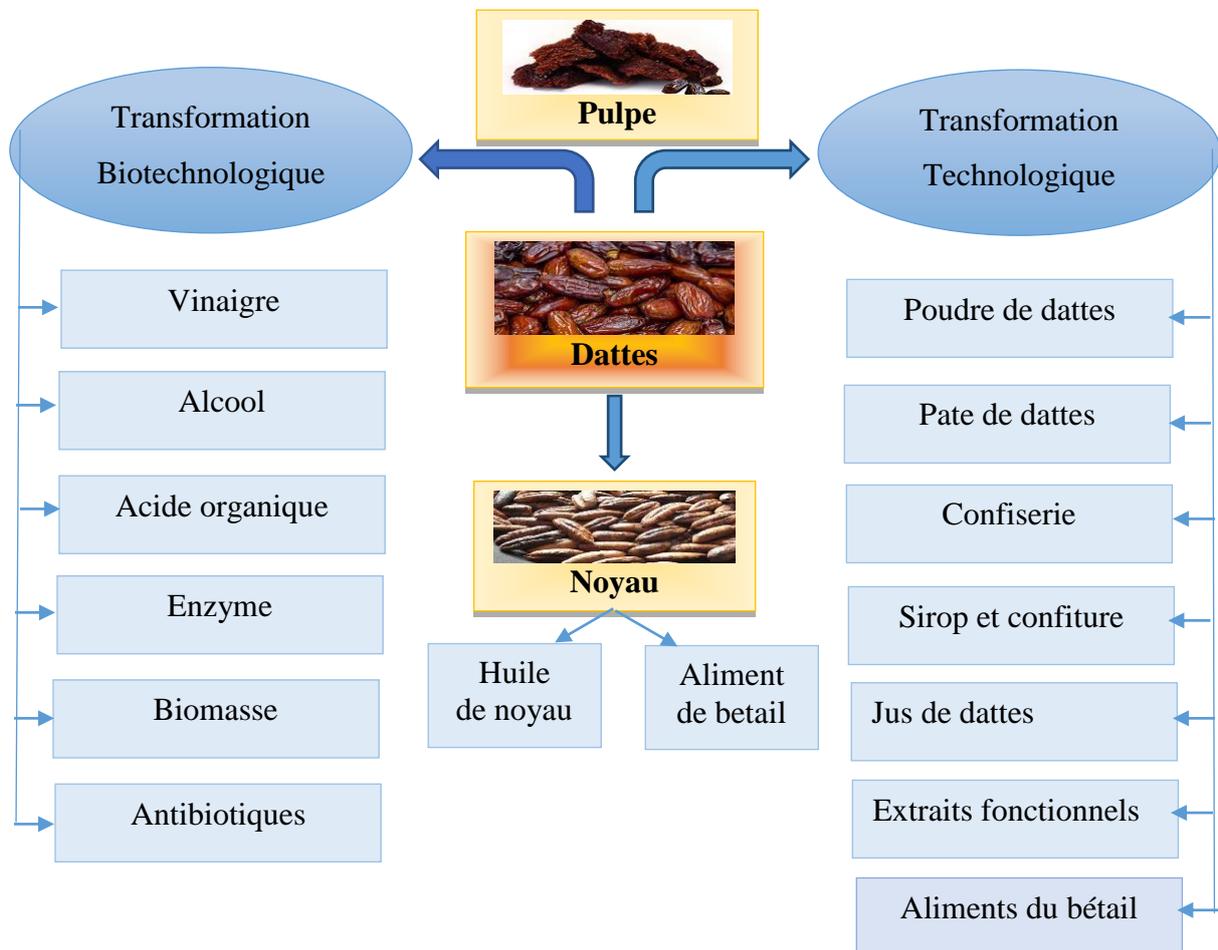


Figure 3 : Schéma des différentes transformations des dattes (**Noui,2016 ; Amrani et Messaoudi, 2019**).

I.2.3. Définition du sirop de datte

Le sirop de dattes ou mélasse de dattes est un pur concentré de dattes obtenu après l'extraction du jus de dattes. Il a l'aspect d'un miel doux et foncé, ayant le goût savoureux de la datte et préservant tous les bienfaits du fruit d'origine (**Anonyme 1**).

Il contient divers composants tels que des glucides, des protéines, des lipides, de la pectine et des sels minéraux (**Gabsi et al ., 2013**).

I.2.4. Utilisation du sirop de datte

Le sirop de dattes peut être consommé directement ou utilisé dans différentes préparations soit comme additif soit comme substituant du saccharose dans la pâtisserie, la biscuiterie et pour confectionner des boissons énergétiques comme la boisson gazeuse édulcorée avec un mélange de sirop de dattes (**Chouana et al., 2019**). Le sirop de dattes est très recommandé aux nourrissons, aux femmes enceintes, aux femmes allaitantes, aux sportifs et aux convalescents. Ce produit pourrait être préconisé, dans certaines conditions et sous contrôle médical, dans les régimes des diabétiques (**Mimouni et al., 2022**).

I.3. Généralités sur le cacaoyer

Le cacaoyer est originaire de la forêt amazonienne, de la Colombie au Pérou, où l'on trouve les niveaux les plus élevés de diversité génétique (**Ceccarelli et al., 2021**). Charles de L'Ecluse a été le premier à citer le cacao dans la littérature botanique sous le nom de *Cacao fructus*.

Plus tard (1737), Linné l'a décrit comme *Theobroma fructus*. Cependant, en 1753, il a proposé le nom spécifique de *Theobroma cacao* qui reste à ce jour (**De Souza et al., 2018**).

Le fruit de *Theobroma cacao* présente un péricarpe charnu composé de trois parties distinctes : l'épicarpe, charnu et épais, dont l'extrait épidermique externe peut être pigmenté. Le mésocarpe, qui est mince et dur, mais peu lignifié, et l'endocarpe, qui est charnu et peu épais. En général, le fruit est vert lorsqu'il est immature et jaune lorsqu'il est mûr. D'autres sont pourpres (rouge-vin) pendant la phase de développement et orange pendant la période de maturation (**De Souza et al., 2018**).

Les graines sont de forme variée de l'ellipsoïde à l'ovoïde et leur longueur est de 23 cm. Elle est recouverte d'une pulpe mucilagineuse blanche au goût acido-sucré. L'embryon comporte deux cotylédons dont la couleur varie du blanc au violet. Les graines du cacaoyer sont très sensibles aux changements de température et meurent en peu de temps lorsqu'elles sont déshydratées (**De Souza et al., 2018**).

Les différents groupes du cacaoyer sont représentés dans le tableau III.

Tableau III : Caractéristiques morphologiques et aire de répartition des variétés de cacaoyer (Mossu, 1990 ; Yao *et al.*, 2015 ; Priyadarshan et Jain, 2021).

Groupes	Caractéristiques morphologiques	Aire de répartition	Observation
<p>Criollo</p> 	<p>-Gros fruits allongés, sillons profonds, verts ou rouges avant maturité</p> <p>-Grosses fèves arrondies - Cotylédons blancs ou roses</p>	<p>-Mexique</p> <p>-Colombie</p> <p>-Vénézuéla</p> <p>-Nicaragua</p>	<p>-Fournit en effet un cacao à casse claire très recherché pour son arôme prononcé et sa faible amertume</p>
<p>Forastero</p> 	<p>-Cabosses de couleur vertes avant maturité et de forme très variable</p> <p>-Fèves généralement plus petites, plus plates et des cotylédons violets</p>	<p>-Pérou</p> <p>-Equateur</p> <p>-Colombie</p> <p>-Brésil</p> <p>-Guyane</p> <p>-Afrique de l'Ouest</p>	<p>-Donne un cacao de saveur relativement amère et de goût souvent acide</p>
<p>Trinitario</p> 	<p>-Traits morphologiques intermédiaires entre Forastero et Criollo</p>	<p>-Trinidad</p> <p>-Venezuela</p>	<p>- produit un cacao de qualité également intermédiaire</p>

I.3.2. Technologie du cacao

Les différentes étapes de la production de la poudre de cacao sont illustrées dans l'organigramme ci dessous:

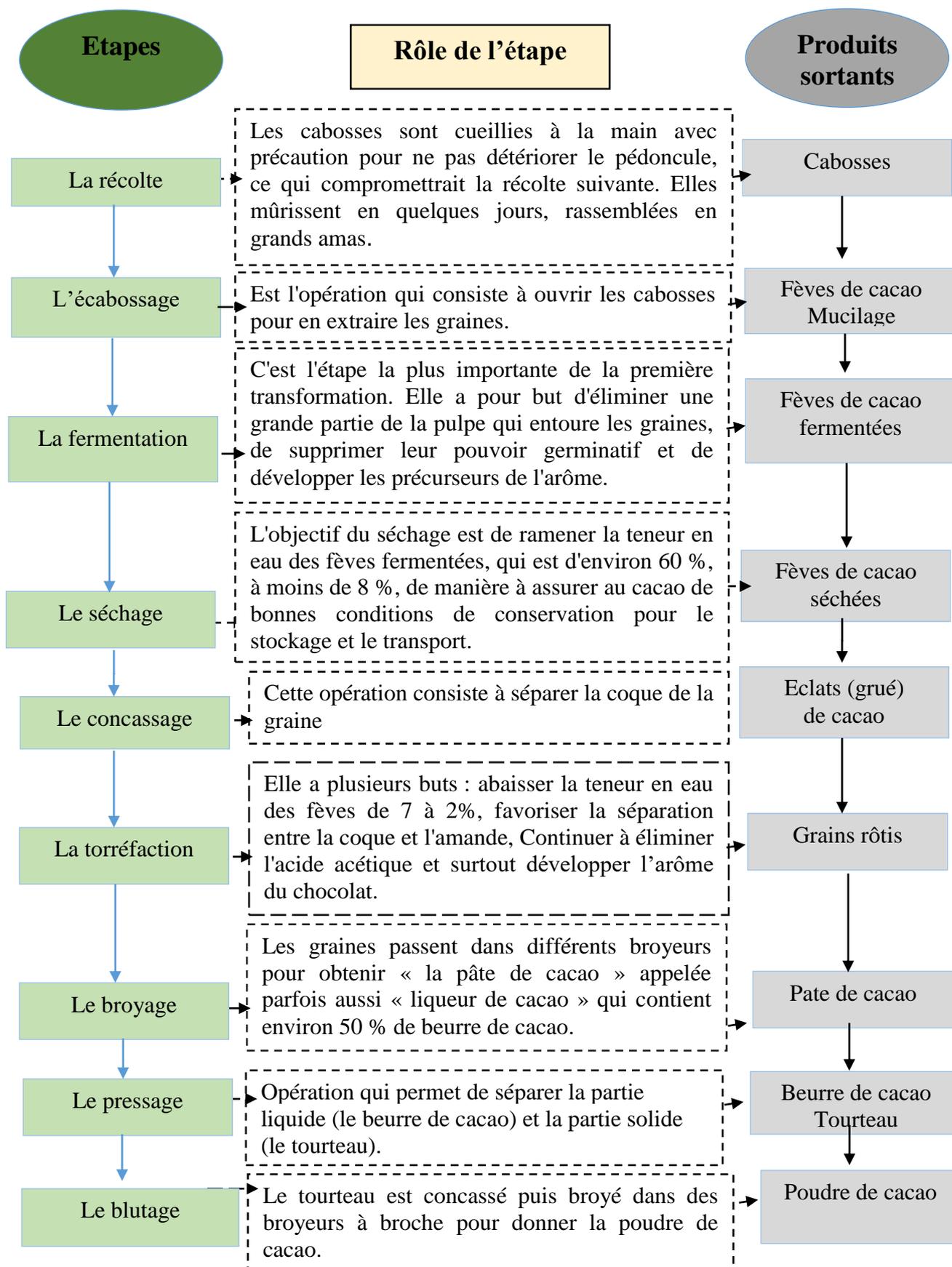


Figure 4 : Processus de transformation du cacao (Boumediene et al., 2020 ; Elhanafi et Boumzibra, 2019; N’Goran et N’Guessan, 2015).

I.3.3 Composition chimique de la poudre de cacao

La poudre de cacao est une source riche en fibres, en protéines, en glucides, en lipides et en sels minéraux (Martin et al., 2016).

La composition chimique de la poudre de cacao est représentée dans le tableau IV :

Tableau IV : Constituants du cacao en poudre pour 100 g (Cobigo et al., 2018).

Composants	Quantité	Composants	Quantité
Eau	03 g	Calcium	100-120 mg
Protides	18-22 g	Magnésium	400-500 mg
Lipides	25-30 g	Potassium	1500 mg
Glucides	40 g	Phosphore	650 mg
Théobromine	2300 mg	Zinc	3,5 mg
Caféine	68 mg	Fer	10-12 mg
Vitamine B1	0,13 mg	Vitamine B6	0,14 mg
Vitamine B2	0,4 mg	Vitamine B9	0,038 mg
Vitamine B3	2,7 mg	Calories	500 cal

I.3.4. Utilisation du cacao

L'industrie se réfère communément au cacao, qui figure parmi les dix premiers produits agricoles de base dans le monde. Les cotylédons fermentés et séchés des graines (fèves) sont les principaux produits économiques bruts. Les fèves sont utilisées pour la production de chocolat et d'autres produits de confiserie. Le beurre de cacao issu des fèves est également utilisé dans l'industrie pharmaceutique et cosmétique. Divers sous-produits peuvent être fabriqués à partir des parois du fruit (cabosse) ou de la pulpe mucilagineuse des graines (Gaupaulchan et al., 2018).

MATERIEL ET METHODES

L'élaboration du nectar est effectuée au niveau du laboratoire recherche et développement de la SARL AGHEM (présentation en annexe N °1). Les ingrédients incorporés sont: le sirop de datte, poudre de cacao, le sucre et certains additifs appropriés.

II.1. Échantillonnage

L'échantillon de sirop de datte est prélevé au niveau de l'unité de production SARL AGHEM située à Bejaia, commune de Toudja, en mai 2023 (Lot N°:75, Date de production : 10 mai 2023).

Le procès de production du sirop de datte est illustré dans l'organigramme ci-dessous :

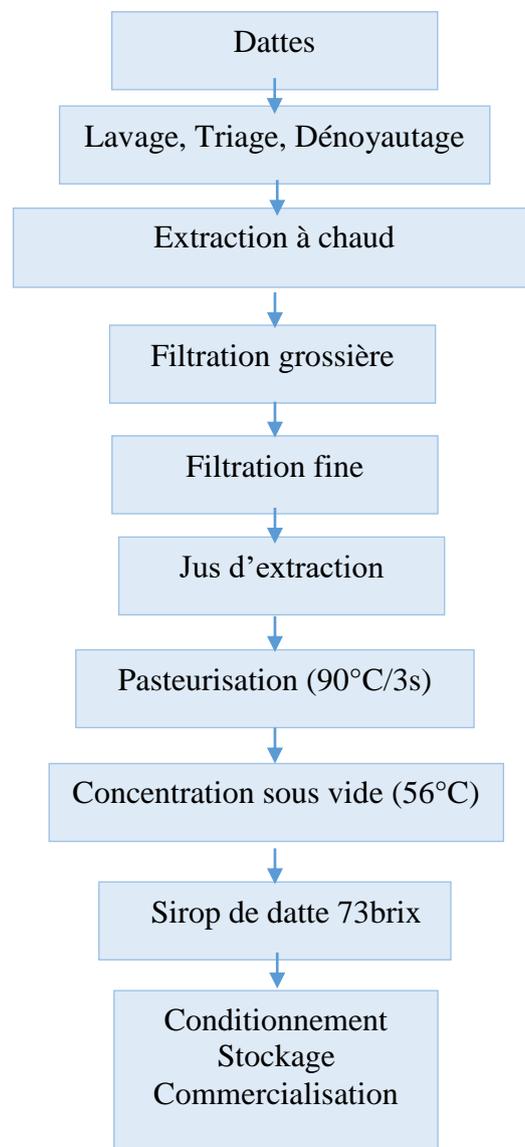


Figure 5: Diagramme de fabrication du sirop de datte.

L'échantillon de la poudre de cacao naturelle, issue des graines de *Theobroma cacao* L., a été importé d'Italie en mai 2023.

II.2. Analyses physicochimiques du sirop de datte

II.2.1. Brix

➤ Principe

Le Brix est défini comme étant la concentration en saccharose d'une solution aqueuse ayant le même indice de réfraction que le produit analysé. Cette concentration mesurée à 20°C par l'indice de réfraction est ensuite exprimée par le pourcentage en masse, est mesurée selon une méthode normalisée au moyen d'un réfractomètre (**Boumendjel et al., 2013**).

➤ Procédure

Une goutte du sirop de datte a été mise sur le prisme du réfractomètre (Bonilait) préalablement nettoyée avec l'eau distillée et séchée, la valeur affichée sur le réfractomètre est lue (**Doukani et Tabak, 2014**).

II.2.2. Teneur en acide

➤ Principe

L'acidité titrable correspond à la somme des acides libres dans le jus de fruits. La liste de ces acides et des coefficients multiplicateurs correspondants est donnée ci-après. Coefficient pour :

- l'acide citrique : 0,0064 (agrumes)
- l'acide malique : 0,0067 (pommes)
- l'acide tartrique : 0,0075 (raisins)

Elle est déterminée suivant la méthode décrite par AFNOR (1974), la titration de l'acidité est réalisée avec une solution d'hydroxyde de sodium (NaOH 0,1 N) en présence de phénolphtaléine comme indicateur coloré (**Belguedj, 2014**).

➤ Procédure

Dans un bêcher muni d'un agitateur, introduire 1 gramme de sirop de datte est introduit et ajuster le volume jusqu' à 10 mL avec de l'eau distillée. Le pH peut être suivi par un indicateur coloré ; l'ajout de quelques gouttes de phénolphtaléine, ou en utilisant un pH-mètre. La solution de NaOH (0,1 N) est titrée jusqu'à apparition d'une couleur violacée ou

jusqu'à ce que le pH soit de 8,1. Lorsque le pH-mètre indique cette valeur, le volume de NaOH (0,1 N) versé est noté (**Ringblom, 2004**).

➤ **Calcul de l'acidité**

L'acidité de l'échantillon est calculée d'après la relation suivante :

$$\text{Pourcentage d'acide citrique} = \text{Titre} \times 0,064$$

II.2.3. pH

➤ **Principe**

Le pH se définit comme le logarithme négatif de la concentration en ions hydrogène. Il est mesuré à l'aide d'une électrode de verre, dont le potentiel varie en fonction de la concentration des ions hydrogènes suivant l'équation de Nernst. Ce potentiel est mesuré par rapport à une électrode de référence à l'aide d'un potentiomètre à haute impédance communément appelé pH-mètre (**Ceaq, 2014**).

➤ **Procédure**

Le pH des échantillons a été mesuré en utilisant un pH-mètre (Eutech PH 450) à 20°C. Le pH-mètre est étalonné à l'aide d'une solution tampon standard conformément aux instructions figurant sur le pH-mètre en utilisant les tampons pH 4 et 7. L'échantillon est placé dans un bécher de 100 mL et les électrodes sont immergées de telle sorte que leurs pointes soient recouvertes, le pH est lu (**Arenas-Arenas et al., 2017**).

II.2.4. Viscosité

➤ **Principe**

Le comportement rhéologique des fluides est caractérisé par la détermination de la viscosité. La viscosité est la mesure de la résistance à l'écoulement d'un fluide soumis à une contrainte de cisaillement, mesurée en Newton secondes par mètre carré ou en Pascal secondes, elle résulte des forces de frottement dans un fluide; plus ces forces sont fortes, plus la viscosité est importante. Avec l'augmentation de la température, l'attraction entre les molécules diminue, ce qui leur permet de se déplacer plus librement (**IFIS, 2009**).

➔ Procédure

La viscosité des échantillons a été mesurée en utilisant un viscosimètre (Fungilab visco Basic plus). Cette méthode est la plus appliquée et la plus couramment utilisée pour les fluides non newtoniens, basée sur la rotation d'une broche ou d'un cylindre à l'intérieur d'un tube cylindrique coaxial contenant l'échantillon (**Kimball, 1999**).

II.2.5. Densité**➔ Principe**

La densité ou densité d'un corps ou densité relative d'un corps est le rapport de sa masse volumique à la masse volumique d'un corps pris comme référence. Pour les liquides et les solides, le corps de référence est l'eau pure à 4 °C. La densité est une grandeur sans dimension et sa valeur s'exprime sans unité de mesure. Un densimètre est composé d'une partie renflée et lestée pour flotter verticalement, surmontée d'une tige cylindrique graduée et qui émerge toujours partiellement du liquide. Plus le liquide est dense, moins le densimètre s'enfonce. Dans l'eau pure l'indication du densimètre sera 1 (la densité est un rapport) ou 1000 kg/m³ (**Belguedj, 2014**).

➔ Procédure

Le densimètre est utilisé pour mesurer la densité. Le densimètre est introduit verticalement et soigneusement à l'intérieur d'une éprouvette de 250mL contenant l'échantillon jusqu'à ce qu'il flotte librement et verticalement. L'échelle est lue au niveau de la tige qui a coulé dans l'échantillon ; c'est la lecture de la mesure de la densité relative du produit.

II.3. Analyses physicochimiques de la poudre de cacao

La caractérisation physicochimique de la poudre de cacao a été réalisée au niveau d'un laboratoire externe.

II.3.1 Propriétés anti-oxydantes du sirop de datte et de la poudre de cacao

La teneur en composés phénoliques totaux, la teneur en flavonoïdes et les activités anti-oxydantes du sirop de datte et de la poudre de cacao sont déterminés selon les protocoles mentionnés en annexe N°II, IV et le tableau VIII respectivement.

II.4. Elaboration du nectar

II.4. 1. Protocole d'élaboration

- Préparation du nectar (voir la figure n°6)

Tableau V : Composition des nectars formulés pour 100 mL.

	Sirop de datte	Poudre de cacao	sucre	Stabilisant	Eau
g/100 mL (nectar datte cacao)	A	B	C	D	X
g/100 mL (nectar datte)	A'	/	C'	D'	X'

- **Nb** : L'arôme chocolat a été ajouté pour améliorer le goût

Les différentes étapes suivies pour la préparation du nectar datte cacao sont données dans la figure suivante :

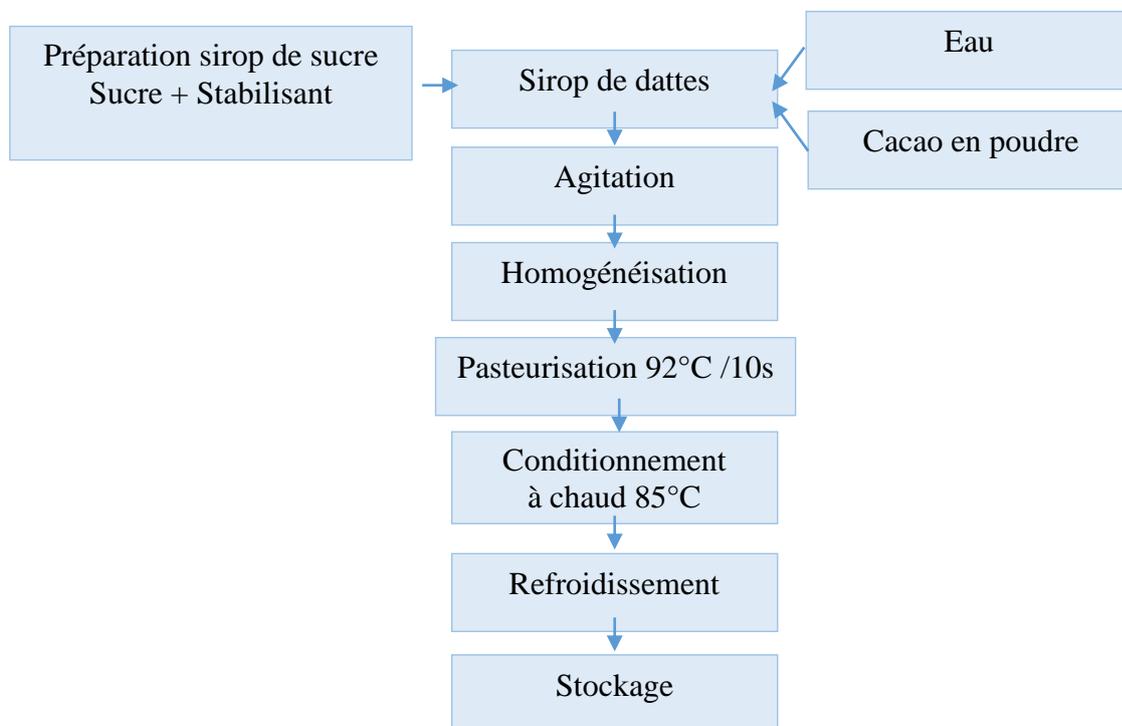


Figure 6: Diagramme de préparation du nectar datte cacao.

II.4.2. Propriétés physicochimiques du nectar

Les principes et les protocoles d'analyses physicochimiques du nectar datte cacao élaboré (brix, acidité, pH, viscosité et densité) sont cités en page 14,15 et 16.

II.5. Teneur en composés phénoliques du nectar datte cacao

II.5.1. Dosage des composés phénoliques totaux

➤ Principe

La quantification des composés phénoliques totaux est basée sur la réaction d'oxydoréduction suivante : Les composés phénoliques s'oxydent en un mélange d'oxydes bleu de tungstène (W_8O_{23}) et de molybdène (Mo_8O_{23}) après contact avec le réactif de Folin-Ciocalteu. Le mélange polyhétérocyclique d'acide phosphotungstique ($H_3PW_{12}O_{40}$) et d'acide phosphomolybdique ($H_3PMo_{12}O_{40}$) formant le Folin-Ciocalteux est alors réduit. La coloration bleu obtenue est proportionnelle au taux de composés phénoliques (**Ribereau-Gayon *et al.*, 1982**).

➤ Procédure (Tableau N°VI)

La teneur en polyphénols totaux dans l'extrait alcoolique des composés extrait à partir du nectar datte cacao a été estimée selon la méthode de Lowman et Box (1983) (**Owen et Johns, 1999**).

Les différentes étapes du dosage sont illustrées en tableau N°VI et annexe N°II.

Tableau N° : Protocole expérimental du dosage des polyphénols totaux.

Différentes étapes		
1	Volume d'extrait utilisé à (3,2 mg /mL)	1 mL
2	Temps du traitement thermique au bain Marie à 50 °C	5 min
3	Volume d'eau distillée	11,25 mL
4	Volume du réactif Folin-Ciocalteu (1N)	0,25 mL
5	Volume de carbonate de sodium (Na_2CO_3)	0,75 mL
6	Temps d'incubation à température ambiante	2 h
7	Lecture des absorbances à la longueur d'onde	740 nm

La courbe d'étalonnage préparée avec la catéchine, a été exploitée pour déterminer la quantité en polyphénols totaux, exprimée en équivalent catéchine par gramme de matière sèche.

II.5.2. Dosage des flavonoïdes totaux

➔ Principe

La présence du Chlorure d'Aluminium induit la formation des complexes avec le groupement cétonique C-4 et hydroxyle C-3 ou C-5 de flavones et de flavonols et ainsi qu'avec les groupes d'orthodihydroxyle des noyaux A ou B des flavonoïdes.

Ces complexes formés de couleur jaunâtre sont quantifiés par spectrophotométrie UV-Visible (**Ribereau-Gayon, 1968**).

➔ Procédure (Tableau N° VII)

L'annexe N° IV représente les différentes étapes du dosage.

Tableau N°VII : Protocole expérimental du dosage des flavonoïdes

Différentes étapes		
1	Volume d'extrait utilisé à (1,066 mg /mL)	1 mL
2	Volume de la solution de chlorure d'aluminium à 2% rajouté	1 mL
3	Temps d'incubation à température ambiante	10 min
4	Lecture des absorbances à la longueur d'onde	430 nm

La quantité des flavonoïdes est exprimée en équivalent quercetine par gramme de matière sèche, à partir de la courbe standard préparée avec la quercetine.

II.5.4. Activité anti-radicalaire au DPPH

➔ Principe

Le DPPH (1,1-Diphényl-2-picrylhydrazyl) est un radical libre stable de couleur violacée qui absorbe à 517 nm. En présence de composés anti-radicalaires, le radical DPPH est réduit et change de couleur en virant au jaune. Les absorbances mesurées à 517 nm servent à calculer le pourcentage d'inhibition du radical DPPH qui est proportionnel au pouvoir anti radicalaire de l'échantillon (**Chaabi, 2008**).

➔ Procédure (Tableau N° VIII)

Les étapes du suivi sont mentionnées dans le tableau n°VIII

Tableau N° VIII : Protocole expérimentale du suivi de l'activité anti radicalaire sur DPPH

Différentes étapes		
1	Volume d'extrait utilisé dilué à (100, 10 ⁻² , 10 ⁻⁴ , 10 ⁻⁶)	100 µL
2	Solution éthanolique de DPPH à 0,025 g/L	2,9 mL
3	Temps d'incubation à température ambiante	30 min
4	Lecture des absorbances à la longueur d'onde	517 nm

Les résultats obtenus ont été exprimés par rapport à ceux obtenus pour l'acide gallique et l'acide ascorbique pris comme antioxydant de référence.

L'activité anti- radicalaire a été estimée selon l'équation suivante:

$$\text{Activité anti-radicalaire (\%)} = [(Ac - At) / Ac] \times 100$$

- Ac : Absorbance à 517 nm du contrôle.
- At : Absorbance à 517 nm de l'extrait testé.

Résultats et discussion

III. Analyse des matières premières

III.1. Paramètres physico-chimiques du sirop de dattes

L'ensemble des résultats des analyses physico-chimiques du sirop de dattes sont résumés dans le tableau IX:

Tableau IX: Caractéristiques physico-chimiques du sirop de datte.

Paramètres	Résultats
Brix (%)	75
Acidité (%)	1,4
Densité à 20°C	1,381
Viscosité (Cp)	1076
pH	3,2

- **Brix**

Le taux d'extrait sec soluble du sirop de datte dans cette étude est de 75%. Ce résultat est inférieur à celui enregistré par **Chouana et al. (2019)** pour le sirop de datte de la variété Ghars qui est de l'ordre de 78,13%. Cependant, il est supérieur à celui obtenu par **Belguedj et al. (2015)** pour le sirop de datte issu du mélange des 2 variétés *Mech-Degla* et *Kentichi* qui est de l'ordre de 71,5% et à celui enregistré par **Alhamdan et al. (2021)** qui est de 71.11% pour le sirop de datte de la variété *Khalas*. Cette différence pourrait être due à la variété de la datte, la méthode d'extraction ainsi que le protocole, l'équipement et paramètres de concentration.

- **Acidité titrable**

Le sirop de datte étudié présente une valeur d'acidité titrable de 1,4%. Cette valeur est inférieure à celle obtenue par **Belguedj et al. (2015)** qui est de 3,43% pour la variété *Mech-Degla* et supérieure à celle enregistrée par **Temagoult et al. (2022)** qui est de l'ordre de 0,21% pour le sirop de datte issues de la variété *Frezza* et à celle obtenue par **El Sharnooby et al. (2014)** qui est de 0,69% pour la variété *Khalas*. Ces différences peuvent être expliqués par différents facteurs tels que le type de variété, les conditions de croissance de la variété, son stade de maturité, son origine géographique, le type de sol et les conditions de conservation des dattes (**Al-Farsi et al., 2005**), ainsi que le taux de concentration.

- **Densité**

Le sirop de datte étudié présente une densité de 1,381. Cette valeur est inférieure à celle obtenue par **Djafri et al. (2020)** pour des sirops de dattes algériennes qui sont de l'ordre de 1,16 et 1,21 pour les variétés *Ghars* et *Tinissine*, respectivement. Cependant, elle est

supérieure à celle obtenue par **Boussaid et al. (2020)** pour les sirops de datte algériennes dont les valeurs varient entre 1,28 et 1,35. Cette différence est due à la proportionnalité du taux d'extrait sec soluble et de la densité.

- **Viscosité**

La viscosité du sirop de datte obtenu est de 1076 Cp. Cette valeur est supérieure à celle obtenu par **Djafri et al. (2020)** pour deux sirops de datte préparés à partir de deux variétés de dattes *Tinissine* et *Tantbouchet* qui sont de l'ordre de 419,01 et 734,60, respectivement. Elle est également supérieure à celle obtenue par **El-Hamzy et al. (2013)** pour les sirops de dattes égyptiens et qui varient entre 234 et 446 Cp. Cette différence est due à la teneur en eau du sirop.

- **pH**

Le sirop de datte étudié présente un pH de 3,2. Cette valeur est inférieure à celle obtenue par **Laouar et al. (2021)** dont les valeurs varient entre 4,26 et 4,70. Elle est également inférieure à la valeur obtenue par **Mahdi et al. (2022)** qui est de 4,10 pour le sirop de datte de la variété *Siwi* (variété égyptienne) et à celle enregistrée par **Bouhlali et al. (2020)** qui est de 4,36 pour le sirop de datte de la variété *Lhafs*. Ces différences sont peut-être dues à la variété et au stade de maturité des dattes utilisées.

III.2. Paramètres physico-chimiques poudre de cacao

L'échantillon de poudre de cacao provient de graines de *Theobroma Cacao L.*, a été importé en mai 2023.

Les caractéristiques physico-chimiques sont résumées dans le tableau X.

Tableau X : Caractéristiques physico-chimiques de la poudre de cacao

Paramètres	Résultats
Humidité	5%
pH	5,5 ± 0,5
Cendre	6,0% ± 1,0%
Matière Grasse	11 ± 1,0%

➤ **Humidité**

L'humidité de la poudre de cacao est de 5%. Cette valeur est inférieure à celle enregistrées par **Joel et al. (2013)** dont les valeurs varient entre 5,12 et 7,10 % et supérieure à celle obtenue par **Juvinal et al. (2023)** qui est de 4.29 % pour la poudre de cacao alcalinisée.

➔ pH

Le pH de la poudre de cacao utilisé est de 5,5. Cette valeur rentre dans l'intervalle obtenu par **Dippong et al. (2021)** dont le pH varie entre 5,37 et 8,23. Cependant, elle est supérieure à celle obtenue par **Muhammad et al. (2020)** qui est de 5,3 pour la poudre de cacao naturelle.

➔ Cendre

Le taux de cendre de la poudre de cacao utilisé est de 6,0%. Ce taux est supérieur à celui donné par **Adeyeye (2016)** qui est de 4,63% et à celui obtenu par **Joel et al. (2013)** dont les valeurs varient entre 5,32 et 6,41%. Cependant, il est inférieur à celui enregistré par **Palabiyik et al. (2023)** dont la valeur est de 8,48%.

➔ Matière grasse

Le taux de matière de la poudre de cacao utilisée est de 11%. Ce taux est supérieur à celui trouvé par **Muhammad et al. (2020)** qui est de 8,2% pour la poudre de cacao naturelle et proche à celui obtenu par **Juvinal et al. (2023)** qui est de 10,90% pour la poudre de cacao alcalisée.

III.3.Teneur en antioxydants

Les résultats des teneurs en antioxydants du sirop de datte et de la poudre de cacao sont illustrés dans la figure 7.

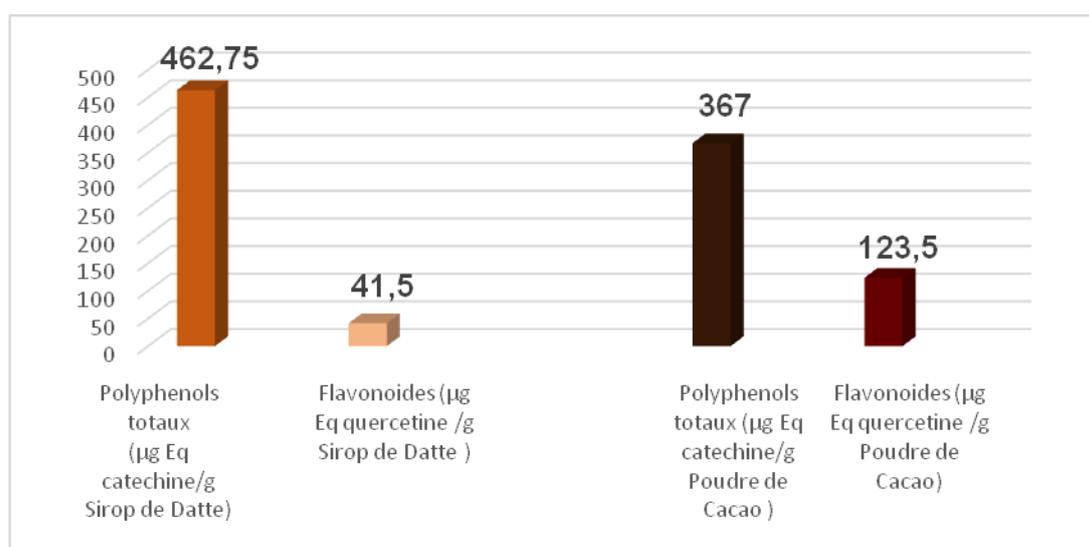


Figure 7 : Teneurs en antioxydants du sirop de datte et de la poudre de cacao.

III.3.1. Teneur en composés phénoliques totaux

A /sirop de datte

La teneur en composés phénoliques du sirop de datte dans cette présente étude est de 462,75 µg Eq catechine/g. **Gourchala et al. (2022)** ont obtenu des teneurs plus élevées, qui sont comprise entre 771,60 mg EAG/ g le sirop de la variété *Tantbouche* et 805,37 mg EAG/g pour le sirop de la variété *Ghars*. En outre, **Farahnaky et al. (2016)** ont rapporté pour le sirop de la variété *Kebkaab* (variété iranienne) dont la valeur est de 453,04 mg EAG/g.

Ces variations entre ces teneurs peuvent être dues à différents facteurs tels que le protocole d'extraction, le type de solvant d'extraction utilisé, le temps de contact, les conditions géographiques, le stade de maturité des dattes et le type de la variété.

B /Poudre de cacao

La teneur en composés phénoliques de la poudre de cacao dans cette étude est de 367 µg Eq catechine/g. Ce résultat est inférieur au résultat obtenu par **Razola-Diaz et al. (2023)**, dont les teneurs varient entre 9,2 et 57,4 mg EAG/g. Il est également inférieur à celui obtenu par **Palabiyik et al. (2023)** qui est de 58,713 mg EAG/g pour la poudre de cacao alcalinisée et à celui enregistré par **Ulvia et al. (2019)** pour la poudre de cacao indonésienne dont les teneurs en composés phénoliques varient entre 14,80 et 79,93 mg EAG/g.

Les variations des composés phénoliques peuvent être dues à plusieurs facteurs tels que la composition du sol, des facteurs génétiques et environnementaux, le solvant d'extraction et le degré de maturation.

III.3.2. Teneur en flavonoïdes totaux

A /sirop de datte

La teneur en flavonoïde du sirop de datte étudié est de 41,5 µg Eq quercetine /g. Cette teneur est inférieure à celle citée par **Taleb et al. (2016)** qui est de 40.5 mg GAE/g pour le sirop de la variété *Khadrawi* et à celle estimée par **El-Hamzy et al. (2013)** qui est de l'ordre de 309,30 mg GAE/g pour le sirop de la variété Samani (préparés par extraction traditionnelle).

B /Poudre de cacao

La teneur en flavonoïde de la poudre de cacao étudié est de 123, 5 µg Eq quercetine /g. D'après les résultats obtenus par **Todorovic et al. (2017)** qui varient entre 21.45 et 28.40 mg EC/g, de celui retrouvé par **Palabiyik et al. (2023)** qui est de 20.053 mg EAG/g et de celui

enregistré par **Gültekin-Özgülven et al. (2016)** qui est de 9.2 mg EC/g, nous constatons que la teneur trouvée est plus faible.

III.4.1. Activité anti-radicalaire au DPPH des matières premières

Les résultats d'évaluation des activités anti-radicalaires du sirop de datte et de la poudre de cacao sont illustrés dans la figure 8.

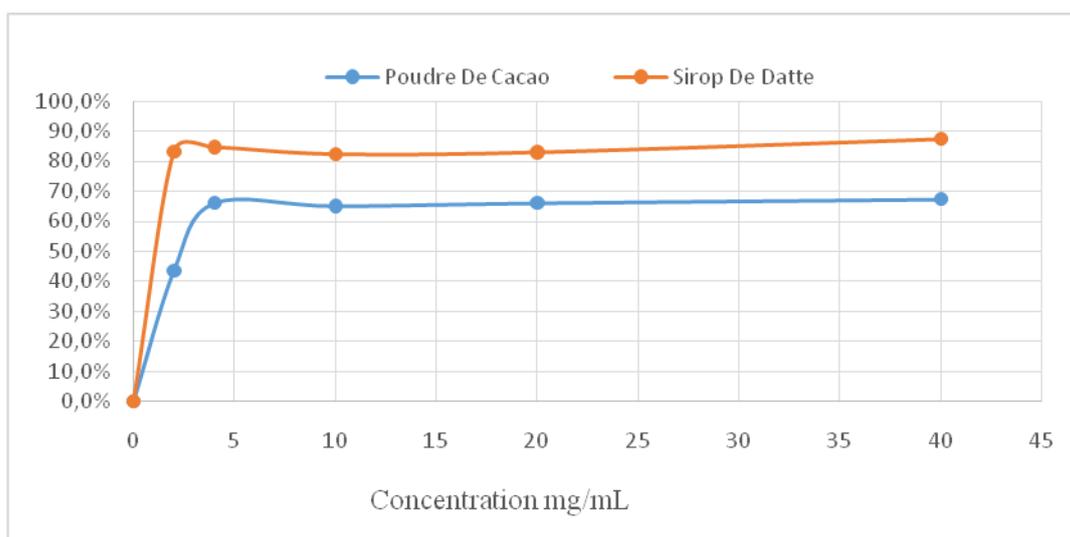


Figure 8 : Résultats de l'activité anti-radicalaire du sirop de datte et de la poudre de cacao.

Le résultat de l'activité anti-radicalaire du sirop de datte étudié est de 87,48%. Cette valeur est supérieure à celle trouvée par **Temagoult et al. (2022)** qui est de l'ordre de 62,55% pour le sirop de la variété Mech-Degla et à celle donnée par **Helmy et al. (2022)** qui est de 35.64% pour le sirop de datte commercial.

Les variations entre ces résultats sont peut être dues à la quantité de composés phénoliques.

Le pourcentage d'inhibition de la poudre de cacao est de 67,41%. Ce résultat rentre dans l'intervalle obtenu par **Ali et al. (2013)** pour la poudre de cacao Malaisienne et qui varient entre 47,2 et 85,8%.

III.5. Analyses du produit fini (nectar)

III.5.1. Analyses physicochimiques

Les résultats des analyses physico-chimiques des nectars élaborés sont résumés dans le tableau X.

Tableau X: Résultats des analyses physico chimiques des deux nectars.

Paramètres	Nectar de datte	Nectar de datte et cacao
Brix (%)	10	10
Acidité(%)	0,256	0,32
Densité à 20°C	1,040	1,040
Viscosité (cp)	17,6	16,5
Ph	5,33	5,30

Le Brix obtenu dans ce cas est de 10. Par contre pour les résultats de l'acidité, la densité, la viscosité et le pH, nous avons noté :

-0,256 et 0,32 pour l'acidité

-1,040 pour la densité

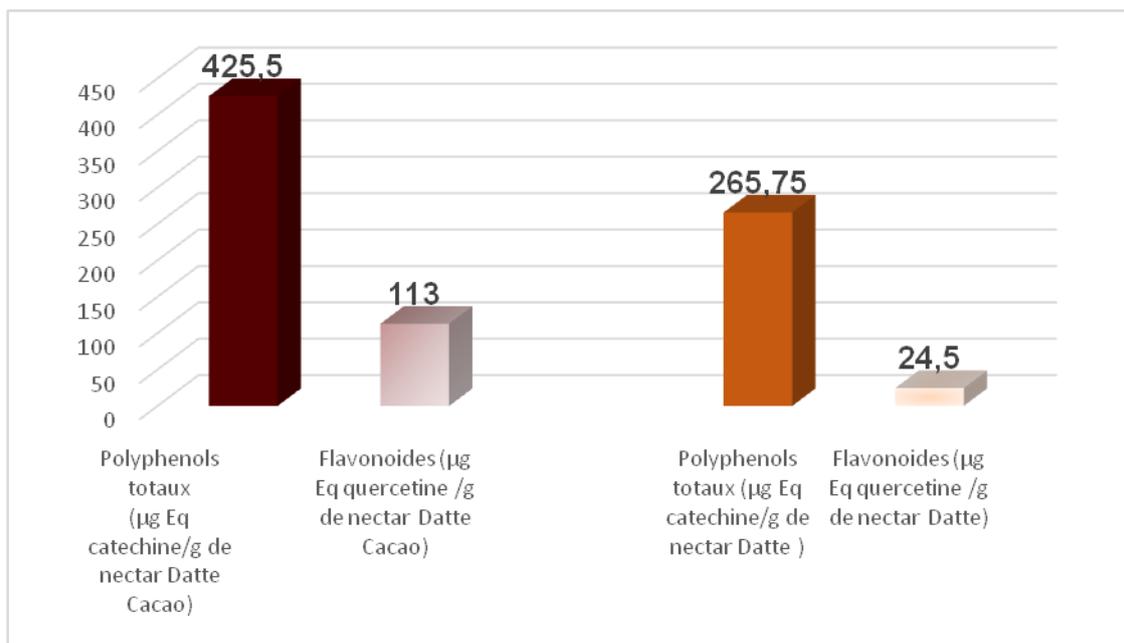
-16,5 et 17,6 pour la viscosité

-5,30 et 5,33 pour le pH

D'après ces résultats obtenus avant et après incorporation de la poudre de cacao, nous constatons qu'il n'y a pas une grande différence entre les 2 nectars.

III.5.2.Teneur en antioxydants

Les résultats des teneurs en antioxydants des nectars élaborés sont présentés dans la figure 9.

**Figure 9 :** Teneurs en antioxydants des nectars élaborés.

III.5.2.1. Teneur en polyphénols totaux et en flavonoïdes totaux

La teneur en composés phénoliques présente dans le nectar de datte avec le cacao (425,5 μg Eq catéchine /g) est supérieure à celle présente dans le nectar de datte témoin (265,75 μg Eq catéchine /g). De même, la teneur en flavonoïdes contenue dans le nectar de datte avec le cacao (113 μg Eq quercétine /g) est supérieure à celle contenue dans le nectar de datte témoin (24,5 μg Eq quercétine/g).

III.6. Activité anti-radicalaire au DPPH

Les résultats d'évaluation des activités anti-radicalaires des nectars sont résumés dans la figure 10.

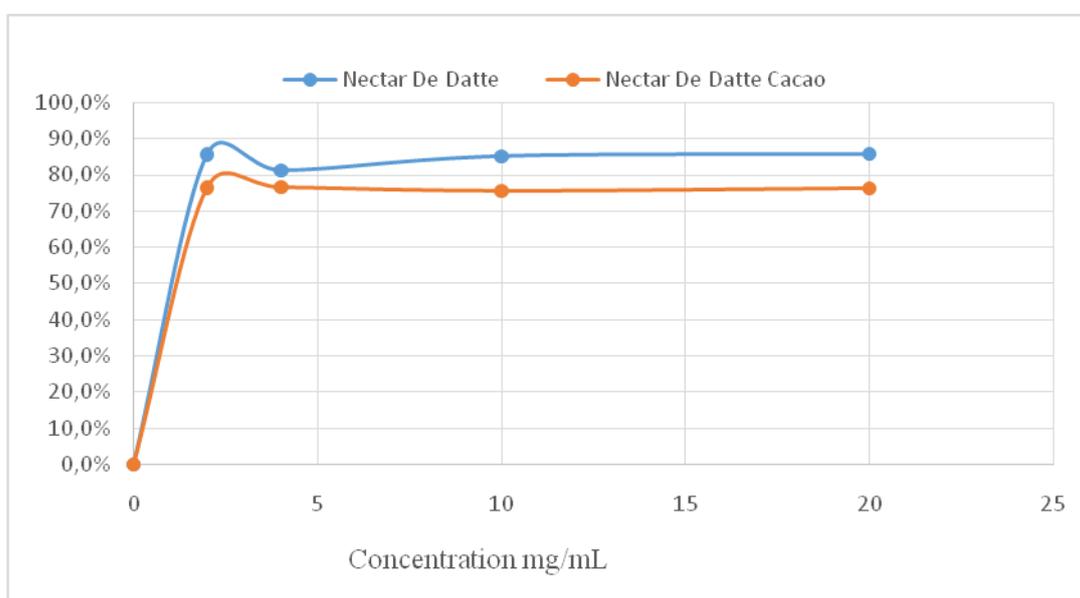


Figure 10 : Résultats d'évaluation des activités anti-radicalaires des nectars.

Le pourcentage d'inhibition du nectar de datte témoin est de 85,1% et celui du nectar de datte et la poudre de cacao est de 76,2%. D'après ces résultats, nous constatons que le nectar de datte et de poudre de cacao est plus actif.

Conclusion

Conclusion

L'objectif de ce travail est de formuler un nectar à forte valeur nutritionnelle à base de sirop de datte et de poudre de cacao. La procédure suivie a été, en premier lieu, de caractériser les propriétés physico-chimiques, teneurs en antioxydants (composés phénoliques totaux, flavonoïdes) et activité antioxydante des matières premières principales (sirop de datte et poudre de cacao). En deuxième lieu, de formuler et de caractériser le nectar datte cacao élaboré.

Ce travail effectué nous a donné les résultats suivants :

Le sirop de datte et la poudre de cacao sont des ingrédients fonctionnels vu leurs richesses en substances bioactives ayant des effets bénéfiques sur la santé (polyphénols totaux et flavonoïdes). L'incorporation de la poudre de cacao dans le nectar datte n'influence pas certaines propriétés physico-chimiques, par contre il provoque l'augmentation de sa teneur en antioxydants (polyphénols et flavonoïdes).

La formulation du nectar datte cacao permet non seulement de créer un produit à forte valeur nutritionnelle avec un taux de sucre blanc réduit conformément aux normes décrites par le Journal Officiel de la république Algérienne N°40 du 15 juin 2022 et par le Codex alimentarius STAN 247-2005 adoptées par l'entreprise, mais aussi riche en substances bioactives dont les effets thérapeutiques ont été prouvés.

En perspective, il serait intéressant d'optimiser la formule en testant l'effet d'autres concentrations en poudre de cacao afin d'améliorer la qualité organoleptique et nutritionnelle du nectar et d'évaluer son potentiel thérapeutique ou préventif (activité antimicrobienne, anti-inflammatoire, anti-tumorale, effet sur la glycémie et la digestion).

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- Adeyeye, E. I. (2016).** Proximate, mineral and antinutrient compositions of natural cocoa cake, cocoa liquor and alkalized cocoa powders sourced in Nigeria. *Journal of Advanced Pharmaceutical Science and Technology*, 1(3), 12-28.
- Al-Farsi, M., Alasalvar, C., Morris, A., Baron, M., & Shahidi, F. (2005).** Comparison of antioxidant activity, anthocyanins, carotenoids, and phenolics of three native fresh and sun-dried date (*Phoenix dactylifera* L.) varieties grown in Oman. *Journal of agricultural and food chemistry*, 53(19), 7592-7599.
- Alhamdan, A. M., Al Juhaimi, F. Y., Hassan, B. H., Ehmed, K. A., & Mohamed Ahmed, I. A. (2021).** Physicochemical, microbiological, and sensorial quality attributes of a fermented milk drink (Laban) fortified with date syrup (dibs) during cold storage. *Foods*, 10(12), 3157.
- Ali, F., Ranneh, Y., Ismail, A., & Esa, N. M. (2013).** Identification of phenolic compounds in polyphenols-rich extract of Malaysian cocoa powder using the HPLC-UV-ESI—MS/MS and probing their antioxidant properties. *Journal of Food Science and Technology*, 52, 2103-2111.
- Amrani A.et Messaoudi A. (2019).** Evaluation de la teneur en polyphénols et l'activité antifongique de quelques extraits de cultivars de dattes de la région d'Adrar. Mémoire de master. Université Ahmed Draia, Adrar
- Arenas-Arenas J.,González-Chimeno A.B., Romero-Rodríguez E.and Hervalejo A.2017.**Characterization of different cultivars of citrus fruit for juice in the south of Spain *Francisco CitrusResearch & Technology*, v. 38, n. 2. <http://dx.doi.org/10.4322/crt.ICC112>
- Braesco, V., Gauthier, T.et Bellisle, F. (2013).**Jus de fruits et nectars. *Cahiers de Nutrition et de Diététique*, 48 :248-256
- Belguedj, N. (2014).**Préparations alimentaires à base des dattes en Algérie : description et diagrammes de fabrication. Institut de la nutrition, de l'alimentation et de technologies agro-alimentaires.Mémoire de Magister, Université Constantine-1.
- Belguedj, N., Bassi, N., Fadlaoui, S. & Agli, A. (2015).**Contribution à l'industrialisation par l'amélioration du processus traditionnel de fabrication de la boisson locale à base de datte (Rob). *Journal of new sciences, Agriculture and Biotechnology*, 20(7), 818-829.
- Benahmed, D.A. (2012).** Analyse des aptitudes technologiques de poudres de dattes (*Phoenix dactylifera*. L) améliorées par la spiruline. Etude des propriétés rhéologiques, nutritionnelles et antibactériennes. Thèse de Doctorat, Université M'hamed Bougara-Boumerdes.
- Bensalah K. et Karami, M. (2021).** Activité Antioxydante de Quelques Extraits Végétaux.Mémoire de master. Université Ahmed Draia, Adrar.

Références bibliographiques

- **Bouhlali E.D.T., Derouich, M., Meziani, R., Bourkhis, B., Filali-Zegzouti, Y. and Alem, C. (2020).** Nutritional, mineral and organic acid composition of syrups produced from six Moroccan date fruit (*Phoenix dactylifera* L.) varieties. *Journal of food composition and analysis*, 93:103591.
- **Boulouisa N. L. et Bouchiha N. 2018.** Elaboration d'une boisson lactée au sirop de datte. Master, Université A. MIRA–Béjaïa
- **Boumediene, F., Bekri, M., & Benachour, D. (2020).** *Élaboration d'un produit chocolaté à caractère fonctionnel*. Mémoire de master. M'hamed Bougara faculté des sciences.
- **Boumendjel M., Houhamdi M., Samar, M.F., Sabeg H., Boutebba A et Soltane M. 2012.** Effet des traitements thermiques d'appertisation sur la qualité biochimique, nutritionnelle et technologique du simple, double et triple concentré de tomate. *Sciences & Technologie. C, Biotechnologies* : 51-59
- **Boussaid, L., Bouallala, M., Aguedal, H., Iddou, A., & Bouras, N. (2020).** Aperçu sur les caractéristiques physicochimiques et biochimiques de trois sirops de dattes (Rob) élaborés traditionnellement dans la région d'Adrar (Algérie). *Int J Nat Resour Env*, 2(1), 14-20.
- **Ceccarelli, V., Lastra, S., Looor Solorzano, R. G., Chacón, W. W., Nolasco, M., Sotomayor Cantos, I. A., Plaza Avellan, L.F., Aracelly Lopez, D., Fernandez Anchundia, F.M., Dessauw, D., Orozco-Aguilar, L & Thomas, E. 2021.** Conservation and use of genetic resources of cacao (*Theobroma cacao* L.) by gene banks and nurseries in six Latin American countries. *Genetic Resources and Crop Evolution*: 1-20
- **Cobigo, M., Lachenaud, P., & Barel, M. (2018).** Dossier Cacao. Focus sur une ressource valorisable, le Cacao. *La Lettre du Conseil Scientifique du Parc Naturel Régional de Guyane*(2), 3-6.
- **Codex alimentarius STAN 247-2005** .Norme générale pour les jus et les nectars de fruits.
- **Chaabi, M. (2008).** Étude phytochimique et biologique d'espèces végétales africaines: *Euphorbia stenoclada* Baill.(Euphorbiaceae), *Anogeissus leiocarpus* Guill. & Perr.(Combretaceae), *Limoniastrum feei* (Girard) Batt.(Plumbaginaceae). Thèse de doctorat.
- **Chouana, T., Kadri, M., Ben Khedda N. et Ould El Hadj M.D. 2019.** Sirops (robb) de deux variétés de dattes, ghars et deglet-nour comme substitut du sucre blanc dans la fabrication de deux types de bonbons (Loukoums et Caramels). *Algerian Journal of Arid Environment*, 9(2):66–79
- **Dadi A. et Korichi M. 2016.** Etude des méthodes d'extraction de jus de dattes. Mémoire de Master, Université Kasdi Merbah

Références bibliographiques

- Derbel, S., & Ghedira, K. (2005). Phytonutriments and their impact on health. *Phytothérapie*, 3, 28-34.
- Djafri ., L. Khemissat .,E. Bergouia., K. Hafouda ., S .(2020). Valorisation technologique des dattes de faible valeur marchande par la production du sirop. INRAA - Station expérimentale de Touggourt, Ouargla, Algérie Recherche Agronomique,19(1) : 97-114.
- Deshpande, N. M.et Deshpande, M. M.(2017). Date fruit (Phoenix dactylifera Linn)—a review on nutritional values, phytochemicals and pharmacological actions.World J Pharm Res, 6(8): 419-426.
- De Souza, P. A., Moreira, L.F., Sarmiento, D. HA.et Da Costa, F. B.(2018). Cacao—Theobroma cacao.Exotic fruits, Elsevier: 69-76
- Dippong, T., Mihali, C., Vosgan, Z., Daniel, A., & Dumuta, A. (2021). Thermal behavior of different cocoa powder varieties and their physicochemical, phytochemical and microbiological characteristics. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, 143, 4217-4228.
- Doukani,K. et Tabak, S.(2015). Profil Physicochimique du fruit " Lendj"(Arbutus unedo L.).Nature & Technology, (12): 51.
- Elhanafi, Y. & Boumzibra, Z. (2019). *Contrôle De Qualité Du Chocolat "maxon" De L'unité Palmary : Essai D'élaboration D'un Chocolat Blanc Enrichi Par Les Résidu Des Jus De Mures (morus)*, Université M'hamed Bougara - Boumerdes.
- El-Hamzy, E. M., Ashour, M. M. S., Moawadand, R. K., & El-Moniem, G. M. A. (2013). Physico-chemical, sensorial and antioxidative characteristics of date syrups as affected by pectinase/cellulase enzymes treatments. *Journal of Applied Sciences Research*, 9(11) :5835-5849.
- El-Sharnouby, G. A., Aleid, S. M., & Al-Otaibi, M. M. (2014). Liquid sugar extraction from date palm (Phoenix dactylifera L.) fruits. *J Food Process Technol*, 5(12) :1-5.
- Farahnaky., A. Mardani., M. Mesbahi. , Majzoobi. , Gh. and Golmakani.,M.(2016).Some Physicochemical Properties of Date Syrup, Concentrate, and Liquid Sugar in Comparison with Sucrose Solutions *J. Agr. Sci. Tech.* Vol. 18: 657-668
- FAO.(2017).Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et L'agriculture.Rome .Italie
- Ghoulal I. et Hadji R. (2021). Contribution à l'étude de l'activité antimicrobienne du sirop du datté Errob.*Mémoire* de Master. Université Larbi Ben M'hidi Oum el-Bouaghi

Références bibliographiques

- Gopaulchan, D., Motilal, L. A., Bekele, F. L., Clause, S., Ariko, J.O., Ejang, H.P and Umaharan, P. 2019.** Morphological and genetic diversity of cacao (*Theobroma cacao* L.) in Uganda. *Physiology and Molecular Biology of Plants*, 25: 361-375
- Gültekin-Özgülven, M., Berktaş, I., & Özçelik, B. (2016).** Change in stability of procyanidins, antioxidant capacity and in-vitro bioaccessibility during processing of cocoa powder from cocoa beans. *LWT-Food Science and Technology*, 72, 559-565.
- Gurchala, F., Mihoub, F., Lakhdar-Toumi, S., & Taïbi, K. (2022).** From waste to a sustainable ingredient: Date (*Phoenix dactylifera* L.) pits incorporation enhances the physicochemical and sensory properties of Algerian date syrups. *Food Bioscience*, 48, 101734.
- Harrak. H et Boujenah M. (2012).** Valorisation technologique des dattes au Maroc. Institut National de la Recherche Agronomique. INRA : p34.
- Helmy, S. A., Mostafa, A. Y., Badee, A. Z., Farag, S. A., & Abdel-Aziz, M. E. (2022).** NEW TECHNOLOGICAL METHODS TO CONTROL HMF FORMATION IN DATE SYRUP DURING PROCESSING. *Carpathian Journal of Food Science & Technology*, 15(1).
- Houssni, M., El Mahroussi, M., Kassout, J., Sbih, H. B., Kadiri, M., et Ater, M. (2022).** Pratiques traditionnelles et valorisation des dattes par des produits de terroir: Cas du sirop de dattes dans les oasis du Sud du Maroc. *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 36(3):678-690
- International Food Information Service. (2009).** Dictionary of food science and technology.
- Joel, N., Pius, B., Deborah, A., & Chris, U. (2013).** Production and quality evaluation of cocoa products (plain cocoa powder and chocolate). *American journal of food and nutrition*, 3(1) :31-38
- Juvinal, J. G., De Steur, H., Schouteten, J. J., Muhammad, D. R. A., De Leon, A. A., Dewettinck, K., & Gellynck, X. (2023).** Physico-Chemical Property, Sensory Profile and Consumer Acceptability of Water Buffalo (*Bubalus bubalis* L.) Chocolate Milk Using Alkalized and Natural Cocoa Powder. *Foods*, 12(9), 1797.
- Kimball D. A. (1999).** Chapter 6 Analyses of brix, soluble solids, acids, oils, and pulp, In: Citrus processing 191 .Aspen Publishers, Inc.
- Khemassi H., Idder T., Babahani S., Boukhris K., Sayah Z. et Arfa Y. (2020).** Caractérisation des déchets ligno-cellulosiques des industries agro-alimentaires de dattes de la région de Ouargla (Sahara septentrional Est algérien). *Livestock Research for Rural Development. Volume 32, Article 15.*

Références bibliographiques

- **Laouar, A., Benbelkhir, A., Baida, W., Rouissat, L., & Benyagoub, E. (2021).** Valorization of Algerian Semi-Soft Date and Traditional Preparation of Date Syrup: Physicochemical and Biochemical Properties. *Indonesian Food Science & Technology Journal*, 4(2), 32-36.
- **Mahdi, Z. I., El-Sharnouby, G. A., & Sharoba, A. (2022).** Physicochemical Properties and Microbiological Quality of Dates Syrup Prepared from some Egyptian and Iraqi Dates Palm (*Phoenix dactylifera* L.) Fruits. *Egyptian Journal of Chemistry*, 65(13), 175-184.
- Martin, M. Á., Goya, L., & Ramos, S. (2016).** Cocoa Flavonoids and Insulin Signaling. In *Molecular Nutrition and Diabetes* (pp. 183-196). Academic Press.
- Mimouni, Y. 2015.** Développement de produits diététiques hypoglycémiants à base de dattes molles variété "Ghars", la plus répandue dans la cuvette de Ouargla. Thèse de doctorat. Université Kasdi Merbah.
- Mimouni Y., Bayoussef Z. et Siboukeur O. (2022).** Caractérisation diététique et microbiologique de sirop de dattes. *Journal of Advanced Research in Science and Technology*, 8(1): 50-58.
- **Muhammad, D. R. A., Kongor, J. E., & Dewettinck, K. (2021).** Investigating the effect of different types of cocoa powder and stabilizers on suspension stability of cinnamon-cocoa drink. *Journal of food science and technology*, 58, 3933-3941.
- Mossu G, 1990.** Le cacaoyer : le technicien d'agriculture tropicale. Institut de Recherches de Café et du Cacao.
- Munier P. (1973).** Le palmier dattier, techniques agricoles et productions tropicales. Ed maison neuve et la rosse, Paris.
- **N'Goran M.E et N'Guessan A.A.G. (2015).** Suivi de la Transformation des fèves de Cacao et Application de l'HACCP au niveau de l'Entreprise SACO en Côte d'Ivoire. Mémoire de Master, Université 8 mai 1945 Guelma.
- **Noui, Y. 2016.** Fabrication et caractérisation des produits alimentaires élaborée à base de datte. Thèse de doctorat. Université Batna1
- **Oucif Khaled, M. T. 2017.** Mise en valeur des dérivés de dattes de la région d'Oued Souf pour la production de bioéthanol. Thèse de doctorat. Université Kasdi Merbah Ouargla
- Owen, P.L., and Johns, T. (1999).** Xanthine oxidase inhibitory activity of northeastern North American plant remedies used for gout. *J. Ethnopharmacol.* 64: 149–160. [https://doi.org/10.1016/s0378-8741\(98\)00119-6](https://doi.org/10.1016/s0378-8741(98)00119-6)

Références bibliographiques

- Palabiyik, I., Kopuk, B., Konar, N., & Toker, O. S. (2023)**. Investigation of cold plasma technique as an alternative to conventional alkalization of cocoa powders. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 103440.
- **Priyadarshan P. M. and Mohan Jain S. (2021)**. « Cash Crops: Genetic Diversity, Erosion, Conservation and Utilization » 1ere edition, Springer Nature Switzerland, ISBN: 978-3-030-74926-2, p. 285–337. Disponible sur: https://doi.org/10.1007/978-3-030-74926-2_9
- Ulvia, B. R., Andarwulan, N., & Hunaefi, D. (2019)**. Profile of bioactive compounds and antioxidant capacity of Indonesian cocoa Powder: A case of food processing authentication. In *Proceedings of the 2nd SEAFast International Seminar (2nd SIS 2019)—Facing Future Challenges: Sustainable Food Safety, Quality and Nutrition, Bogor, Indonesia* (pp. 4-5).
- **Razola-Díaz, M. D. C., Aznar-Ramos, M. J., Verardo, V., Melgar-Locatelli, S., Castilla-Ortega, E., & Rodríguez-Pérez, C. (2023)**. Exploring the Nutritional Composition and Bioactive Compounds in Different Cocoa Powders. *Antioxidants*, 12(3), 716.
- **Recham, H., & de GS1 Algeria, D. G. (2015)**. Le marché des industries alimentaires en Algérie. *Revue agroligne*, (97).
- Rekis, A. (2021)**. Conservation des ressources phytogénétiques en Algérie. Cas des palmiers dattiers cultivés et sub-spontanés (*Phoenix dactylifera* L.)Thèse de doctorat. Université Mohamed Khider de Biskra.
- Ribèreau-Gayon P. (1968)**. Les composés phénoliques des végétaux. Ed. Dunod, Paris. p 254.
- Ribèreau-Gayon, J., Peynaud, E., Sudraud, P., Ribèreau-Gayon, P. (1982)**. Composés phénoliques « Traité d'oenologie, sciences et techniques du vin ». Ed Dunod: 477-499.
- **Ringblom U.(2004)**. « Orange book Tera Pak.pdf », s. d. Tetra Pak Processing Systems AB.
- Shehzad, M.; Rasheed, H.; Naqvi, S.A.; Al-Khayri, J.M.; Lorenzo, J.M.; Alaghbari, M.A.; Manzoor, M.F.; Aadil, R.M.(2021)**. Therapeutic Potential of Date Palm against Human Infertility: A Review. *Metabolites*, 11, 408.
- Taleb, H., Maddocks, S. E., Morris, R. K., & Kanekanian, A. D. (2016)**. The antibacterial activity of date syrup polyphenols against *S. aureus* and *E. coli*. *Frontiers in microbiology*, 7, 198.
- Temagoult, A., Zitouni, B., Noui, Y., Belkhir, B. S., & Bensadi, F. Z. (2022)**. THE COOKING INFLUENCE ON THE CHARACTERISTICS OF COMPOTES BASED ON PRICKLY PEAR AND DATE SYRUPS. *Scientific Study & Research. Chemistry & Chemical Engineering, Biotechnology, Food Industry*, 23(4), 321-332.

Références bibliographiques

- Todorovic, V., Milenkovic, M., Vidovic, B., Todorovic, Z., & Sobajic, S. (2017). Correlation between antimicrobial, antioxidant activity, and polyphenols of alkalized/nonalkalized cocoa powders. *Journal of Food Science*, 82(4), 1020-1027.

Sites web:

-Anonyme 1 : <https://melasse-dattes-artisanale.com/quest-ce-que-la-melasse-de-dattes/>
(consulté le 07/03/2023)

ANNEXE

Annexe I

Présentation de l'unité Sarl Aghem :

Sarl AGHEM est une entreprise de production d'ingrédients agroalimentaires. Ces produits sont principalement issus de dérivés naturels de transformation physique des fruits et légumes destinés à l'industrie des boissons, l'industrie laitière et l'industrie des produits de la pâtisserie, biscuiterie et confiserie.

L'activité principale de la SARL AGHEM est la production de purées, concentrés, pulpes de fruits et légumes, émulsions et préparation de fruits et des préparations aromatiques. Le tout associé à un savoir-faire technologique, à un grand respect de la sécurité sanitaire des aliments et à un investissement humain continu dans la recherche et développement.

Les marques majeures de la SARL AGHEM dans le domaine agroalimentaire sont Full fruits et Full Sweet.

Organisation de l'unité :

La SARL AGHEM est gérée par un DG qui dirige les différents services incluant l'administration générale, service technique (production, laboratoire de contrôle qualité et laboratoire recherches et développement).

L'unité fonctionne avec un effectif total de 60 personnes entre cadres agents de maîtrise et ouvriers de production. La structure organisationnelle de l'entreprise est représentée sur la figure 11.

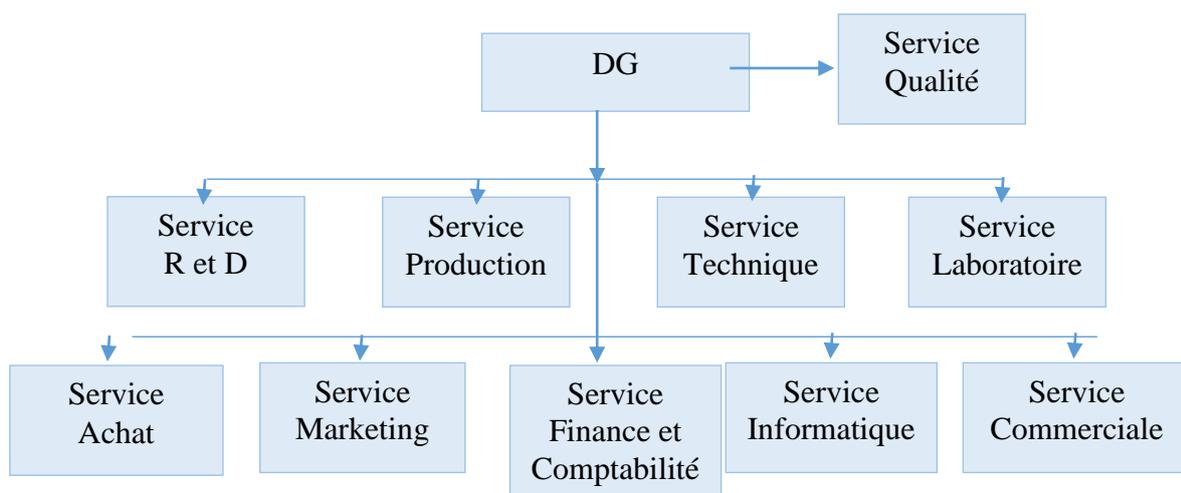


Figure 11 : Organigramme Général de la SARL AGHEM

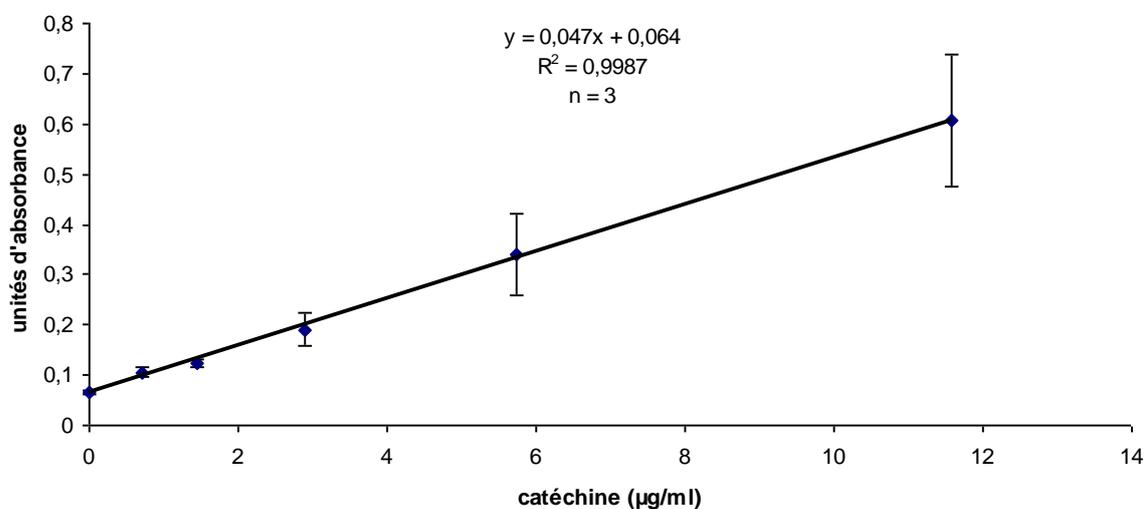
Annexe II

Dosage par la méthode de Folin Ciocalteu

1. Polyphénols totaux

- ◆ Prélever 1 mL de l'extrait, ajouter 4 ml de l'éthanol 96%, puis compléter avec 5ml de l'eau distillée pour avoir l'éthanol à 50 %
- ◆ La solution diluée est incubée dans un bain-marie à 50° C, pendant 15 min
- ◆ Mettre 2.5ml de solution préparée dans un Erlenmeyer (50mL), puis ajouter 22.5 ml de l'eau distillée et 0.5 ml du réactif de Folin-Ciocalteu (1N)
- ◆ Après trois minutes, 1.5 ml de la solution carbonate de sodium (Na_2CO_3 à 2%) sont additionnés
- ◆ Incuber à l'obscurité pendant 1 h, ensuite par un spectrophotomètre à une longueur d'onde maximale de 740 nm, l'intensité de la coloration bleue obtenue est mesurée contre un essai à blanc préparé en remplaçant l'extrait dilué par de l'éthanol.

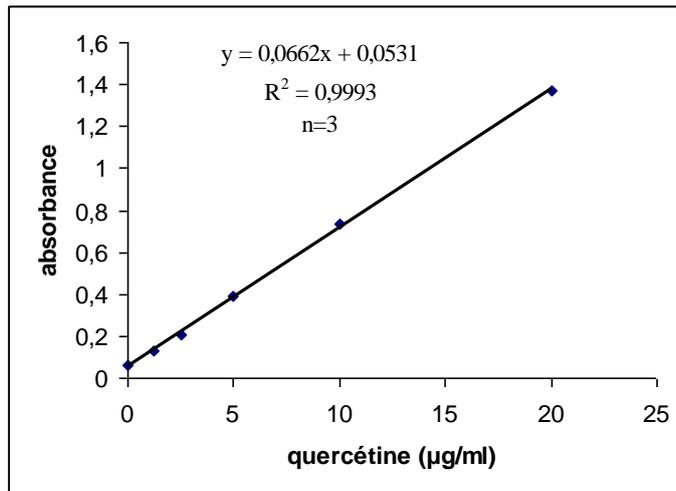
Annexe III : Courbe d'étalonnages équivalents en catéchine dans l'analyse des polyphénols totaux.



Annexe IV:Détermination des flavonoïdes totaux par une méthode colorimétrique de Bahorun et ses collaborateurs (1996)

- ◆ Prélever 1 ml de la solution éthanolique (4.2 mg/ml) puis additionner 1ml de la solution chlorure d'aluminium (AlCl_3) à 2%
- ◆ Après 10 minutes d'incubation, l'absorbance de la coloration jaune est lue à 430 nm.

Annexe V: Courbe d'étalonnage pour la détermination des équivalents en quercétine pour le dosage des flavonoïdes.



Annexe VI: Matériel et produits utilisés

1. Appareillages utilisés

PH mètre : Eutech PH 450

Viscosimètre :Fungilab visco Basic plus

Spectrophotomètre :Biochrom Libra S6

Centrifugeuse :EBA 20 Heutch

Plaques d'agitation chauffante magnétiques :VELP Scientifica

Balance de précision :Gibertini EU C 502

Réfractomètre : Bonilait

Bain-marie :MEMMERT

2. Produits chimiques :

Chlorure d'Aluminium : $\text{AlCl}_3, 6\text{H}_2\text{O}$, $M = 241,43 \text{ g/mol}$

Réactif Folin- Ciocalteu

éthanol : $\text{C}_2 \text{H}_6 \text{O}$, 96%, $M = 46,08 \text{ g/mol}$, $d = 0,79 \text{ g/mL}$,

Monohydrate Carbonate de Sodium : Na_2CO_3 , $M = 124 \text{ g/mol}$

Eau distillé : H_2O , $M=18\text{g/mol}$

Résumé

Le présent travail a été entrepris au sein de l'organisme « SARL AGHEM ». L'objectif de ce travail est de formuler un nectar à haute valeur nutritionnelle et à effets bénéfiques sur la santé humaine, constitué principalement de sirop de datte et de poudre de cacao. La formulation est réalisée à l'aide d'un logiciel spécialisé. Dans un premier temps, nous avons caractérisé les propriétés physico-chimiques des matières premières principales à savoir le sirop de datte et la poudre de cacao, puis dans un deuxième temps, nous avons déterminé les propriétés physico-chimiques (Brix, acidité, densité, viscosité, pH, teneur en composés phénoliques totaux, et flavonoïdes) et l'activités anti-oxydante du nectar formulé. Les résultats obtenus révèlent que nectar réalisé par l'association datte/cacao est plus riche en composés phénoliques que le nectar datte témoin et présente une activité anti-oxydante élevée.

Mots clés : Sirop de dattes ; poudre de cacao ; nectar ; propriétés physico-chimiques ; antioxydants ; activité antioxydante.

Abstract

This work has been undertaken within the organisation "SARL AGHEM". The aim of this work is to formulate a nectar with a high nutritional value and beneficial effects on human health, consisting mainly of date syrup and cocoa powder. The formulation is carried out using specialised software. Firstly, we characterised the physico-chemical properties of the main raw materials, namely date syrup and cocoa powder. Secondly, we determined the physico-chemical properties (Brix, acidity, density, viscosity, pH, total phenolic compound content and flavonoids) and antioxidant activity of the formulated nectar. The results obtained show that the nectar made from the date/cocoa combination is richer in phenolic compounds than the control date nectar and has a high antioxidant activity.

Key words: Date syrup ; cocoa powder ; nectar ; physicochemical properties ; antioxidants, antioxidant activity.