

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'enseignement Supérieur et de la Recherche scientifique
Université A. MIRA - Bejaia

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



Réf :.....

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

MASTER

Thème

**Incorporation des sous-produits de la datte dans
différentes formulations de café, comptabilité
des flux de matières**

Présenté par :

BOURENGUITE Niziad & DALI Melissa

Soutenu le : **12 septembre 2022**

Devant le jury composé de :

Mme LEHOUCHE R.	MCB	Presidente
Mme TAMENDJARI S.	MCA	Encadrante
Mme BOUDJOU S.	MCB	Examineur
Mr MANSOURI H.E		Invité

Année universitaire : 2021 / 2022

Remerciements

On remercie dieu le tout puissant de nous avoir donné la santé et la volonté d'entamer et de terminer ce mémoire.

Tout d'abord ce travail ne serait pas aussi riche et n'aurait pas pu voir le jour sans l'aide et l'encadrement de **Mme Tamendjari Soraya**, Maitre de conférences à l'université de Bejaia. Nous la remercions pour la qualité de son encadrement, de par son soutien indéfectible, ses orientations, sa patience et sa disponibilité tout le long de ce mémoire.

Nos remerciements s'adressent également à **Mr Mansouri Hafed eddine** Directeur-Gérant du Laboratoire de contrôle de qualité « Qualilab » ou notre stage a été effectué, Pour son accueil, sa générosité, ses suggestions et pour la confiance qu'il nous a témoigné tout au long de ce travail.

Aux membres de jury

Mme LEHOUCHE R. pour avoir accepté de présider et de juger notre travail.

&

Mme BOUDJOU S. pour avoir accepté d'examiner notre mémoire. Et de l'enrichir de par leurs propositions.

Nos remerciements vont aussi à **Mr Gadouche** directeur de l'entreprise « **Full-fruits** » (Toudja, Bejaia) et à **Mr Meziani** directeur de l'entreprise « **Tigre Royal** » (Arrière port, Bejaia) pour nous avoir apporté toutes les informations et les échantillons nécessaires à notre travail.

A **Mr Tamendjari**, Professeur à l'université de Bejaia pour la gentillesse qu'il a eu à notre égard, pour ses nombreux conseils, son aide et de son accueil dans son laboratoire où nous avons effectué quelques analyses.

Enfin on adresse nos sincères sentiments de gratitude à toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Dédicaces

Nous dédions ce modeste travail à :

A nos chers parents, que nulle dédicace ne puisse exprimer nos
sincères sentiments,

Pour tous leurs sacrifices, leurs soutiens et leurs prières tout au long
de nos études.

A nos frères et sœurs qui nous ont chaleureusement supportés et
encouragé tout au long de notre parcours.

A notre famille, nos proches et à nos amis.

Et à tous ceux qui ont contribué à l'aboutissement de ce travail.

Liste des tableaux

Tableau I : Classification du palmier dattier.....	3
Tableau II : Production de dattes par pays	4
Tableau III : Description des variétés de dattes algériennes	5
Tableau IV : Composition biochimique des dattes.....	9
Tableau V : Eléments minéraux présents dans les dattes	9
Tableau VI : Composition biochimique des noyaux de dattes	10
Tableau VII : Les principales différences entre Arabica et Robusta	14
Tableau VIII : Composition chimique des grains de café vert et torréfié	15
Tableau IX : Analyses effectuées sur les différents échantillons	17
Tableau X : Résultats des défauts des grains de café de la variété Arabica	29
Tableau XI : Résultats des défauts des grains de café de la variété Robusta	30

Liste des figures

Figure 1 : Coupe longitudinale de la datte	6
Figure 2 : Stades de développement de la datte	8
Figure 3 : Diagramme de fabrication du sirop à partir de dattes.....	11
Figure 4 : Photographie du caféier	12
Figure 5 : Coupe longitudinale du fruit et de la graine du caféier	13
Figure 6 : Aspect des cafés Arabica et Robusta.....	13
Figure 7 : (A) Teneurs en eau et en cendres (B) activité de l'eau et pH.....	22
Figure 8 : Teneur en sucres réducteurs du noyau et de la pulpe de dattes	24
Figure 9 : Teneur en protéines du noyau et de la pulpe de dattes	24
Figure 10 : Teneurs en polyphénols totaux du noyau et de la pulpe de dattes.....	26
Figure 11 : Teneur en flavonoïdes du noyau et pulpe de datte	27
Figure 12 : Teneurs en humidité et en cendre des 4 échantillons de café.....	31
Figure 13 : Valeurs de l'Aw des 4 échantillons de café.....	32
Figure 14 : Valeurs du pH des 4 échantillons de café.....	32
Figure 15 : Teneurs en sucres réducteurs des 4 échantillons de café.....	33
Figure 16 : Critère de la mousse des trois échantillons de café	34
Figure 17 : Critères d'intensité et d'amertume des trois échantillons de café	34
Figure 18 : Critère d'appréciation des dégustateurs vis-à-vis des trois échantillons de café..	35
Figure 19 : Bilan-matières massique de la production du sirop de dattes.....	37
Figure 20 : Bilan-matières massique de la production de café à base de déchets de dattes....	38
Figure 21 : Bilan-matières monétaire de la production du sirop de dattes.....	38
Figure 22 : Bilan-matières monétaire de la production de café à base de déchets de dattes...	39
Figure 23 : Différences entre la comptabilité analytique classique (A) et la MFCA (B)	40
Figure 24 : Coûts de production des cafés à base de déchets de dattes	41
Figure 25 : Diagramme de valorisation des sous-produits de la production du sirop de dattes et du café	42

Liste des abréviations

AOAC: Association of Official Analytical Chemists

AGI : Acide gras insaturé

AGS : Acide gras saturé

Aw : Activité de l'eau

CRSTRA : Centre de Recherche Scientifique et technique sur les régions Aride

DNS : Acide 3,5-dinitrosalicylique

EAG : Equivalent d'acide gallique

ECH : Echantillon

EG : Equivalent de glucose

EQ : Equivalent de quercétine

FAO : Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture

H : Humidité

HCL : Acide chlorhydrique

ISO : Organisation Internationale de normalisation

MF : Matière fraîche

MS : Matière sèche

MFCA : Comptabilité flux de matière

OIC : Organisation International du café

PPT : Polyphénols totaux

UV-VISIBLE : Ultraviolet

Sommaire

Liste des tableaux	
Liste des figures	
Liste des abréviations	
Introduction	1

Partie Bibliographique

Chapitre 1 : Généralités sur la datte

I. Le palmier dattier	3
II. Répartition géographique et production de dattes	3
II.1. Dans le monde.....	3
II.2. En Algérie	4
III. La datte.....	5
III.1. Description de la datte	5
III.2. Stades de développement de la datte :	6
III.3. Composition biochimique de la datte	8
III.3.1. De la partie comestible « Pulpe »	8
III.3.2. De la partie non comestible « Noyau ».....	9
III.4. Composition des dattes en métabolites secondaires	10
IV. Transformation des dattes en sirop	10

Chapitre 2 : Généralités sur le café

I. Le caféier et ses fruits	12
II. La torréfaction du café.....	14
III. Composition chimique	15

Partie Expérimentale

I. Matériel et méthodes.....	16
I.1. Matériel végétal.....	16
I.2. Analyses des paramètres physico-chimiques	16
I.2.1. Analyses des paramètres physiques	17
I.2.1.1. Calcul des défauts (JO N°1 du 02janvier 2021).....	17
I.2.1.2. Détermination de la teneur en eau.....	17
I.2.1.3. Détermination de la teneur en cendres (AOAC, 1999).....	18
I.2.1.4. Activité de l'eau	18
I.2.1.5. Mesure du pH (MSDA,2002).....	18

I.2.2. Analyses des paramètres chimiques.....	18
I.2.2.1. Dosage des sucres réducteurs.....	18
I.2.2.2. Dosage des protéines (Méthode de Kjeldahl)	19
I.2.2.3. Extraction et détermination de la teneur en matière grasse	19
I.3. Analyses des composés bioactifs	20
I.3.1 Extraction et dosage des polyphénols.....	20
I.3.2 Extraction et dosage des flavonoïdes.....	21
I.4. Etude statistique	21
I.5. Analyse sensorielle.....	21
II. Résultats et discussion	22
II.1 Paramètres physiques.....	22
II.2 Paramètres chimiques	23
II.2.1 Teneurs en sucres réducteurs.....	23
II.2.2 Teneurs en protéines.....	24
II.2.3 Teneur en matière grasse des noyaux de datte	25
II.3 Composés bioactifs	25
II.3.1 Teneurs en polyphénols totaux.....	25
II.3.2 Teneurs en Flavonoïdes.....	27
II.4 Résultats des analyses du café	28
II.4.1 Calculs des défauts :.....	28
II.4.2 Analyses physico-chimiques	31
II.5 Analyse sensorielle	33
II.5.1 Aspect.....	33
II.5.2 La saveur	34
II.5.3 La préférence.....	35
III. Comptabilité des flux de matières (Selon la norme ISO14051 :2012)	37
III.1 Présentation de la Norme ISO14051 :2012	37
III.2. Etapes de réalisation de la comptabilité des flux de matières de la production de sirop de datte et du café.....	37
Conclusion.....	43
Références bibliographiques	
Annexes	
Résumé	

Introduction

Introduction

Les activités agricoles et agro-industrielle génèrent des quantités importantes de déchets qui constituent un fléau pour l'environnement et un gaspillage de matières organiques utiles. De nombreuses études ont démontré que ces déchets de par leur richesse en matières organiques constitueraient des sous-produits nobles, pouvant être utilisés comme matières premières pour de nombreuses industries (Kaidi et Touzi, 2001).

Un grand intérêt mondial porté sur la préservation de l'environnement des déchets solides par les différentes activités et transformations humaines, a suscité l'attention des industriels à chercher des moyens techniques pour réduire sinon valoriser ces déchets (Kobya *et al.*, 2005)

Le secteur phoenicicole, compte parmi les secteurs présentant des taux de déchets les plus importants. Les dattes perdues peuvent représenter des proportions supérieures à 30% de la production mondiale soit 2,7 millions de tonnes par an de déchets (Besbes *et al.*, 2006).

La datte a toujours été depuis les temps un élément important de l'alimentation tant pour les humains que pour les animaux (Hannachi *et al.*, 1998). Elle est un excellent aliment de grande valeur nutritive et énergétique, elle est riche en sucre, source de fibres de haute valeur et d'antioxydants. En plus de sa consommation directe, la datte peut être utilisée comme matière première par les industries de transformations dans l'élaboration de nombreux produits facilement commercialisables ; le cas du sirop de datte. Ce dernier génère lui aussi un taux de déchets de 89,5% par rapport au poids de la matière première, ces déchets sont représentés par les noyaux et la pulpe (Chehma et Longo, 2001).

D'autre part, le café est l'une des boissons les plus consommées dans le monde. En 2014, selon l'USDA (United States Department of Agriculturs), l'Algérie est classée septième parmi les pays importateurs de café avec une moyenne de 125 000 tonnes de café importé par année. Par conséquent, pour satisfaire l'énorme demande de produit, et réduire l'importation, les entreprises devraient penser à des alternatives, comme par exemple, l'incorporation de sous-produits de la datte, notamment les noyaux qui depuis longtemps sont utilisés comme succédanés de café de par leur faible teneur en caféine et pour leurs nombreuses propriétés.

Ce travail de recherche est considéré comme une première initiative contribuant à la caractérisation physico-chimique et biologique des sous-produits de dattes (noyaux et pulpes) issus de la fabrication du sirop de dattes à des fins d'incorporation dans le café visant à une

valorisation de ces sous-produits avec des avantages socio-économiques et environnementaux appréciables.

Le document présenté comporte :

- Une première partie relative à l'étude bibliographique comprenant deux chapitres consacrés aux généralités sur la datte et le café.
- Une deuxième partie expérimentale portant sur les méthodes d'analyses utilisées, les résultats et leurs discussions.

Partie

Bibliographique

Chapitre 1

Généralités sur la datte

I. Le palmier dattier :

Le palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.), se compose du mot « Phoenix » qui signifie dattier, tandis que le mot « dactylifera » dérive du terme grec « dactulos » signifiant doigt qui fait référence à la forme du fruit qui lui est similaire (Djerbi, 1994). Il est retrouvé de façon importante dans les régions arides et semi arides du monde comme le Sahara algérien, l'Arabie saoudite, l'Iran et l'Égypte (Besbes *et al.*, 2004).

Le palmier dattier est une plante dioïque, Il comporte des pieds mâles (dokkar) et des pieds femelles (nekhla) (Lecheb, 2010).

La place du palmier dattier dans le règne végétal est rappelée ci-dessous :

Tableau I : Classification du palmier dattier (Djerbi, 1994).

Groupe	Spadiciflores
Ordre	Palmales
Famille	Palmacées
Sous-famille	Coryphidées
Tribu	Phoenicées
Genre	Phoenix
Espèce	<i>Phoenix dactylifera</i> L.

Le genre Phoenix comporte au moins douze espèces, la plus connue est le «*Phoenix dactylifera*», dont les fruits « dattes » occupent une place importante dans le commerce international (Espiard, 2002).

II. Répartition géographique et production de dattes

II.1. Dans le monde

Les pays Nord Africains (Égypte, Algérie, Libye, Tunisie et Maroc), et les pays du golf tel que l'Arabie saoudite, les Emirats Arabes Unies, Iraq, Oman etc., sont les plus grands pays producteurs de dattes au monde. La production mondiale de dattes est estimée à 9,2 millions de tonnes selon FAO (2020). Le classement des pays producteurs de dattes est représenté dans le tableau suivant :

Tableau II : Production de dattes par pays (FAO, 2020)

Pays producteur	Production (Tonnes)	Exemple de variété
Egypte	1 690 959	Siwi
Arabie saoudite	1 541 769	Ajwa
Iran	1 28 499	Mazafati
Algérie	1 159 909	Deglet nour
Iraq	735 353	Barhi
Pakistan	543 269	Aseel
Oman	368 577	Fard
Tunisie	332 000	Kenta
Emirates arabes unies	328 669	Lulu
Libye	177 629	Sikkari
Chine	158 671	Jujube
Maroc	143 160	Medjool

L'Algérie occupe la 4^{ème} place, ce qui lui confère une grande importance en matière de production de dattes.

II.2. En Algérie

Le palmier dattier est dispersé au niveau de 17 wilayas, le territoire occupé par celui-ci s'élève à 170 500 hectares en 2020 (FAO).

L'Algérie compte parmi les grands pays exportateurs de dattes, avec un taux d'exportation qui a plus que doublé en seulement 2 ans passant de 61 526 en 2018 à 126 277 tonnes en 2020. La production quant à elle a augmenté de 44% de l'année 2010 à 2020 (FAO).

Les variétés de dattes sont très nombreuses et se différencient par leurs saveurs, consistances, formes, couleurs, poids et dimensions (Belguedj, 2002).

Les variétés les plus répandues en Algérie sont représentées dans le tableau suivant :

Tableau III : Description des variétés de dattes algériennes (CRSTRA, 2016)

Variétés	Description
Deglet Nour	Dans sa catégorie de (dattes demi-molles) c'est une datte excellente. Elle est de forme fuselée à ovoïde, légèrement aplatie du côté périlanthe. Au stade Routab, elle est généralement translucide, rendant ainsi visible le noyau. Au stade Tmar, la datte devient ambrée avec un épicarpe lisse, brillant se plissant une fois la datte ramollit. Le mésocarpe est fin de consistance généralement demi-molle et de texture fibreuse. La plus succulente est la plus appréciée des dattes.
Ghars	Elle se caractérise essentiellement par une consistance très molle à maturité complète. Elle est de couleur miel au stade Routab et brun foncé à maturité. L'épicarpe est vitreux, brillant, collé et légèrement plissé. Le mésocarpe est charnu, de consistance molle de texture fibreuse.
Mech Degla	De forme sub-cylindrique, légèrement allongée et aplatie à la base. A maturité, elle est plutôt beige clair teinté d'un marron peu prononcé. Son péricarpe est ridé, peu brillant et cassant. Le mésocarpe est peu charnu, de couleur blanche, de consistance sèche et de texture farineuse.
Degla Beida	De forme fuselée, aplatie du côté périlanthe et rétrécie sur l'autre extrémité. Au stade Routab, elle est de couleur marron clair à beige. A maturité complète, elle est de couleur beige. L'épicarpe est épais et lisse. Le mésocarpe est charnu, de consistance sèche et de texture farineuse.

III. La datte

III.1. Description de la datte

C'est un fruit comestible du palmier dattier (*Phoenix dactylifera*), son poids peut varier de 2 à 60 grammes. Il comporte :

- Une partie non comestible : la graine ou communément appelé noyau, qui représente 10% du poids totale de la datte ;
- Une partie comestible : représentant 90%, elle est constituée d'une fine enveloppe cellulosique, le mésocarpe plus ou moins charnu et de consistance variable, présentant une zone périphérique plus intensément colorée, et une zone interne plus claire et fibreuse, l'endocarpe.

L'épicarpe, mésocarpe et endocarpe sont confondus sous l'appellation de chair ou pulpe. Leurs couleurs vont du jaune plus ou moins pâle à plus ou moins brun, jaune translucide, rouge ou noir (Munier, 1973).

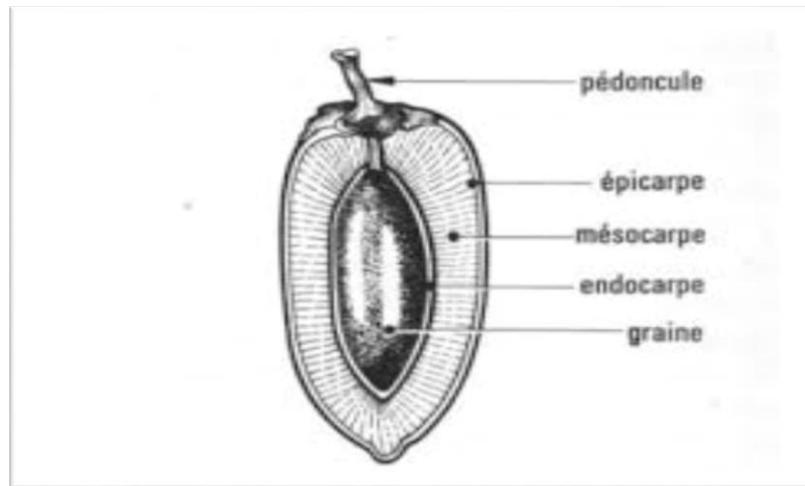


Figure 1 : Coupe longitudinale de la datte (Richarde, 1976).

D'après Maatallah (1970) ; Toutain (1977), il existe 2 types de classification :

- a) La classification commerciale (les dattes nobles, communes et inconsommables) ;
- b) La classification selon la consistance (la plus utilisée).

La classification la plus utilisée est celle basée sur la consistance. D'après Espiard (2002), la consistance de la datte est variable. Selon cette caractéristique, les dattes sont réparties en 3 catégories :

- Les dattes molles : Ont un taux d'humidité supérieur ou égal à 30%, exemple : Ghars ;
- Les dattes demi-molles : De 20 à 30% d'humidité, riches en saccharose telle que Deglet-Nour ;
- Les dattes sèches : Moins de 20% d'humidité, elles sont également riches en saccharose : degla beida

III.2. Stades de développement de la datte :

Après la fécondation, le fruit se forme (nouaison), se développe en changeant de couleur, d'aspect et de consistance, jusqu'au stade Tmar (datte mûre). En même temps, sa composition évolue (Munier, 1973). Entre la nouaison et le stade final, on peut distinguer des stades intermédiaires. Chaque étape de la maturation de la datte a été identifiée nominalement, ce qui permet de suivre l'évolution du fruit au cours de son développement.

- **Stade Hababouk :**

Cette phase commence immédiatement après la pollinisation et dure environ 4 à 5 semaines. A ce stade la taille du fruit est comparable à celle d'un pois chiche, il est de teinte blanc-jaunâtre à blanc- verdâtre et de forme sphérique (Munier, 1973).

- **Stade Kimri :**

Ce stade est le plus long il dure 9 à 14 semaines. Il est caractérisé par le grossissement des dattes (augmentation rapide du poids et du volume) et leur virement de couleur au vert (Chahata, 2000).

La première phase : se caractérise par un accroissement rapide du poids et du volume, une accumulation des sucres réducteurs, des sucres totaux, des matières solides, une forte acidité réelle et un taux d'humidité élevé (Chahata, 2000).

La seconde phase : se caractérise par un accroissement moins rapide du poids et du volume, une baisse importante d'accumulation des sucres réducteurs, un ralentissement considérable de la formation des sucres totaux, une légère diminution de l'acidité réelle et un taux d'humidité élevé (Chahata, 2000).

- **Stade Khalal :**

Le stade khalal dure 3 à 5 semaines. L'accroissement de poids et des dimensions est de plus en plus lent (vers la fin, le poids peut même diminuer légèrement). Les dattes peuvent être de couleur jaune, rose, rouge, écarlate, ou jaune tacheté de rouge, selon les variétés. Ce stade est marqué par une augmentation rapide de la teneur en sucres totaux, en saccharose et de matières solides, par contre l'acidité réelle et le taux d'humidité diminuent (Dowson et Aten, 1963).

- **Stade Routab ou Martouba :**

Ce stade est souvent appelé stade de maturation pendant lequel la datte devient molle. Selon (El Bekr, 1972), les « Routab » commencent souvent à ramollir à partir du sommet du fruit au cours des deux à quatre semaines après la fin de Khalal. La datte devient plus ou moins translucide. Sa peau passe du jaune, du chrome ou de l'écarlate à un brun presque noir (Chahata, 2000). Ce stade se caractérise par :

- La perte de la turgescence du fruit, suite à la diminution de la teneur en eau ;
- L'augmentation de la teneur des monosaccharides.

- **Stade Tmar :**

C'est le stade final de la datte. Le fruit perd beaucoup d'eau, ce qui donne un rapport sucre/eau élevé, permettant d'éviter la fermentation (Djerbi, 1994). Dans la plupart des variétés, la peau adhère à la pulpe et se ride à mesure que celle-ci diminue de volume. De plus, la couleur de l'épiderme et de la pulpe devient foncée progressivement (Dowson et Aten, 1963).

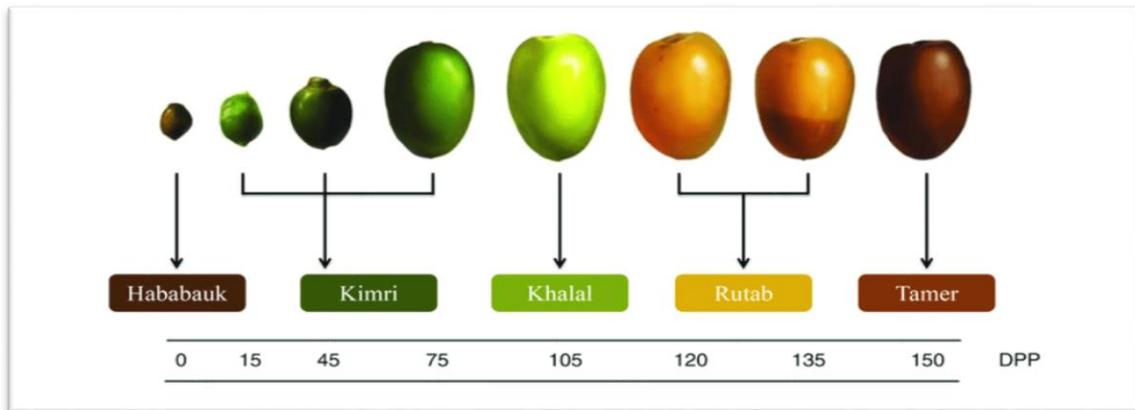


Figure 2 : Stades de développement de la datte (Peyron, 2000).

III.3. Composition biochimique de la datte

La datte est constituée de deux parties : une partie comestible « pulpe » et une partie non comestible représentée par le noyau. Ce dernier représente 10 à 30% du poids (Munier, 1973).

III.3.1. De la partie comestible « Pulpe »

Elle se compose essentiellement d'eau, de sucres réducteurs glucose et fructose, des sucres non réducteurs saccharose (Estanove, 1990).

Les composés non glucidiques quant à eux représentent les protéines, les lipides, la cellulose, les cendres (sels minéraux), les vitamines et les enzymes (Munier, 1973).

La composition biochimique de la datte et les teneurs de ses constituants sont représentés dans les tableaux (IV) et (V).

Tableau IV : Composition biochimique des dattes (Al-farsi et Lee, 2008).

Composés	Teneurs
Glucose (g/100g)	17,6 – 41,4
Fructose (g/100g)	13,6 – 36,8
Fibres (g/100g)	3,57 – 10,9
Lipides (g/100g)	0,1 – 1,4
Protéines (g/100g)	1,1 – 2,6
Rétinol (A) (ug/100g)	3,0 – 44,7
Thiamine (B1) (ug/100g)	50 – 120
Riboflavine (B2) (ug/100g)	60 – 160
Niacine (B3) (ug/100g)	1274 – 1610
Pyridoxine (B6) (ug/100g)	165 – 249
Acide folique (B9) (ug/100g)	39 – 65
Acide ascorbique (C) (ug/100g)	400 – 16 000

Tableau V : Eléments minéraux présents dans les dattes (Al-farsi et Lee, 2008).

Eléments minéraux	Teneurs (mg/100g)
Potassium	345 – 1287
Sodium	1 – 261
Calcium	5 – 206
Magnésium	31 – 105
Phosphore	35 – 74
Cuivre	0,01 – 0,8
Fer	0,10 – 1,5
Zinc	0,02 – 0,6

III.3.2. De la partie non comestible « Noyau »

Les noyaux de dattes sont très riches en matière sèche avec un taux variant de 81 à 93%, ce qui leur confère une consistance très dure (Boudechiche *et al.*, 2009).

Ben Abbes (2011) rapporte que le noyau de dattes renferme des protéines, des glucides, des lipides, des minéraux (K, P, Ca, Na, Fe, Mn, Zn, Cu). (Tableau 6)

Tableau VI : Composition biochimique des noyaux de dattes (Boudechiche *et al.*, 2009).

Composés	Teneurs en % de MS
Fibres	82,03 – 92,26
Protéines	5,15 – 7,27
Lipides	5,15 – 7,12
Cellulose brute	15,18 – 19,26
Eléments minéraux	1,26 – 3,17

III.4. Composition des dattes en métabolites secondaires

Les dattes sont des fruits riches en substances biologiquement actives, ce qui leurs confèrent un grand intérêt nutritionnel (Tajini *et al.*, 2020).

D'après une étude effectuée sur les variétés de dattes Deglet-nour et Medjhoool, elles présenteraient une teneur en polyphénols totaux qui varie entre 3,26 à 4,52 mg.EAG/g de matière sèche (Tajini *et al.*, 2020). Selon Mansouri *et al.* (2005), les dattes renferment des acides féruliques, coumariques, sinapiques et quelques dérivés de l'acide cinnamique.

Les dattes présentent aussi des flavonoïdes en quantité très variable selon la variété et le mode d'extraction (Chaira *et al.*, 2009 ; Taouda *et al.*, 2014 ; Tajini *et al.*, 2020).

IV. Transformation des dattes en sirop :

Le sirop de dattes est un aliment de certaines variétés de dattes locales connus localement dans le monde arabe sous le nom de « Rob At-tamer » ou « Dibs» (Siboukeur, 1997).

C'est un produit sucré, une boisson brune épaisse foncée de couleur marron, son goût est plus doux que le sirop de saccharose avec une saveur unique (Alanazi, 2010).

Ces sirops sont riches en fer, magnésium, calcium, chlore, potassium, sodium et zinc, qui sont des éléments indispensables au bon fonctionnement de l'organisme humain. Ils sont utilisés comme édulcorants dans de nombreuses préparations pâtisseries et peuvent également servir comme matière de base dans la production de boissons gazeuses (Hamad *et al.*, 1983).

La technologie de fabrication du sirop de dattes est résumée dans la figure (3).

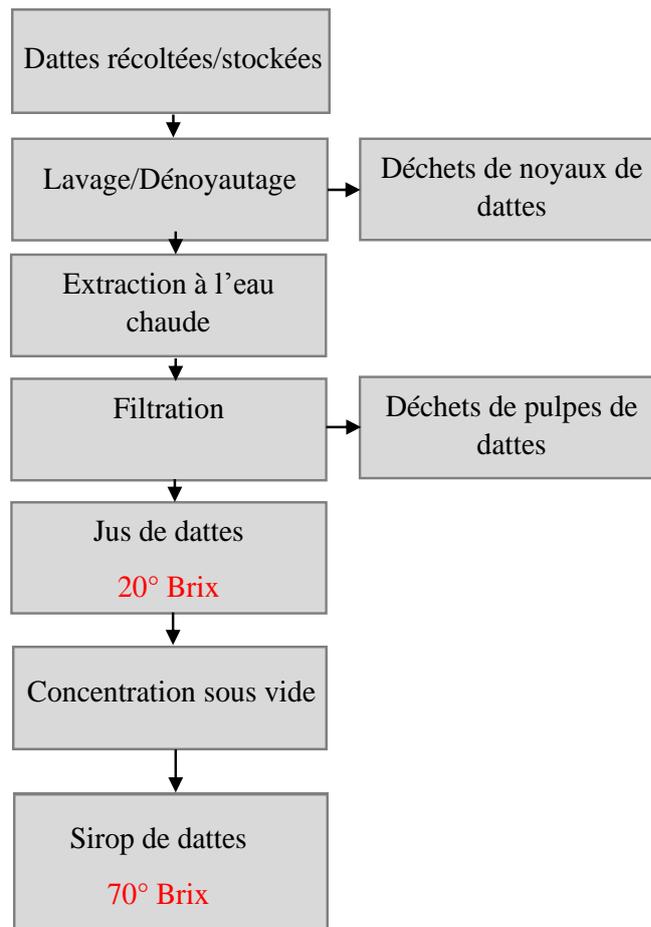


Figure 3 : Diagramme de fabrication du sirop à partir de dattes
(Estanove,1990 ; Belguedj *et al.*, 2015).

La fabrication du sirop génère les noyaux ainsi que la pulpe humide épuisée comme sous-produits. Les noyaux peuvent être vendus en l'état à diverses fins (combustible, fabrication d'un succédané de café, matière première pour la cosmétique, etc.) ou broyés pour la production d'une farine destinée à l'alimentation animale (Harrak et Boudjnah, 2012).

Chapitre 2

Généralités sur le café

Le café est l'une des boissons les plus consommées dans le monde (Carneiro, 2020) et l'un des produits alimentaires les plus pertinents d'un point de vue économique (Munyendo *et al.*, 2021). Selon l'Organisation Internationale du café (OIC) (2016), les principaux pays producteurs du café sont le Brésil (3,30 millions de tonnes), le Vietnam (1,53 million de tonnes), la Colombie (0,87 million de tonnes), l'Indonésie (0,69 million de tonnes), le Honduras (0,46 million de tonnes ; et l'Éthiopie (0,43 million de tonnes) (Franca et Oliveira, 2019).

I. Le caféier et ses fruits

Le caféier est une plante dicotylédone vivace à feuilles persistantes, elle peut atteindre des hauteurs de 6m pour arabica et de 10 m pour robusta à l'état sauvage (Farah et dos Santos, 2015)

Le café appartient au genre *Coffea* de la famille des Rubiaceae, les espèces commercialement pertinentes sont ; *Coffea arabica* (arabica) et *Coffea canephora* (robusta) (Król *et al.*, 2020), représentant respectivement environ 2/3 et 1/3 de la production mondiale du café. L'espèce *Coffea arabica* est cultivée à haute altitude (>1000 m) dans les régions tropicales et subtropicales, où le climat est plus frais, tandis que *Coffea canephora* est cultivée à des altitudes relativement basses (<800 m). Bien que robusta tolère des températures plus élevées, des précipitations plus abondantes et présentent des rendements plus élevés qu'arabica, ce dernier est considéré, par les amateurs du café comme produisant des boissons de qualité supérieure (Anzueto *et al.*, 2005) et est donc commercialisées à des prix plus élevés sur les marchés internationaux.



Figure 4 : Photographie du caféier (Houessou, 2007).

Le fruit du café (figure 4), a un exocarpe vert (appelé peau) lorsqu'il est immature, et un exocarpe rouge ou jaune à maturité, selon la variété. Vers l'intérieur, le contenu de la cerise est composé d'une pulpe gélatineuse-pectique d'environ 2 mm d'épaisseur (mésocarpe), renfermant une couche pectinée de mucilage fermenté adhérent à un parchemin, qui, à son tour, encapsule de manière lâche les haricots du café vert ou les graines (généralement deux par fruit, composé d'endosperme et d'embryon (Franca et Oliveira, 2019).

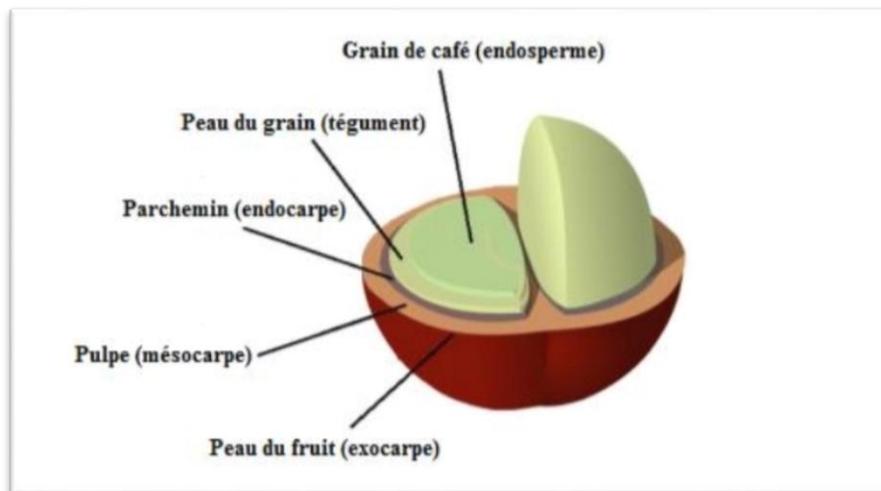


Figure 5 : Coupe longitudinale du fruit et de la graine du caféier (Farah et dos Santos, 2015).

Le principal produit d'intérêt commercial est constitué par les grains de café, représentant 50 à 55 % de la matière sèche du fruit et variant en taille, forme et densité selon le génotype (espèce) et les pratiques agricoles. Les grains d'arabica ont la forme d'un demi-ellipsoïde triaxial avec une fente longitudinale sigmoïde sur son côté plat, tandis que les grains de robusta sont plus ovales avec une fente centrale légèrement droite (Figure 6) (Franca et Oliveira, 2019).



Figure 6 : Aspect des cafés Arabica et Robusta (Pierre-Yves 2022).

Les principales différences entre Arabica et Robusta sont présentées dans le tableau suivant :

Tableau VII : Les principales différences entre les cafés Arabica et Robusta (Hečimović et *al.*, 2011 ; Franca et Oliveira, 2019).

Paramètres	Arabica	Robusta
Nom botanique	<i>Coffea Arabica</i>	<i>Coffea Canephora</i>
Date de description de l'espèce	1753	1895
Altitude de culture	1000à2000m	0 à 700m
Température	15 à 25°C	20 à 30°C
Pluviométrie	1500 à 2000mm	2000 à 3000mm
Forme	Plate	Ovale
Délais de floraison-récolte	9 mois	10 à 11 mois
Teneur en caféine	0.8 à 1.4%	1.7 à 4%
Première floraison	4 à 5 ans	2 à 3 ans
Le goût	Acide	Amer

II. La torréfaction du café

La torréfaction est un processus dans lequel les grains de café sont soumis à un traitement thermique pour favoriser une série de réactions chimiques internes et complexes qui développent l'arôme et la saveur souhaités du café en entraînant des changements importants dans la composition chimique des grains.

Pendant la torréfaction, les fèves subissent également des changements physiques importants en raison de la perte intensive de la matière sèche sous forme de gaz (par exemple, libération de vapeur d'eau, du CO₂ et des composés organiques volatils).

La technique la plus couramment utilisée pour la torréfaction du café est un processus par lots dans lequel les grains sont chargés dans des cylindres horizontaux rotatifs, où l'air chaud est soufflé à l'intérieur pour chauffer les grains en tambour jusqu'à 200-220 °C, pendant une période de temps suffisante pour atteindre le degré de torréfaction souhaité. Ce dernier, est généralement évalué par des mesures de réflectance lumineuse des grains torréfiés moulus ou simplement par une inspection visuelle de leur couleur par un opérateur (Dutra *et al.*, 2001).

Une fois que la torréfaction se termine, le lot est refroidi par la pulvérisation d'eau à l'intérieur du torréfacteur et déchargé pour être encore refroidi par un courant d'air.

Une fois la température souhaitée atteinte (généralement inférieure à 40 °C), les grains sont envoyés dans des bacs de stockage soit par des élévateurs à godets, soit par transport pneumatique, où ils reposent pendant une période d'au moins 8 h pour équilibrer la pression à l'intérieur des grains, par la libération de grandes quantités de CO₂, avant qu'elles soient envoyées à un broyeur pour broyage et conditionnement ultérieur (Franca , 2019).

III. Composition chimique

Les réactions chimiques induites par la torréfaction entraînent une modification de la composition des grains de café grillés, qui dépend fortement du profil temps-température de la torréfaction et du degré de torréfaction (Dybkowska *et al.*, 2017).

La composition chimique de *Coffea arabica* et *Coffea canephora* (robusta), les deux espèces de café les plus importantes sur le plan commercial, avant et après la torréfaction, est résumé dans le tableau suivant :

Tableau VIII : Composition chimique des grains de café vert et torréfié en (%) (Wei et Tanokura, 2015)

	Arabica		Robusta	
	Vert	Torréfié	Vert	Torréfié
Polysaccharides	50-55	24-39	37-47	/
Oligosaccharides	6-8	0-3,5	5-7	0-3,5
Lipides	12-18	14,5-20	9-13	11-16
Acides aminés	2	0	2	0
Protéines	11-13	13-15	11-13	13-15
Acide chlorogénique	5,5-8	1,2-2,3	7-10	3,9-4,6
Caféine	0,9-1,2	0,5-1	0,6-0,8	0,3-0,6
Acides gras	1,5-2	1-1,5	1,5-2	1-1,5
Minéraux	3-4,2	3,5-4,5	4-4,5	4,6-5,6
Mélanoidine	/	16-17	/	16-17

Partie

Expérimentale

Matériel et Méthodes

I. Matériel et méthodes

I.1. Matériel végétal

Le travail porte sur :

Des échantillons d'un mélange (80 :20 %) de grains de cafés de la variété Robusta provenant du Vietnam et Arabica du Brésil ont été torréfiés en utilisant la méthode artisanale et en opérant à une température de 200°C pendant 20 minutes. (La torréfaction a eu lieu à l'usine de torréfaction « **Tigre Royal** ».

- Des sous-produits de la fabrication de leur sirop de dattes, qui sont composés de pulpes et de noyaux provenant de l'entreprise « **Full-fruits** ».

La pulpe de datte est d'abord séchée dans une étuve à 70°C pendant 6 heures, puis broyée et tamisée afin d'obtenir une poudre homogène. Les noyaux sont séchés dans un torréfacteur à 120°C pendant environ 35 minutes. Les noyaux et la pulpe sont ensuite incorporés dans différentes formulations de cafés, trois échantillons ont été obtenus :

Echantillon A : 60% de café Robusta, 20% d'Arabica et 20% de pulpes de dattes.

Echantillon B : 60% de café Robusta, 20% d'Arabica et 20% de noyaux de dattes.

Echantillon C : 60% de café Robusta, 20% d'Arabica, 10% de pulpes de dattes et 10% de noyaux.

1.2. Analyses des paramètres physico-chimiques

Différentes analyses ont été effectuées sur tous les échantillons (Noyaux, pulpe, café témoin et les cafés incorporés), les analyses sont regroupées dans le (tableau IX).

Tableau IX : Analyses effectuées sur les différents échantillons

	Noyau	Pulpe	Café témoin + Les cafés incorporés
Analyses physiques	×	×	×
Analyses chimiques :			
-Sucres réducteurs	×	×	×
-Protéines	×	×	
-Matière grasse	×		
Polyphénols totaux	×	×	
Flavonoïdes	×	×	

I.2.1. Analyses des paramètres physiques

Les paramètres physiques analysés sont le calcul des défauts du café torréfié, la teneur en eau, la teneur en cendres, l'activité de l'eau et le pH.

I.2.1.1. Calcul des défauts (JO N°1 du 02janvier 2021)

L'analyse des défauts a été effectuée sur 100g de café torréfié selon le barème de calcul des défauts de café torréfié (voir annexe 1).

I.2.1.2. Détermination de la teneur en eau

Cinq grammes d'échantillon moulu sont séchés à l'étuve à 103°C jusqu'à poids constant (3heures). (AOAC, 2005).

La teneur en eau est calculée selon la formule suivante :

$$H\% = \frac{M1-M2}{P} \times 100$$

Avec :

M1 : Masse de capsule + matière fraîche avant étuvage ;

M2 : Masse de l'ensemble après étuvage ;

P : Prise d'essai.

I.2.1.3. Détermination de la teneur en cendres (AOAC, 1999)

- **Mode opératoire**

Deux grammes d'échantillon sont incinérés dans le four à moufle à 550°C jusqu'à l'obtention de cendres blanches ou grises, le résidu est pesé.

La teneur en cendres totales est calculée comme suit :

$$C\% = \frac{M_1 - M_0}{P} \times 100 \times \frac{100}{(100 - H)}$$

Avec :

M_0 : Masse du creuset vide

M_1 : Masse du creuset + le résidu de cendres

P : Masse de la prise d'essai

H : Teneur en humidité

I.2.1.4. Activité de l'eau

- **Principe**

L'activité de l'eau d'un corps est le rapport entre la pression de vapeur d'eau P au-dessus de la surface de celui-ci et la pression de vapeur P_0 de l'eau pure soit :

$$Aw = \frac{P}{P_0}$$

L'activité de l'eau est mesurée à l'aide d'un hygromètre.

I.2.1.5. Mesure du pH (MSDA, 2002)

Un gramme d'échantillon est ajusté à 50ml avec de l'eau distillée, le mélange est agité pendant 15minutes puis filtré. La sonde du pH-mètre est immergée dans la solution et les valeurs du pH sont relevées.

I.2.2. Analyses des paramètres chimiques

I.2.2.1. Dosage des sucres réducteurs

- **Principe**

Les glucides réducteurs peuvent être dosés grâce à leurs propriétés réductrices, en milieu alcalin et à chaud, vis-à-vis de l'acide 3-5 dinitrosalicylique (3,5-DNS).

Le 3,5-DNS est réduit en acide 3-amino-5-nitrosalicylique, dosable par colorimétrie à 540nm.

- **Mode opératoire**

Une prise d'essai d'1g est malaxée dans 3ml d'eau distillée, le mélange est ensuite filtré et l'extrait récupéré. 0,5 ml d'extrait sont prélevés et additionnés de 0,5 ml du réactif DNS. Le mélange est placé au bain-marie à 100°C pendant 5 minutes et refroidie ensuite dans une eau glacée. 5ml d'eau distillée sont ajoutés au mélange (Boukhary, 2008).

Une lecture spectrophotométrique est effectuée dans le visible à une longueur d'onde de 540nm.

Les résultats sont exprimés en g équivalent de glucose par Kg de matière sèche selon une courbe étalon (voir annexe 2).

I.2.2.2. Dosage des protéines (Méthode de Kjeldahl)

- **Principe**

Minéralisation par l'acide sulfurique en présence de catalyseur, alcalinisation des produits de la réaction, distillation de l'ammoniac libéré et titrage.

- **Mode opératoire**

Deux étapes sont suivies pour effectuer ce dosage :

- a. La minéralisation :**

Une prise d'essai d'1g d'échantillon est additionnée de catalyseurs : 6g de sulfate de potassium et 1g de sulfate de cuivre, le tout est dissout dans 15ml d'acide sulfurique et porté à ébullition pendant environs 2heures dans un matras de minéralisation. Après refroidissement, 50ml de solution d'hydroxyde de Sodium sont ajoutés.

- b. Distillation de l'ammoniac :**

Le matras est placé dans le distillateur, et est additionné 50 ml de soude, à la fin de la distillation la solution d'acide borique est récupérée et titrée avec de l'HCL à 0,1 mol/l. Le calcul sera ensuite appliqué, en considérant un facteur de conversion (16% d'azote en moyenne dans les protéines) (Nozawa et al., 2005).

I.2.2.3. Extraction et détermination de la teneur en matière grasse

L'huile est extraite par Soxhlet à partir d'un échantillon de 10 g de farine de noyaux de dattes avec de l'éther de pétrole (40-60 °C). Après évaporation au rotavapeur, la teneur en huile est calculée par la différence de poids des ballons avant et après évaporation selon la norme AOAC (1990) (Boussena et Khali, 2016).

$$\text{MG}\% = \frac{M1-M2}{P} \times 100$$

Avec :

M1 : Masse du ballon + l'extrait avant évaporation ;

M2 : Masse de l'ensemble après évaporation ;

P : Prise d'essai.

I.3. Analyses des composés bioactifs

I.3.1 Extraction et dosage des polyphénols

Le dosage a été effectué sur la pulpe et le noyau de datte :

a. Sur la pulpe de datte :

• Extraction

L'extraction des polyphénols a été réalisée selon la méthode de (Liyana-Pathirana et Shahidi, 2006) par simple macération à température ambiante de 20g d'échantillons avec un mélange de solvant méthanol-acétone-eau (14/14/12 ;V/V/V) pendant 2H, le mélange a été filtré.

Le filtrat a été récupérée et l'échantillon est réextrait en suivant les mêmes étapes, les extraits sont combinés.

L'extrait est ensuite délipidé en le décantant à volume égale, avec l'hexane (Chiremba *et al.*, 2012).

• Dosage (méthode de Folin-ciocalteu, 1927)

Une prise d'essai de 0,5 ml est additionnée de 2,5 ml de folin ciocalteu et de 2ml de Na_2CO_3 à 7,5% le mélange est ensuite incubé à l'obscurité pendant 1h.

A partir des densités optiques obtenues lors de la lecture spectrophotométriques UV-visible à 765nm, nous avons pu déduire les teneurs en polyphénols dans les échantillons en se référant à une courbe étalon (voir annexe 3).

Les résultats sont exprimés en mg EAG/100g de MS.

b. Sur les noyaux de datte :

• Extraction

Vingt grammes d'échantillon sont dissous dans 200ml d'eau distillée, le mélange est agité pendant 24h (Ait Ouahioune *et al.*, 2020).

- **Dosage**

Pour le dosage des polyphénols, 0,3ml d'échantillon sont additionnés de 1,5ml de Folin-ciocalteu et de 1,2ml de Na_2CO_3 , le mélange est incubé à l'abri de la lumière pendant 2h.

A partir des densités optiques obtenues lors de la lecture spectrophotométriques UV-visible à 765nm, nous avons pu déduire les teneurs en polyphénols dans les échantillons sont calculés en se référant à une courbe étalon (voir annexe 3). Les résultats sont exprimés en mg EAG/100g de MS.

I.3.2 Extraction et dosage des flavonoïdes

- **Mode opératoire**

Un volume de 2ml d'extrait méthanolique est mélangée avec 0,6 ml d'une solution de NaNO_2 (5%). Après incubation à la température ambiante, on ajoute 1,2 ml d'une solution de trichlorure d'aluminium à 10% ($\text{AlCl}_3, 6\text{H}_2\text{O}$) fraîchement préparée. Après 5 minutes de repos on ajoute 4ml de soude ($\text{NaOH}, 1\text{M}$) et on ajuste avec de l'eau distillé jusqu'à 10ml (Lecheb *et al.*, 2020). L'absorbance est mesurée à 510 nm en se référant à une courbe étalon (voir annexe 4). Les résultats sont exprimés en mg EQ/100g de MS.

I.4. Etude statistique

Pour chaque test, trois essais ont été réalisés. L'étude statistique consiste en une analyse de la variance (ANOVA) par le test de Newman Keuls en utilisant le logiciel Statistica 5.5. Le degré de signification des données est estimé à la probabilité $p < 0,05$, dans le but de comparer les résultats et mettre en évidence des différences significatives entre les échantillons.

I.5. Analyse sensorielle

Une analyse sensorielle sur des échantillons (A,B,C) de cafés incorporés de noyaux et pulpe de datte a été effectuée par un panel de 15 individus naïfs.

L'objectif de cette évaluation est de savoir quel café présente les meilleures caractéristiques organoleptiques en se basant sur l'aspect, la saveur et la préférence, et cela en adoptant l'épreuve de classement.

Résultats et Discussion

II. Résultats et discussion

II.1 Paramètres physiques

La figures (7) ci-dessous représentent les résultats de la détermination des teneurs en eau, en Cendres, de l'activité de l'eau et du pH des deux sous-produits (pulpe et noyau de datte).

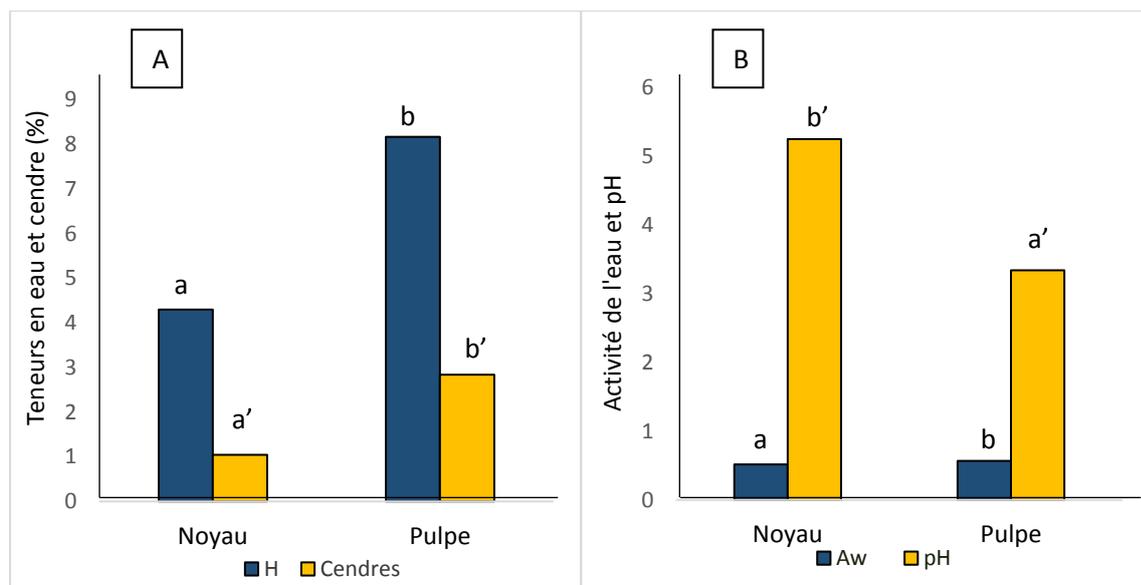


Figure 7 : (A) Teneurs en eau et en cendres (B) activité de l'eau et pH du noyau et pulpe de dattes.

Les moyennes suivis par des lettres différentes montrent une différence significative à $p < 0,05$

L'analyse statistique révèle une différence significative à $p < 0,05$ sur l'ensemble des analyses physico-chimiques effectuées sur le noyau et la pulpe de dattes.

Selon les résultats obtenus le taux d'humidité présent dans la pulpe de datte est de 8,17% soit 2 fois plus élevé que celui présent dans le noyau. En comparaison avec les valeurs retrouvées par Borchani *et al.* (2010) sur la variété Deglet Nour et Chniti *et al.* (2012) sur la pulpe de déchets de datte, la teneur en eau est respectivement de 13,58% et 21,47 %, ces résultats sont nettement supérieurs aux nôtres, ceci peut être expliqué par le séchage préalablement effectué sur notre échantillon en vue de sa conservation et son incorporation.

Le taux d'humidité de la poudre de noyaux de dattes est de l'ordre de 4,3% et donc moins élevé que celui noté par Khali *et al.* (2015) (6.37%) et par Boudechiche *et al.* (2009) qui

ont travaillé sur plusieurs variétés avec un taux variant entre 7% et 19%. La faible teneur en eau et la teneur en matière sèche du noyau lui procure sa consistance dure (Lecheb, 2010).

Les résultats de l'activité de l'eau montrent une légère différence de 0,058 entre la pulpe (0,573) et le noyau de datte (0,515), mais qui concordent avec la teneur en eau faible de ces derniers, permettant ainsi une bonne conservation du produit avant et après son incorporation du fait de l'indispensabilité de l'eau.

Les résultats révèlent également que la teneur en cendres enregistrée pour la pulpe représente le double de la teneur retrouvée dans le noyau. Elle est estimée à 2,8% contre 1,044% au niveau du noyau. De nombreux auteurs dont Saafi *et al.* (2008) affirment que la datte renferme une teneur en cendres comprise entre 1,5 et 4% ce qui concorde avec notre résultat de 2,8%. Ce dernier est également supérieur à 0,6% teneur trouvée par Chniti *et al.* (2012) sur les déchets de pulpes de dattes.

La teneur en cendres de la poudre de noyaux concorde avec celles rapportées par d'autres auteurs, Hamada *et al.* (2002) et Harrak *et al.* (2005), qui se situent entre 1,0 et 2,7%. Des valeurs supérieures ont été rapportées par Boudechiche *et al.* (2009) allant jusqu'à 3,17%. Selon Lecheb (2010), les dattes renferment un grand nombre de minéraux (Na, K, Mg, Cu, Fe, Ca, Zn) en quantité variables selon la variété, cette différence peut être due à la nature du sol des palmerais.

Le pH du noyau (5,24) est plus élevé par rapport à celui de la pulpe de datte (3,34). Chniti *et al.* (2012) ont rapporté une valeur du pH de la pulpe de date de 5,5. Ce résultat est expliqué par l'élévation de l'acidité grasse au niveau de la pulpe de dattes (Khali *et al.*, 2015).

La valeur du pH de la poudre de noyaux étudiée est inférieure à celle de Khali *et al.* (2015) et supérieure à celle de Sayah et Ould El Hadj (2010) et Ghnimi *et al.* (2015) qui sont respectivement de 5,91, 5,48 et 4.8.

II.2 Paramètres chimiques

II.2.1 Teneurs en sucres réducteurs

La figure suivante montre les teneurs en sucres réducteurs de la pulpe et le noyau de datte :

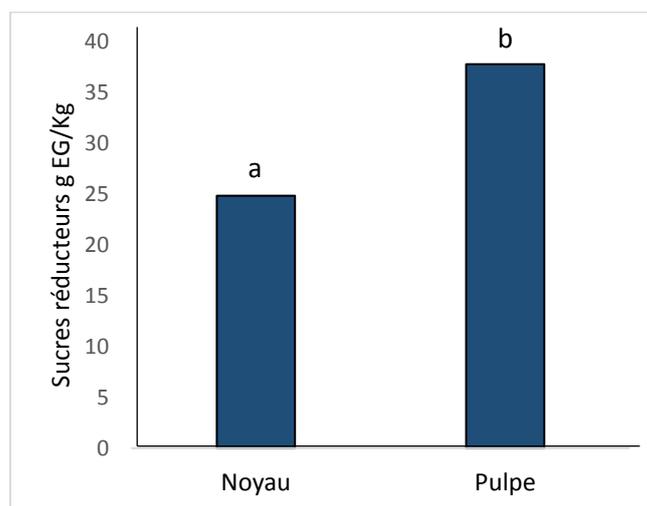


Figure 8 : Teneurs en sucres réducteurs du noyau et de la pulpe de dattes.

Les moyennes suivies par des lettres différentes montrent une différence significative à $p < 0,05$

Le noyau présente une teneur en sucres de 24,82 g EG/Kg contre 37,75 g EG/Kg de MS dans la pulpe, soit environ 13g de moins que dans cette dernière. D'après Ghnimi *et al.* (2017), les glucides y compris les sucres réducteurs et les fibres alimentaires sont les composés majoritaires des dattes. Les résultats obtenus, montrent que les noyaux de datte renferment plus de sucres, qui sont d'après Ghnimi *et al.* (2017), des fibres insolubles (les gluco- et galactomannane solubles dans l'eau et un hétéroxylane soluble dans les solutions alcalines). Les mannanes, selon le même auteur sont responsables de la dureté des noyaux.

II.2.2 Teneurs en protéines

La teneur en protéines des noyaux et pulpes de dattes sont représentés dans la figure suivante :

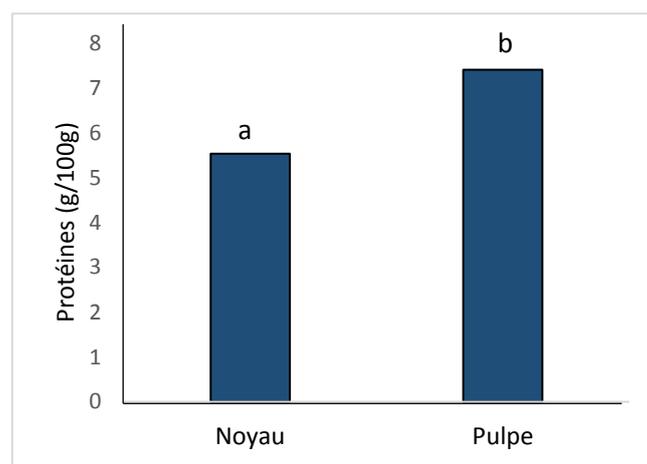


Figure 9 : Teneurs en protéines du noyau et de la pulpe de dattes.

Les moyennes suivies par des lettres différentes montrent une différence significative à $p < 0,05$

La pulpe de datte renferme plus de protéines (7,40g/100g de MS) que les noyaux (5,53g/100g de MS). La teneur retrouvée est supérieure à celle rapportée par Harrak *et al.* (2005) qui varient de 1,99 à 4,22g /100g de MS pour la variété Deglet Nour et largement au-dessus des résultats trouvés par Chniti *et al.* (2012) avec une teneur de déchets de pulpes de dattes de 0,34g/100g de MS.

La teneur en protéine des noyaux de dattes étudiés montre une valeur de 5,530g/100g de MS, des teneurs identiques ont été retrouvées par Boudechiche *et al.* (2009) (Entre 5,15 et 7,27 g /100g de MS) ; néanmoins, certaines variétés de dattes renferment des teneurs supérieures à celle retrouvée : 6,51g/100g pour la variété Ghars ; 6,61 g/100g pour Degla Beida.

L'étude réalisée par Akasha *et al.*, (2016), atteste de la propriété émulsifiante des protéines des noyaux de dattes.

II.2.3 Teneur en matière grasse des noyaux de datte

Le taux de matière grasse contenue dans 10g de noyau de datte est estimé à 10% ; ce qui concorde avec les résultats obtenus par Boussena *et al.* (2016), qui varient entre 6,02 et 10,39%, selon la variété. Ces résultats sont cependant supérieurs à ceux rapportés par Boudechiche *et al.*, (2009) (entre 5 et 7%).

L'étude comparative démontre la richesse des noyaux étudiés en huile, ce qui témoigne de l'intérêt de son utilisation potentielle dans les applications alimentaires.

L'huile des noyaux de dattes est riche en AGS et en AGI, en proportion presque égale (Boussena et Khali, 2016). Selon Boukouada *et al.* (2014), le profil en acides gras de l'huile des noyaux de dattes est dominé par l'acide oléique, suivi des acides laurique, myristique, palmitique et linoléique 6,9%. Des propriétés émulsifiantes et moussantes ont été attribuées à cette huile.

II.3 Composés bioactifs

II.3.1 Teneurs en polyphénols totaux

Les teneurs en polyphénols de la pulpe et du noyau de dattes étudiés sont illustrées dans la figure suivante :

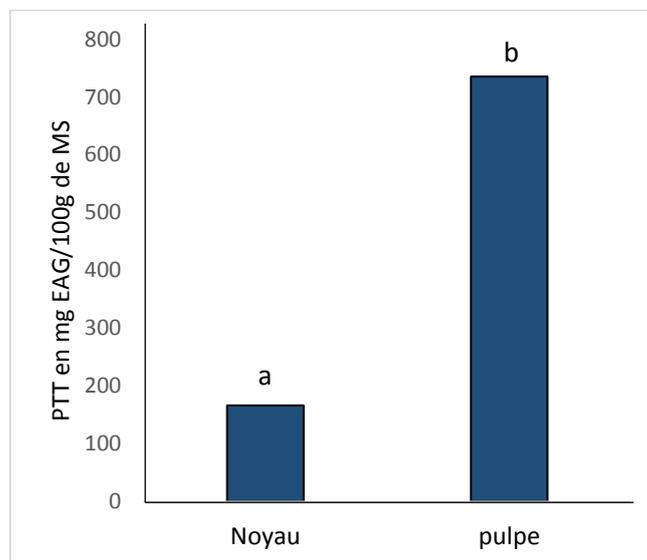


Figure 10 : Teneurs en polyphénols totaux du noyau et de la pulpe de dattes.

Les moyennes suivies par des lettres différentes montrent une différence significative à $p < 0,05$

La pulpe de datte renferme une teneur en polyphénols (735,38 mg EAG/100g de MS) (équivalent à 675,22 mg EAG/100g de MF) quatre fois et demi plus élevée que celle retrouvée dans le noyau. Cette teneur est largement supérieure à celle publiée par Lekbir *et al.* (2013) (90 mg EAG/100 g de MF) pour la variété Deglet Nour d'origine Algérienne. La variété Medjoul étudiée par Tajini *et al.* (2020) renferme une teneur de 3,62 mg EAG/g de MS.

Plusieurs autres facteurs sont impliqués dans les variations des teneurs en polyphénols, on retrouve les facteurs climatiques et environnementaux (lumière, précipitations, la saison et le type de sols) (Lekbir *et al.*, 2013), le patrimoine génétique et le stade de maturité des dattes (Fouteye *et al.*, 2014). Le mode de préparation aussi a un impact négatif sur la quantité de polyphénols qui diminue selon le traitement apporté (transformations industrielles, cuisson) (Rothwell *et al.*, 2015).

Concernant les noyaux de dattes étudiés une teneur en polyphénols de 166,48 mg EAG /100g de MS est enregistrée, elle est inférieure à 20 mg EAG /g de MS, valeur retrouvée dans les noyaux de dattes analysées par Lecheb *et al.* (2020), mais supérieure au résultat retrouvé par Alturki *et al.* (2010) variant entre 14,5 et 66,7 mg EAG/100g de MS sur les noyaux de datte des variétés saoudiennes et américaines.

L'étude menée par Ghnimi *et al.* (2016) a révélé que les dattes sont des fruits renfermant une large gamme d'antioxydants phénoliques (1 à 2%), surtout en tannins condensés, et en phénols solubles ; notamment des hydroxy-benzoates, hydroxy-cinnamates et des flavonols.

Les proanthocyanidines sont les principaux phénols des parties comestibles des dattes mûres. Les tanins solubles sont responsables du goût astringent des dattes avant pleine maturité mais leur concentration diminue au cours de la maturation (Hammouda *et al.*, 2013).

Par ailleurs, l'acide 5-ocaffeoylshimique (acide dactyliférique) et ses isomères isodactyliférique et néodactyliférique ont été identifiés chez Deglet Nour et d'autres dattes algériennes (Mansouri *et al.*, 2005) et ont été suggérés pour contribuer au brunissement pendant la maturation des fruits (Maier *et al.*, 1964 cité par Ghnimi *et al.*, 2016).

II.3.2 Teneurs en Flavonoïdes

Les teneurs en flavonoïdes dans le noyau et la pulpe de dattes sont représentées dans la figure suivante :

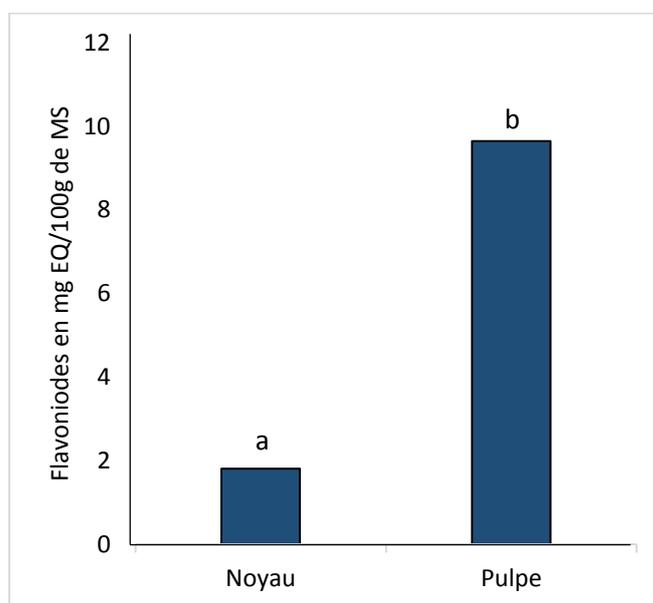


Figure 11 : Teneurs en flavonoïdes du noyau et pulpe de datte.

Les moyennes suivies par des lettres différentes montrent une différence significative à $p < 0,05$

Les concentrations des flavonoïdes sont estimés dans les extraits de pulpes et de noyaux de dattes à 9,65mg EQ/100g de MS (équivalent à 8,86 mg EQ/100g de MF) et 1,81mg EQ/100g de MS, respectivement. En comparaison avec les valeurs obtenues par Tajini *et al.* (2020) sur la pulpe de dattes qui sont de 43,17 μg EQ/g de MS pour la variété Deglet nour et 11,1 μg EQ/g de MS pour la variété Medjoul, et celles retrouvées par Chabir *et al.* (2014) montrant des teneurs allant de 0,01-0,38mg/100g de MF. Elles sont toutes inférieures aux nôtres.

La teneur en flavonoïdes dans les noyaux de dattes est inférieure à celles rapportées par Lecheb *et al.* (2020) variant de 0,5 à 13 mg EQ/g de MS.

Il est important de noter que les teneurs en flavonoïdes représentent une faible proportion par rapport aux polyphénols totaux dans la pulpe (1,3%) et aussi dans le noyau (1,1%), ce qui indique que les flavonoïdes ne sont pas les composés phénoliques les plus abondants dans la datte.

D'après une étude de Hammouda (2016) sur le profil phénolique des dattes et leur localisation, les tanins condensés sont largement prédominants dans les tissus pulpeux de la datte avec une teneur moyenne de 150mg/fruit et se trouvent en particulier dans le mésocarpe et en quantité importante dans le noyau dans une assise cellulaire interne précise du tégument. Les flavanols, eux seraient présents dans l'épicarpe.

Des glycosides flavonoïdes de la lutéoline, de la quercétine et de l'apigénine ont été identifiés dans Deglet Nour, y compris sous formes méthylées et sulfatées (Ghnimi *et al.*, 2017).

II.4 Résultats des analyses du café

Le café a été soumis à des analyses physico-chimiques : Calcul des défaut, humidité, cendres, Aw, pH et dosage des sucres réducteurs.

II.4.1 Calculs des défauts :

Le test a été effectué sur les deux variétés de Café (Arabica et Robusta). Les résultats du triage sont dans les tableaux (X) et (XI).

Selon l'arrêté interministériel 3 Dhoul El kaâda 1441 correspondant au 25 juin 2020 fixant la limite des défauts des cafés torréfiés et des cafés vert et le barème de calcul de ces défauts ainsi que la granulation du café et suivant art.5 stipulant que le café torréfié mis à la consommation ne doit pas renfermer de fèves torréfiées défectueuses en poids maximum de 12%, ou de quantité maximale de 75 défauts pour un échantillon de granulation normal de 100 grammes, les deux variétés de café Arabica et Robusta sont conformes.

- **Café Arabica**

Tableau X : Résultats des défauts des grains de café de la variété Arabica.

Types de défauts	Nombre de fèves	Nombre de défauts
Fève noire	1	1
Fève carbonisée	2	2
Fève cerise	0	0
Fève en parche	0	0
Fève demi-noire	3	1
Fève marbrée ou tachée	0	0
Fève indésirables	26	12
Fève pâles	2	1
Fève piquée ou scolytée	15	1
Coquilles	14	8
Brisures > 4mm	83	8
Brisures < 4mm	0.6 grammes	3
Grosse peau ou coque	2	2
Petits peaux ou parches	0	0
Gros bois	0	0
Moyen bois	0	0
Petit bois	0	0

Le nombre total de défauts retrouvé dans 100 g de grains de cafés torréfiés est de 32 défauts correspondant à 12,6% du poids.

- **Café Robusta**

Tableau XI : Résultats des défauts des grains de café de la variété Robusta.

Types de défauts	Nombre de fèves	Nombre de défauts
Fève noire	3	3
Fève carbonisée	4	4
Fève cerise	0	0
Fève en parche	0	0
Fève demi-noire	0	0
Fève marbrée ou tachée	14	7
Fève indésirables	8	4
Fève pâles	9	4
Fève piquée ou scolytée	4	0
Coquilles	3	0
Brisures > 4mm	5	5
brisures < 4mm	0	0
Grosse peau ou coque	2	2
Petits peaux ou parches	0	0
Gros bois	0	0
Moyen bois	0	0
Petit bois	0	0

Le nombre total de défauts retrouvé dans 100 g de grains de cafés torréfiés est de 29 défauts correspondant à 11,2% du poids.

II.4.2 Analyses physico-chimiques

Les teneurs en eau et en cendres sont représentés dans la figure suivante :

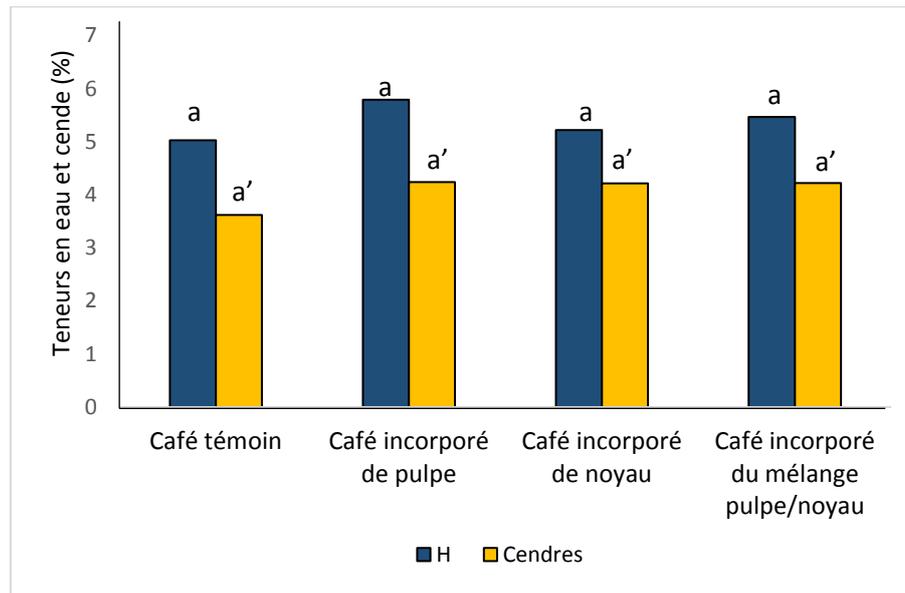


Figure 12 : Teneurs en eau et en cendre des 4 échantillons de café.

Il n'y a pas de différence significative à $p < 0,05$ dans la teneur en eau entre les 4 poudres de cafés, d'après les résultats le taux varie entre 5,033 à 5,470%, qui, représentent respectivement l'humidité du café témoin et du café à base de pulpe. La limite maximale en humidité selon le Décret exécutif n° 17-99 du 29 Joumada El Oula 1438 correspondant au 26 février 2017 fixant les caractéristiques du café ainsi que les conditions et les modalités de sa mise à la consommation est de 5%. Toutefois cette limite n'est pas applicable aux cafés moulus. Il existe une explication possible à la légère augmentation dans les cafés où la pulpe est présente, est celle que cette dernière contient une teneur en eau plus élevée que celle du café.

Pas de différence significative aussi à $p < 0,05$ dans la teneur en cendres, malgré une teneur plus élevée dans les cafés incorporés avoisinant les 4,2% comparé au café témoin qui est de 3,623%. Là aussi il existe une limite qui est fixé à 6% selon le Décret exécutif n° 17-99 du 29 Joumada El Oula 1438 correspondant au 26 février 2017 fixant les caractéristiques du café ainsi que les conditions et les modalités de sa mise à la consommation, les trois formules de café sont conformes à la norme.

Les valeurs de l'activité de l'eau sont résumées dans la figure suivante :

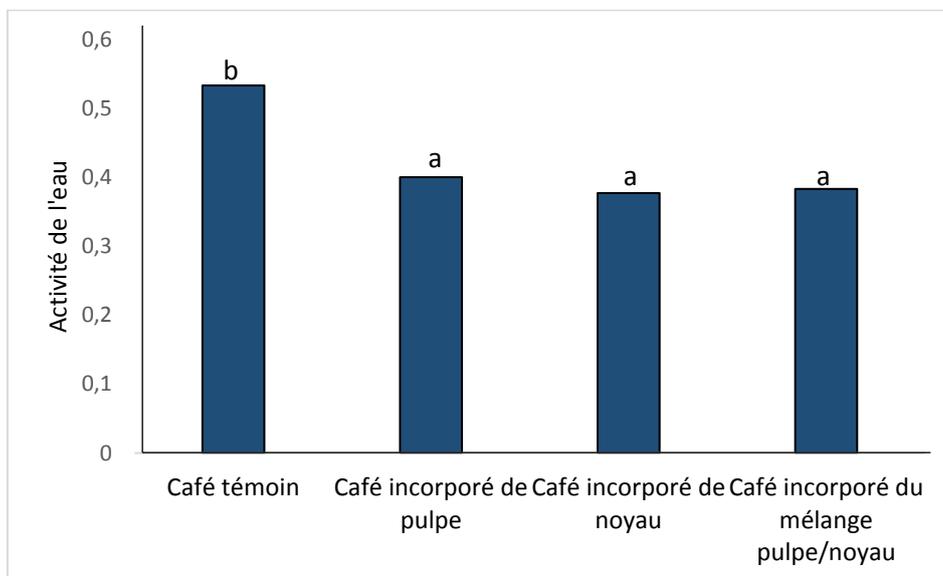


Figure 13 : Valeurs de l'Aw des 4 échantillons de café.

Les moyennes suivis par des lettres différentes montrent une différence significative à $p < 0,05$

Les résultats obtenus pour l'Aw montrent qu'il y a une différence significative à $p < 0,05$ entre la valeur retrouvée dans le café témoin, de l'ordre de 0,533 et les autres échantillons 0,4 ; 0,384 ; 0,377 qui correspondent aux cafés à base de pulpe de dattes, du mélange noyau/datte et à base de noyau de dattes. Cela prouve que l'ajout que ce soit du noyau ou de la pulpe favorise la baisse de l'activité de l'eau du café.

Le pH des cafés est représenté dans la figure ci-dessous :

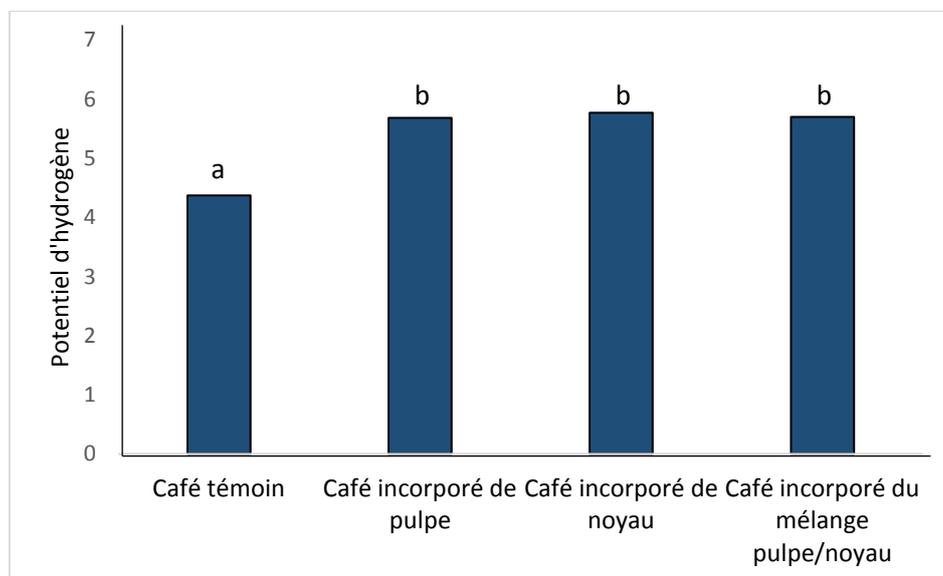


Figure 14 : Valeurs du pH des 4 échantillons de café.

Les moyennes suivis par des lettres différentes montrent une différence significative à $p < 0,05$

Résultats et discussion

Il existe une différence significative à $p < 0,05$ entre le pH du café témoin ainsi que des trois autres (café à base de pulpe de dattes (5,683), de noyau (5,770 et le mélange noyau/datte (5,703), où le café témoin a le pH le plus bas (4,37).

Les résultats des teneurs en sucres réducteurs des cafés figurent ci-dessous :

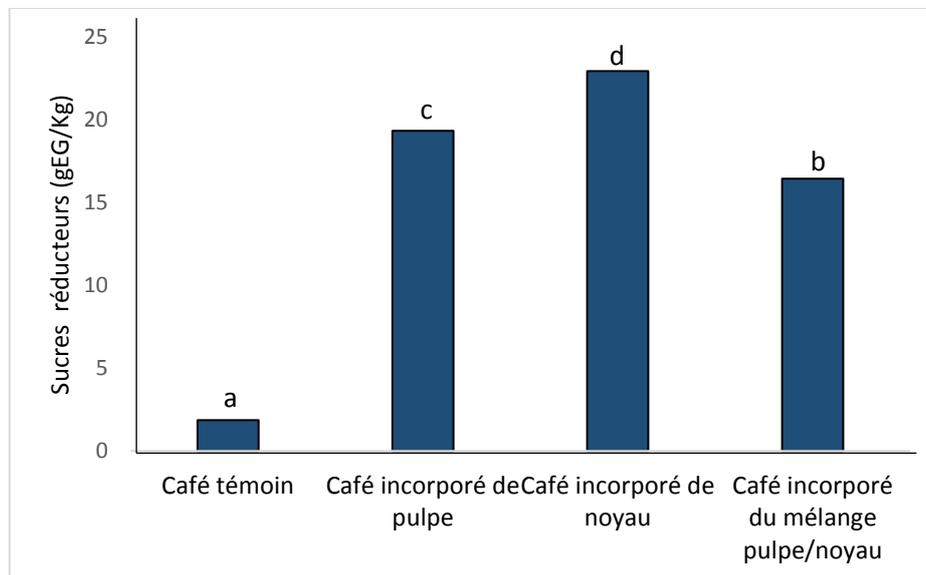


Figure 15 : Teneurs en sucres réducteurs des 4 échantillons de café.

Les moyennes suivies par des lettres différentes montrent une différence significative à $p < 0,05$

Il existe une différence significative à $p < 0,05$ entre tous les échantillons de cafés analysés. Les résultats révèlent que la teneur en sucres réducteurs la plus élevée est celle du café à base de noyaux de dattes (22,94gEG/Kg de MS), s'en suit celle du café à base de pulpes (19,34 g EG/Kg de MS) ; café à base du mélange noyau/pulpe et en dernier le café témoin. On déduit que l'ajout du noyau et de la pulpe de dattes fait augmenter considérablement la teneur en sucres du café et de ce fait aide à réduire la forte amertume du café.

II.5 Analyse sensorielle

Les dégustateurs ont classé les échantillons A, B et C selon les critères suivants :

II.5.1 Aspect

L'aspect des trois formules de café a été étudié en appréciant la mousse formée.

- **Critère de la mousse**

La figure ci-dessous représente l'avis des dégustateurs sur l'épaisseur de la mousse de café :

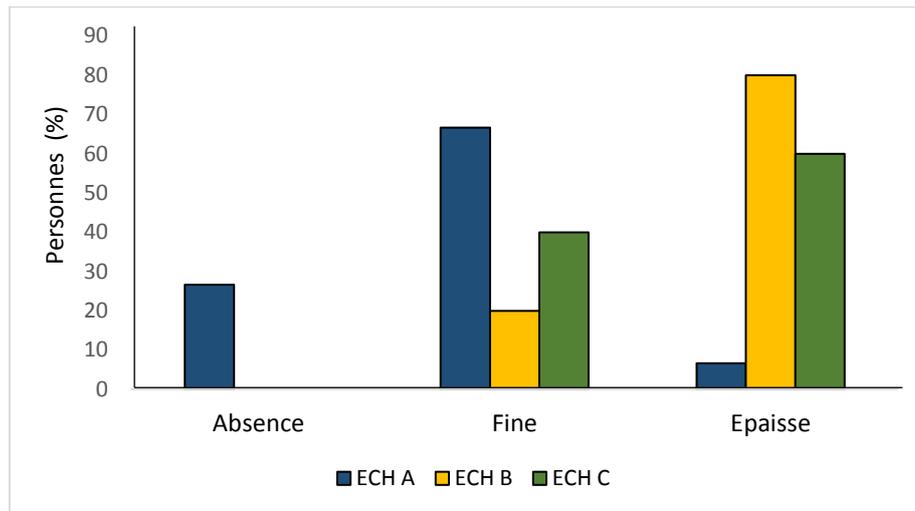


Figure 16 : Critère de la mousse des trois échantillons de café.

Selon le panel de dégustateurs 80% et 60% d'individus trouvent que les échantillons B et C, respectivement présentent une mousse épaisse et le reste la trouve fine. Concernant l'échantillon A, les dégustateurs sont partagés entre l'appréciation d'une fine mousse (68%) et par son absence (28%).

II.5.2 La saveur

La saveur des trois formulations de café a été étudiée en se référant à l'amertume et à l'intensité de chaque formulation.

- **Critères de l'amertume et de l'intensité**

La figure ci-dessous montre l'avis des dégustateurs concernant l'intensité ainsi que l'amertume des échantillons.

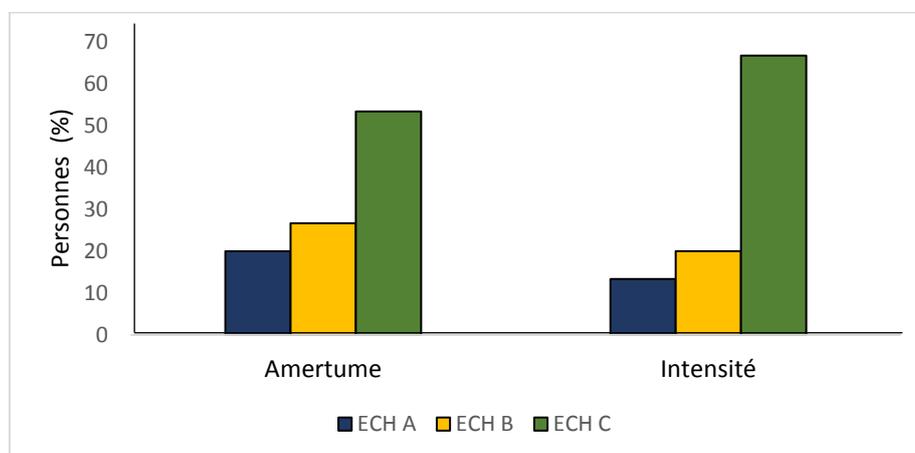


Figure 17 : Critères d'intensité et d'amertume des trois échantillons de café.

Plus de 50% des dégustateurs jugent l'échantillon C comme étant le plus amer et le plus intense, suivi par l'échantillon B et en dernier l'échantillon A le moins amer et le moins intense, avec 20% de votes concernant l'amertume et 13% seulement pour l'intensité.

II.5.3 La préférence

La préférence des dégustateurs a été jugée par leur appréciation entre les trois formulations de café.

- **L'appréciation**

Les dégustateurs ont donné des notes aux trois échantillons A, B et C selon une échelle donnée :

- 1) Très désagréable
- 2) Désagréable
- 3) Ni agréable ni désagréable
- 4) Assez agréable
- 5) Très agréable

Les résultats sont représentés dans la figure

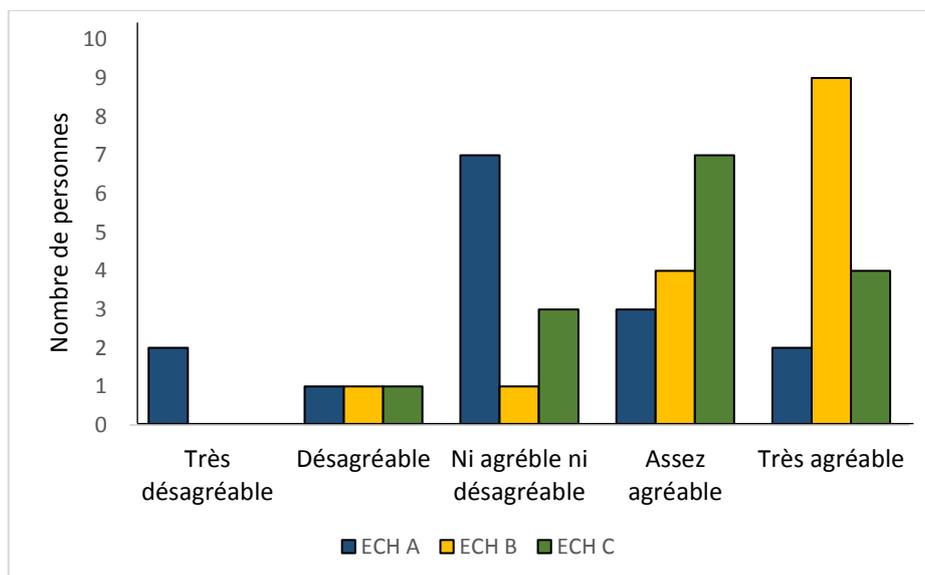


Figure 18 : Appréciation des dégustateurs vis-à-vis des trois échantillons de café

Il apparaît clairement que la majorité des dégustateurs préfèrent le café à base de noyaux de dattes le jugeant assez agréable (13 personnes sur 15 dont 9 le trouve très agréable). En deuxième position vient le café à base du mélange de noyaux et pulpe de dattes, qui dans l'ensemble est apprécié par 11 personnes sur 15. Et enfin, le café à base de pulpe de dattes les

Résultats et discussion

avis le concernant sont mitigés avec 5 personnes qui le trouve entre assez et très agréable, 7 qui sont neutres et 3 qui le trouvent désagréable.

Globalement, les notes attribuées sont toutes au-dessus de la moyenne avec respectivement 4,3 pour l'échantillon (café/noyaux) ; 3,92 (café/noyaux/pulpes) et 3,23 (café/pulpes).

Le café présentant les meilleures caractéristiques selon les dégustateurs est sans doute le café à base de noyaux de dattes qui requière pratiquement tous les critères présentés précédemment :

- Présence d'une épaisse mousse qui est très recherchée par les amateurs de café ;
- Une intensité et une amertume ni trop et ni peu présente ;
- Une appréciation gustative très convaincante.

Comptabilité des flux

De Matières

III. Comptabilité des flux de matières (Selon la norme ISO14051 :2012)

Une fois l'objectif de valorisation atteint (richesse en composition des déchets de dattes et l'appréciabilité des dégustateurs aux produits). Il faut concrétiser l'idée que les déchets de dattes peuvent être considérés et faire partie des matières premières pour la production du café leur en attribuent la valeur monétaire qui leur revient et non comme un déchet pour l'environnement. Ceci est réalisable à partir de l'étude de la comptabilité des flux de matières en suivant la norme ISO14051 :2012.

III.1 Présentation de la Norme ISO14051 :2012

Elle a pour but de fournir un cadre de fournir un cadre général pour la comptabilité des flux de matières. La MFCA est un outil de management qui peut aider les organismes à mieux appréhender les conséquences environnementales et financière de leurs pratiques en termes d'utilisation des matières et de l'énergie, et à rechercher des opportunités d'amélioration tant sur le point environnemental que financier en apportant des modifications à ces pratiques.

III.2. Etapes de réalisation de la comptabilité des flux de matières de la production de sirop de datte et du café :

Pour réussir à faire une comptabilité des flux de matières il faut passer par trois étapes principales après avoir identifié les entrées et les sorties pour chaque centre de quantités :

- **Etape 1 : Quantification des flux de matières en unités physiques**

Elle consiste à mettre au point un bilan-matières en comparant les quantités des entrées de matières aux sorties (produits et pertes de matières). Ce bilan est réalisé pour la production de sirop de dattes (figure 19) et la production des cafés incorporés (figure 20).

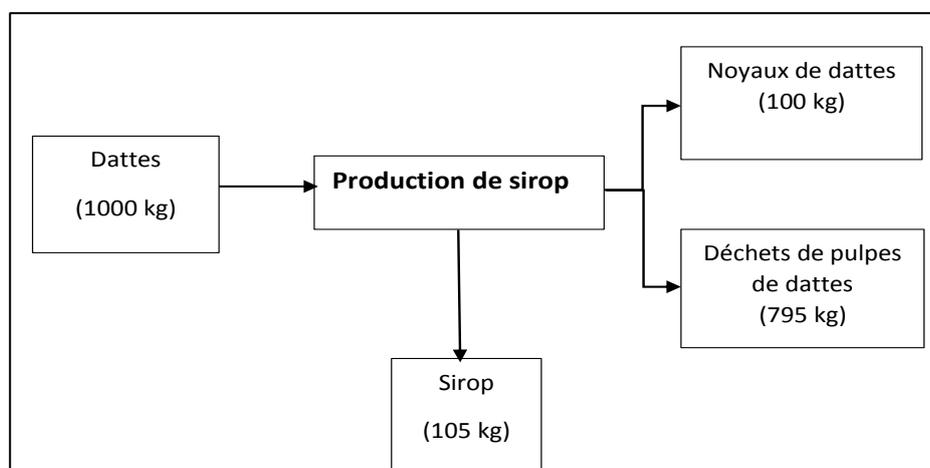


Figure 19 : Bilan-matières massique de la production du sirop de dattes.

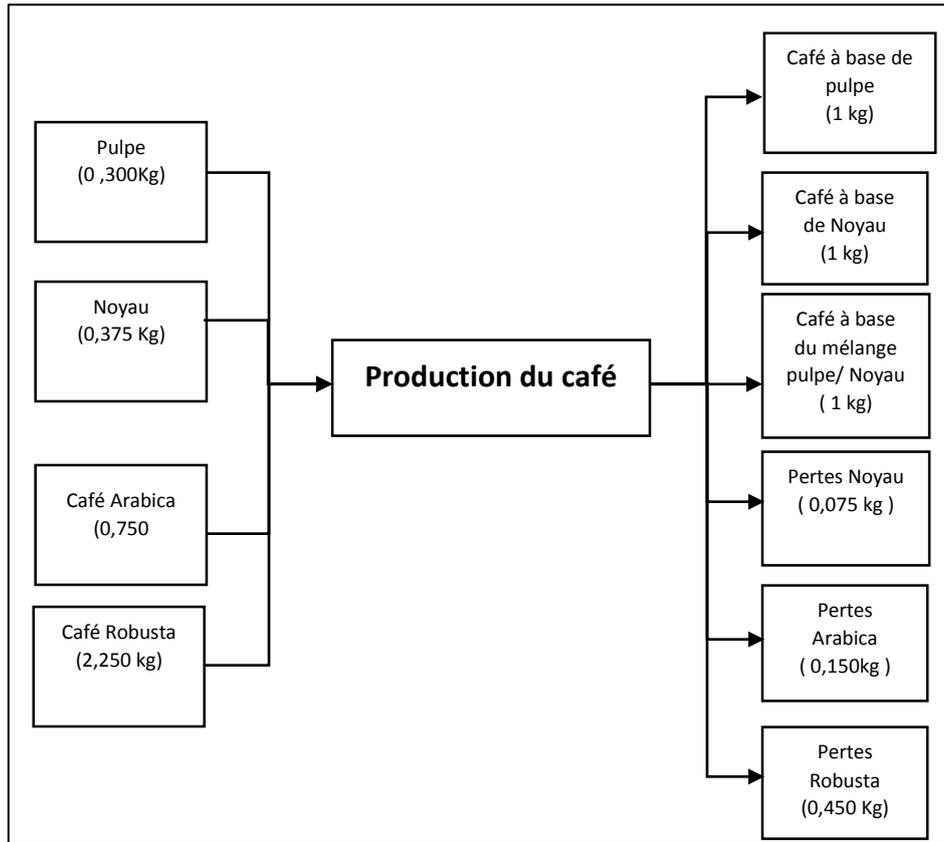


Figure 20 : Bilan-matières massique de la production de café à base de déchets de dattes.

- **Etape 2 : Quantification des flux de matières en unités monétaire**

L'étude a été faite pour la production du sirop (figure 21) ainsi que pour la production du café (figure 22).

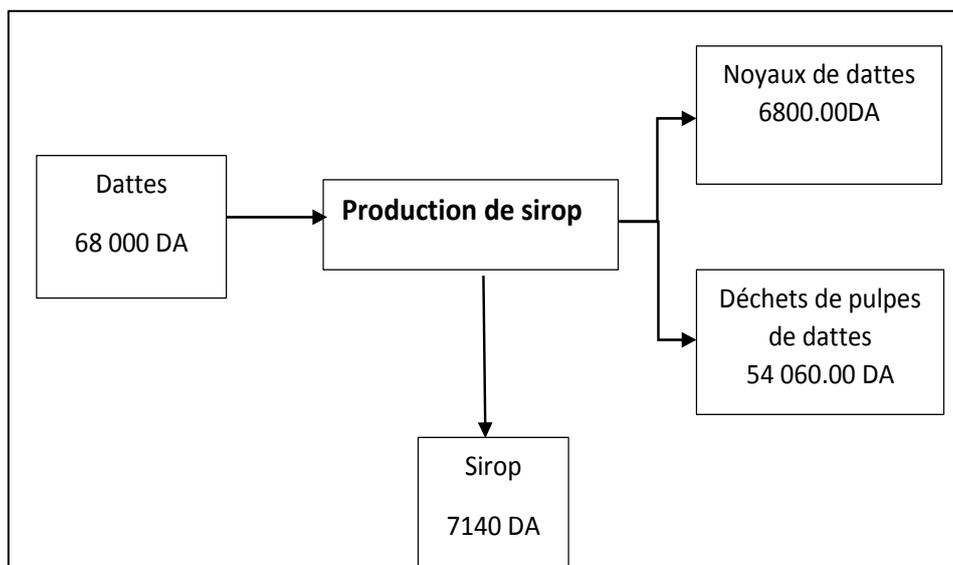


Figure 21 : Bilan-matières monétaire de la production du sirop de dattes.

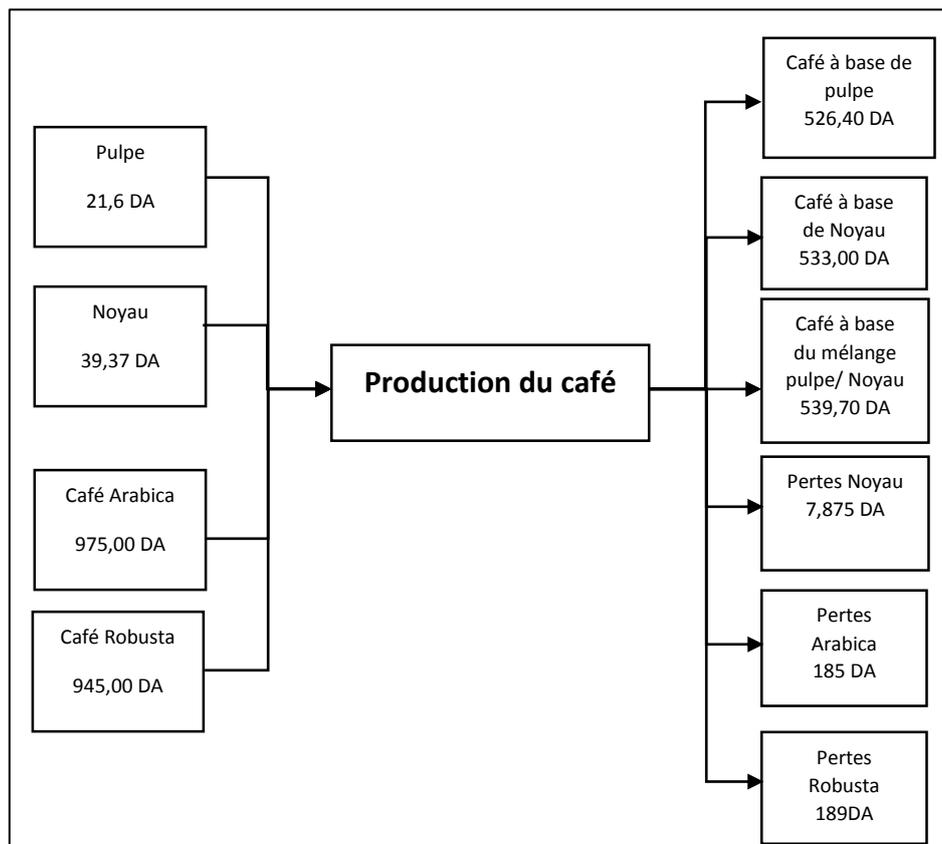


Figure 22 : Bilan-matières monétaire de la production de café à base de déchets de dattes.

- **Etape 3** : Calcul des coûts

Il convient que tous les coûts induits par et/ou associés aux flux matières entrant et sortent d'un centre de quantité soient quantifiés et rattachés ou imputés à ces flux de matières comme l'indique les figures (23) et (24).

D'après le schéma général (figure 23) des coûts entrant dans la production du sirop de dattes, le coût de revient du produit avec la MFCA est de 46157.53 DA soit 4.03% du coût de revient (114402.98 DA) avec la comptabilité analytique. Cette différence est due à l'absence de considération des déchets et leur coût, qui sont alors tous imputés au produit.

Contrairement à la MFCA, qui partage les coûts avec l'ensemble des flux (produits et déchets). Permettant à l'industrielle de vendre son produit moins cher et donc la demande augmentera, et que les déchets soient valorisés au lieu d'être jeté.

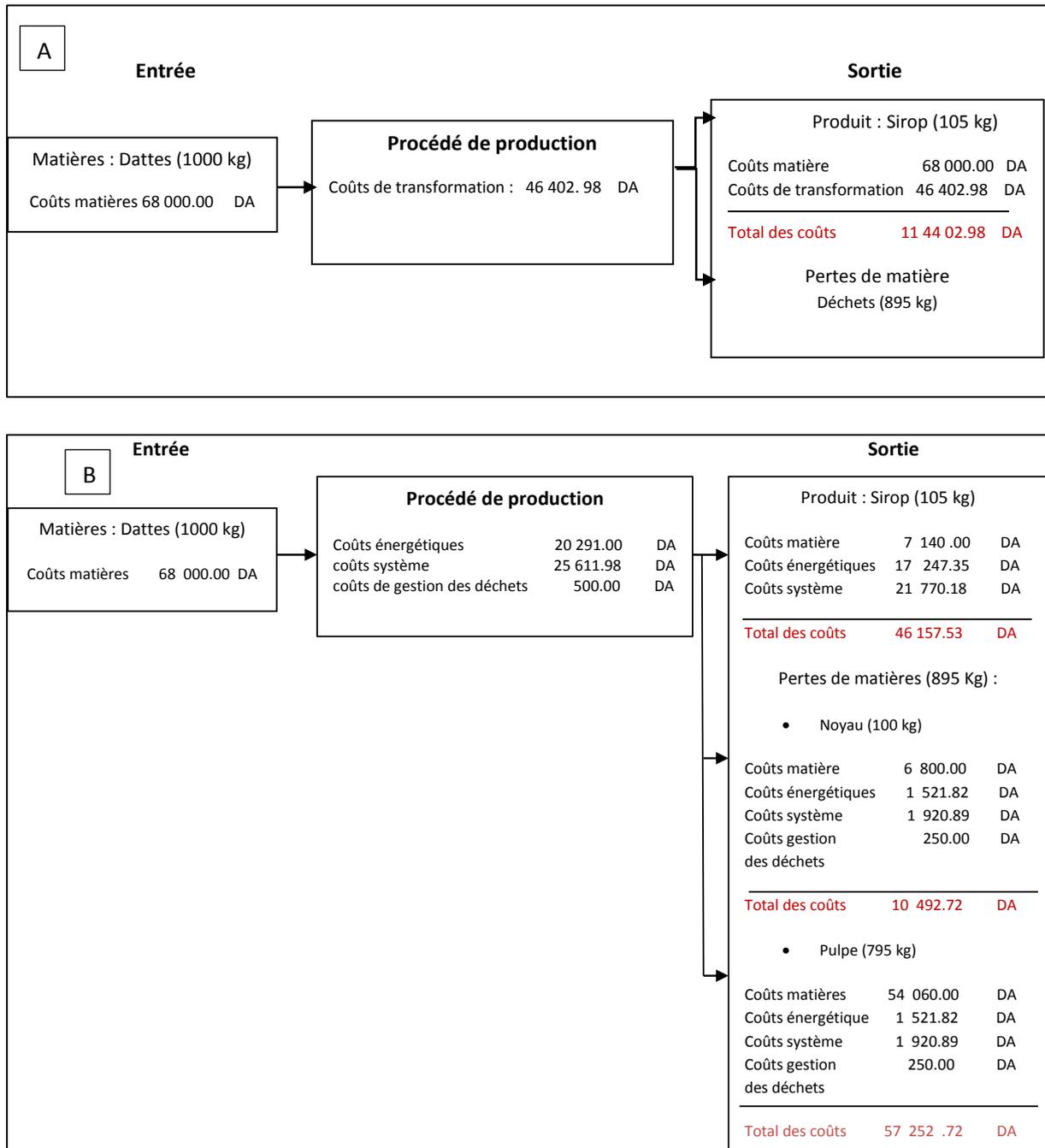


Figure 23 : Différences entre la comptabilité analytique classique (A) et la MFCA (B).

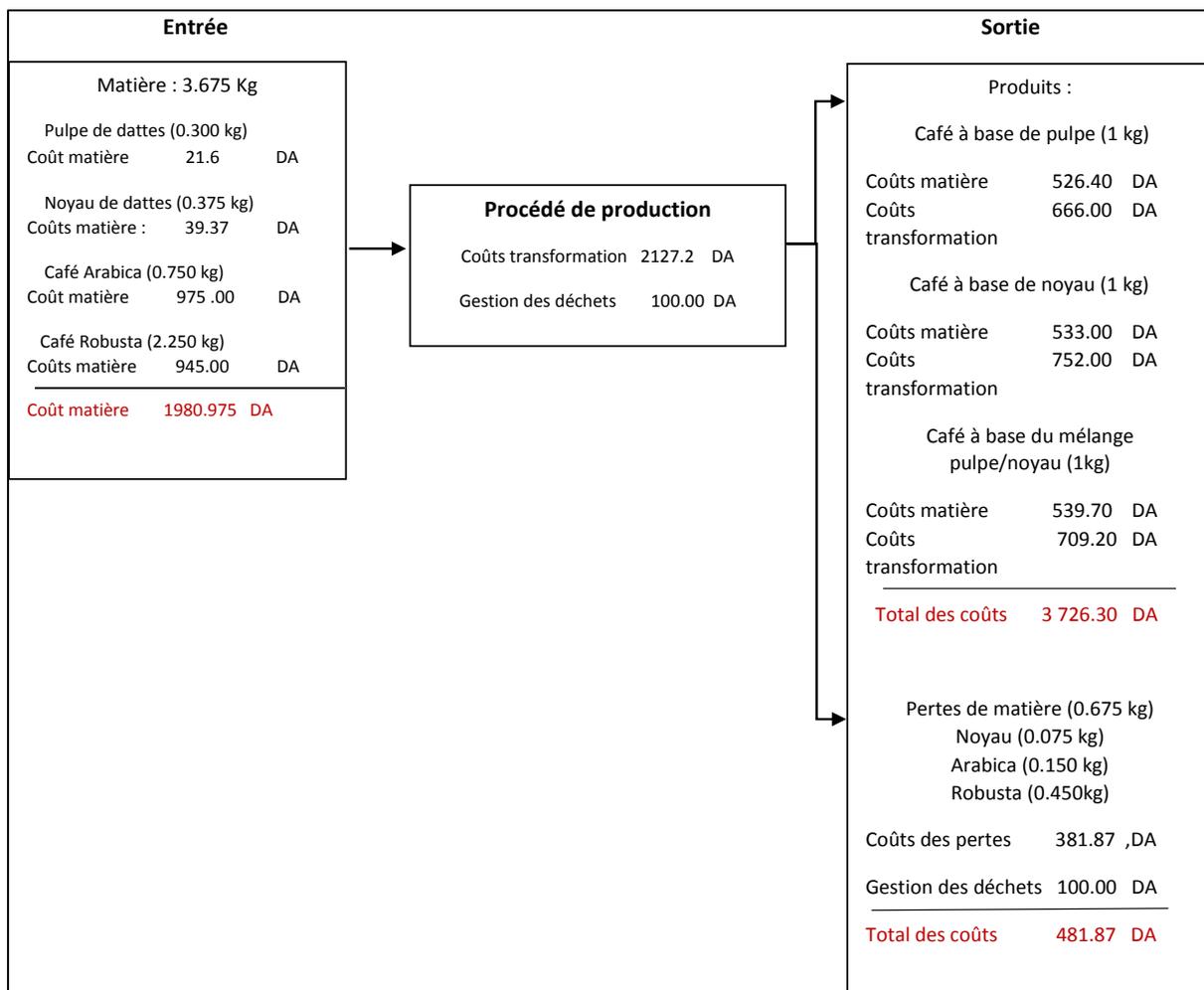


Figure 24 : Coûts de production des cafés à base de déchets de dattes.

L'incorporation des noyaux et pulpes de dattes, fait baisser significativement le prix du café de par leur coût moindre par rapport au café qui est assez couteux.

Les pertes de matière lors de la production de café se produit principalement lors de la torréfaction du café et noyau (20% chacun). Ces pertes ne seront qu'utiliser comme fertilisants.

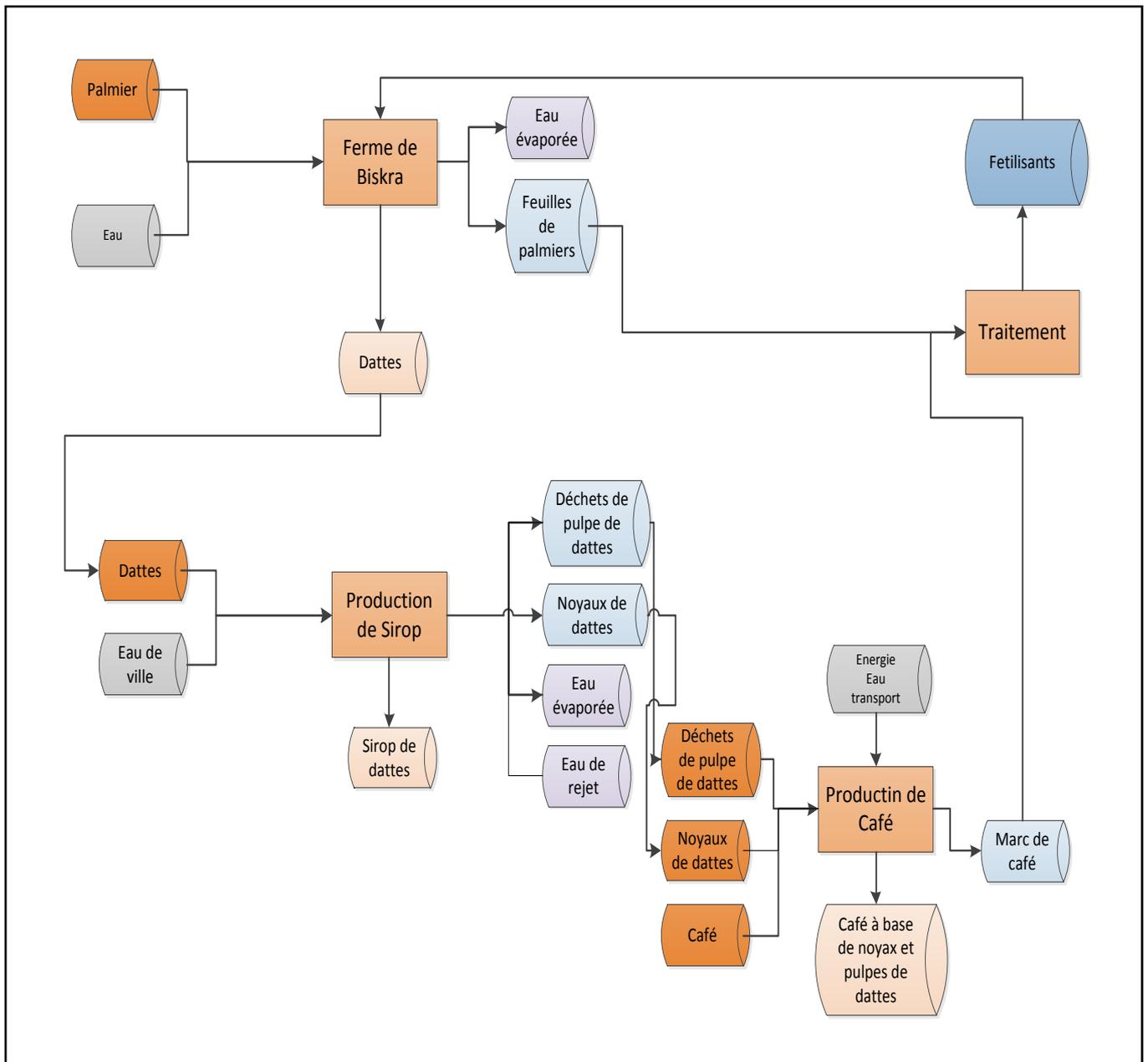


Figure 25 : Diagramme de valorisation des sous-produits de la production du sirop de dattes et du café.

Conclusion

Conclusion

L'objectif de l'étude réalisée est de contribuer à la valorisation des sous-produits de fabrication du sirop de datte (noyaux et pulpe), par incorporation dans trois formulations de café et une validation de cette valorisation par comptabilité de flux de matières.

Les résultats ont mis en relief l'intérêt nutritionnel de la valorisation des noyaux et de la pulpe de dattes, du fait de leurs teneurs en sucres, en protéines, en composés phénoliques et en flavonoïdes. La teneur en matière grasse élevée des noyaux de dattes (10%) témoigne de l'intérêt de son incorporation dans le café, permettant ainsi d'obtenir un café plus mousseux. L'incorporation de ces sous-produits n'a pas affecté les paramètres physico-chimiques.

Les résultats de l'analyse sensorielle viennent confirmer ces résultats, montrant une meilleure préférence pour le café enrichi par les noyaux de dattes par la majorité des dégustateurs.

La comptabilité des flux de matière par la MFCA a démontré une baisse significative du coût de revient de la production du café après incorporation des sous-produits (noyaux et pulpe de dattes) et témoigne alors de l'intérêt économique de l'incorporation de ces sous-produits dans la formulation du café.

A la lumière de ces résultats, on souligne quelques points à réaliser dans le sens d'améliorer et compléter nos résultats :

- Analyses approfondies des propriétés et les interactions qui entrent en jeux dans la formation de mousse dans le café incorporé de dattes.
- Porter un plus grand intérêt à la composition phénolique et leur activité biologique.
- Etudier toutes les caractéristiques de population pour une meilleure extrapolation des résultats de l'analyse sensorielle.
- Augmenter le lot et les épreuves, pour avoir une connaissance plus détaillée du produit.

Référence bibliographique

A

- Ait Ouahioune L., Bara F., Bariz K., Djenane K. (2020). Assessment of antioxydent and antibacterial activity of *Phoenix dactylifera L.* seed extracts: Perspective for development of new foods. *Journal of Food and Nutrition Research*,4 (8) :298-308.
- Akasha I., Campbell L., Lonchamp J., & Euston S. R. (2016). The major proteins of the seed of the fruit of the date palm (*Phoenix dactylifera L.*): Characterization and emulsifying properties. *Food Chemistry*, 197 :799-806.
- Alanazi, F. K. (2010). Utilization of date syrup as a tablet binder: Comparative study. *Saudi Pharmaceutical Journal*, 18 (2) :81-89.
- Al-Farsi M. A., Lee C. Y. (2008). Nutritional and functional properties of dates: A review. *Critical reviews in Food Science and Nutrition*, 48: 877-887.
- Alturki S.M. A., Sahba M.A., Stushnof C. (2010). Diversity of antioxidant properties and phenolic content of date palm (*Phoenix dactylifera L.*) fruits as affected by cultivar and location. *Journal of Food and Environment*, 8 (1) :253-260.
- Anzueto, F., Baumann, T.W., Graziosi, G., Piccin, C.R., Sondahl, M.R., van der Vossen, H.A.M. (2005). *Espresso Coffee: The Science of Quality*. Second Edition. Elsevier Academic Press, Amsterdam, The Netherlands :398.
- Avelino J., Cristancho M., Georgiou S., Imbach P., Aguilar L., Bornemann G., Morales C. (2015). The coffee rust crises in Colombia and Central America (2008–2013): Impacts, plausible causes and proposed solutions. *Food Security*, 7 :303-321.

B

- Belguedj M. (2002). Les ressources génétiques du palmier dattier : Caractéristiques des cultivars de dattiers dans les palmeraies du Sud-Est algérien ». *Dossiers Documents Débats - N° 1 Inra Alger* : 289.
- 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 :818-829.
- Ben Abbes F. (2011). Etude de quelques propriétés chimiques et biologiques d'extraits de dattes (*Phoenix dactylifera L.*). Thèse de Magistère, Université Ferhat Abbas, Sétif : 68.

Référence bibliographique

- Besbes S., Blecker C., Deroanne C., Bahloul N., Lognay G., Drira N. E., Attia H. (2004). Date seed oil: Phenolic, tocopherol and sterol profiles. *Journal of Food lipids*, 11: 251-265.
- Borchani C., Besbes S., Blecker C. H., Masmoudi M., Baati R., Attia H. (2010). Chemical properties of 11 date cultivars and their corresponding fiber extracts. *African Journal of Biotechnology*, 9 (26) :4096-4105.
- Boudechiche L, Araba A, Tahar A et Ouzrout R. (2009). Etude de la composition chimique des noyaux de dattes en vue d'une incorporation en alimentation animale. *Livestock Research for Rural Development*, 21 (5) :1-11.
- Boukhary. (2008). Travaux pratiques de biochimie structurale deuxième année biologie-géologie. Faculté des sciences et techniques. Université NOUAKCHOTT :60.
- Boukouada M., Ghiaba Z., Gourine N., Bombarda I., Saidi M., Yousfi M. (2014). Chemical composition and antioxidant activity of seed oil of two Algerian date palm cultivars (*Phoenix dactylifera L.*). *Natural Product Communications*, 9 (12) :1671-1824.
- Boussena Z., Khali M. (2016). Extraction et composition chimique d'huile de noyaux de dattes algériennes. *Nutrition & Santé*, 5 (2) :100-106.

C

- Carneiro H. (2020). Des boissons fermentées amérindiennes à la cachaça et au café : une brève histoire des boissons au Brésil, de l'époque coloniale à la République. Brésil. *Sciences humaines et sociales*, 17 (17) :1-14.
- Chabir K., Sid M. A., Sauter D. (2014). Fault diagnosis in a networked control system under communication constraints: A quadrotor application. *International Journal of Applied Mathematics and Computer Science*, 24 (4): 809-820.
- Chaira N., Smaali M. I., Martinez-Tomé M., Mrabet A., Murcia M. A., Ferchichi A. (2009). Simple phenolic composition, flavonoid contents and antioxidant capacities in water-methanol extracts of Tunisian common date cultivars (*Phoenix dactylifera L.*). *International journal of Food Sciences and Nutrition*, 60 (7) :316-329.
- Chehma A., Longo H. F. (2001). Valorisation des sous-produits du palmier dattier en vue de leur utilisation en alimentation du bétail. *Revue des Energies Renouvelables : Production et Valorisation–Biomasse* : 59-64.
- Chiremba C., Rooney L. W., Beta T. (2012). Microwave-assisted extraction of bound phenolic acids in bran and flour fractions from sorghum and maize cultivars varying in hardness. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 60 (18) :4735-4742.

Référence bibliographique

- Chniti S., Amrane A., Lelievre Y., Chaabane H., Hassouna A., Djelal H. (2012). Valorisation de déchets de dattes tunisiennes : Production de bioéthanol. 2ème colloque International de l'Energie, Tozeur, Tunisie.

D

- Djerbi M. (1994). Précis de phoéniculture. F.A.O. Rome :192.
- Dowson W, Aten A. (1963). Récolte et conditionnement des dattes. Collection FAO. Rome, cahier n°72 : 1-397.
- Dutra E. R., Oliveira L. S., Franca A. S., Ferraz V. P., Afonso R. J. C. F. (2001). A preliminary study on the feasibility of using the composition of coffee roasting exhaust gas for the determination of the degree of roast. *Journal of Food Engineering*, 47 (3): 241-246.
- Dybkowska E., Sadowska A., Rakowska R., Debowska M., Swiderski F., Swiader K. (2017). Assessing polyphenols content and antioxidant activity in coffee beans according to origin and the degree of roasting. *Roczniki Państwowego Zakładu Higieny*, 68 (4) :347-353.

E

- El Bekr A. (1972). Le palmier dattier passé et présent et nouveauté dans son agronomie, industrie et commerce. Edition El Ani. Bagdad. Irak :1050.
- Espiard E. (2002). Introduction à la transformation industrielle des fruits. Technique et Documentation. Lavoisier. Paris : 5-218.
- Estanove P. (1990). Note technique : Valorisation de la datte. In Options méditerranéennes, série A, n°11. Systèmes agricoles oasiens. Edition CIHEAM: 301-318.

F

- Farah A., dos Santos T. F. (2015). The coffee plant and beans: An introduction. *Coffee in health and disease prevention*. Chapter 1: 5-10.
- Fouteye, M. M. L., Abdoulaye, S., Zein, E. A. O. B., Mohamed, V. O. M. A., Taleb-Khyar, O. D., & Ali, O. M. S. O. B. (2014). Assessment of physicochemical diversity in fruit of Mauritanian date palm (*Phoenix dactylifera L.*) cultivars. *African journal of Agricultural Research*, 9 (28) :2167-2176.

- Franca A.S., Oliveira L.S. (2019). Coffee. In Integrated Processing Technologies for Food and Agricultural By-Products. First Edition: 413-438.

G

- Ghnimi S., Almansoori R., Jobe B., Hassan M. H., Afaf K. E. (2015). Quality evaluation of coffee-like beverage from date seeds (*Phoenix dactylifera, L.*). Journal of Food Processing and Technology, 6 (12): 1-6.
- Ghnimi S., Umer S., Karim A., Kamal-Eldin A. (2017). Date fruit (*Phoenix dactylifera L.*): An underutilized food seeking industrial valorization. Nutrition and Food Science Journal, 6: 1-10.

H

- Hamad A.M., Mustafa Al., Al-Kahtani MS. (1983). Possibility of utilizing date syrup as a sweetening and flavoring agent in ice cream making. In Proceedings of the First Symposium on Date Palm in Saudi Arabia, King Faisal University, Al-Hassa :544-550.
- Hammada S., Dakki M., El Hassani A., Rguibi-Idrissi H. (2002). Projet d'inscription de vingt nouveaux sites sur la liste de la convention de Ramsar : Végétation des Oasis de Tafilalt. Rapp. Inédit, Eaux et Forêts/ Institut Scientifique.
- Hammouda H., Chérif J. K., Trabelsi-Ayadi M., Baron A., Guyot S. (2013). Detailed polyphenol and tannin composition and its variability in Tunisian dates (*Phoenix dactylifera L.*) at different maturity stages. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 61 (13): 3252-3263.
- Harrak H., Reynes R.M., Lebrun M., Hamouda A., Brat P. (2005). Identification et comparaison des composés volatils des fruits de huit variétés de dattes marocaines. Fruits, 60 (4) :267-278.
- Harrak H., Boudjnah M.M. (2012). Valorisation technologique des dattes. Edition INRA, Maroc : 123.
- Hannachi et Al. (1998). Inventaire variétal de la palmeraie algérienne. Edition Anep : 225.
- Hečimović., Ivana., Ana Belščak-Cvitanović., Dunja Horži ., Draženka Komes. (2011). A comparative study of polyphenols and caffeine in different coffee varieties affected by the degree of roasting. Food Chemistry, 129 (3):991-1000.

K

- Kaidi F., Touzi A. (2001). Production de bioalcool à partir des déchets de dattes. Revue des Energies Renouvelables, NS: Biomasse Production et Valorisation : 75-78.
- Khali M., Boussena Z., Boutekrabt L. (2015). Effet de l'incorporation de noyaux de dattes sur les caractéristiques technologiques et fonctionnelles de la farine de blé tendre. Nature & Technology, Sciences Agronomiques et biologiques, cahier n°12 : 15-25.
- Kobyas E., Demirbas E., Senturk M., Ince Adsorption of Heavy Metal Ions from Aqueous. Bioresource Technology, 96 (13) :1518-1521.
- Król K., Gantner M., Tatarak A., Hallman E. (2020). The content of polyphenols in coffee beans as roasting, origin and storage effect. European Food Research and Technology, 246 : 33-39.

L

- Lecheb F. (2010). Mémoire de magister, Spécialité Génie alimentaire, Faculté des Sciences de l'Ingénieur, Université, M'Hamed Bougara, Boumerdès.
- Lecheb F., Benamara S., Gougam H. (2020). Enhancement of the antioxidant activity of a by-product (*Phoenix dactylifera L.*) from the Agri-food industry. Journal on Environment Science and Technology, 6 (2):1388-1395.
- Lekbir A., Alloui Lombarkia O., Haddad S., Mizane B., Noui Y., Abdeddaim M., Baississe S., Ferhat R. (2013). Phenolic Contents and antioxidant activity of six algerian date palm (*Phoenix dactylifera L.*) cultivars. Food Science and Technology, 16 (1): 201-205.
- Liyana-Pathirana C.M. et Shahidi, F. (2006). Importance of insoluble-bound phenolics to antioxidant properties of wheat. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 54 (4):1256–1264.

M

- Maatalah S. (1970). Contribution à la valorisation de la datte algérienne, mémoire d'ingénieur en agronomie, I.N.A. El-Herrach, Alger.
- Maier V.P., Metzler D.M., Huber A.F. (1964). Acide 3-O-caféoylshikimique (acide dactylifrique) et ses isomères, une nouvelle classe de substrats de brunissement enzymatique. Biochemical and Biophysical Research Communication, 14 (2) :124–128

Référence bibliographique

- Mansouri A., Embarek G., Kokkalou E., Kefalas P. (2005). Phenolic profile and antioxidant activity of the Algerian ripe date palm fruit (*Phoenix dactylifera*). Food Chemistry, 89 (3) :411-420.
- Nozawa S., Hakoda A., Sakaida K., Suzuki T., Yasui A. (2005). Method performance study of the determination of total nitrogen in Soy Sauce by the Kjeldahl Method. Analytical sciences, 21:1129-1132.
- Munier P. (1973). Le palmier-dattier. Techniques agricoles et productions tropicales. Paris 5ème, Maison Neuve et Larose : 217.
- Munyendo L., Njoroge D., Hitzmann B. (2021). The potential of spectroscopic techniques in coffee analysis, 10 (71) :1-25.

R

- Rothwell J. A., Medina-Remón A., Pérez-Jiménez J., Neveu V., Knaze V., Slimani N., Scalbert A. (2015). Effects of food processing on polyphenol contents: A systematic analysis using Phenol-Explorer data. Molecular Nutrition & Food Research, 59 (1) :160-170.

S

- Saafi E. B., Trigui M., Thabet R., Hammami M., Achour L. (2008). Common date palm in Tunisia: Chemical composition of pulp and pits. International journal of Food Science & Technology, 43 (11) :2033-2037.
- Sayah Z., Ould El Hadj M.D. (2010). Etude comparative des caractéristiques physico-chimiques et biochimiques des dattes de la cuvette de Ouargla. Annals des Sciences et Technologies, 2 (1) :87-92.
- Siboukeur O. (1997). Qualité nutritionnelle, hygiénique et organoleptique du jus de dattes. Thèse Magister en Sciences Alimentaires, INA.

T

- Tajini F., Bouali Y., Ouerghue A. (2020). Etude de la qualité nutritionnelle du fruit de *Phœnix dactylifera L.* : Mesure des paramètres biochimiques. Revue Nature et Technologie, 12 (2) :39-49.

Référence bibliographique

- Taouda H., Chabir R., Errachidi F., Aarab L. (2014). Comparison of antioxidant activities and phenolic content of Moroccan date fruits ,3 (9) :16120-16126 .
- Toutain G. (1977). Elément d'agronomie saharienne. De la recherche au développement, Paris, I.N.R.A :277.

W

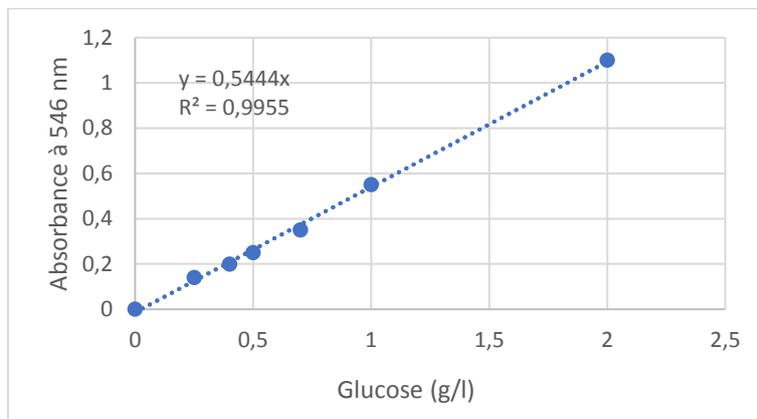
- Wei F., Tanokura M. (2015). Chemical changes in the components of coffee beans during roasting. Coffee in Health and Disease Prevention. Edition Elsevier: 83-91.

Annexes

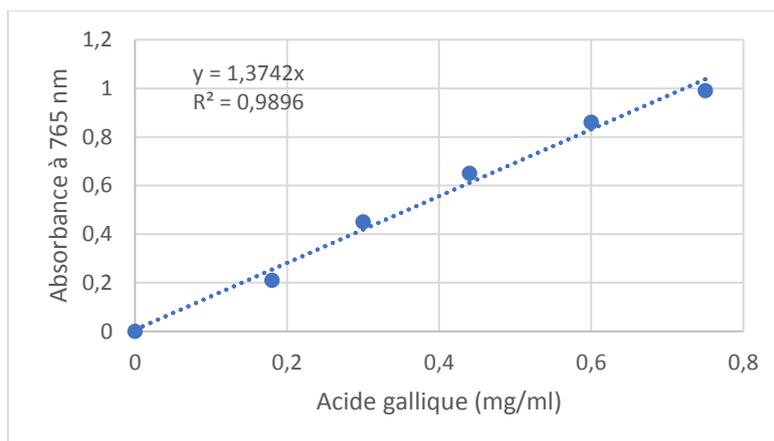
Annexe 1 : Barème de calcul des défauts du café torréfié.

Défauts	Barème de calcul des défauts
1 fève noire	1 défaut
1 Fève carbonisée	1 défaut
1 Fève cerise	1 défaut
1 Fève en parche	1 défaut
2 Fève demi-noire	1 défaut
2 Fève marbrée ou tachée	1 défaut
2 Fève indésirables	1 défaut
2 Fève pâles	1 défaut
10 Fève piquée ou scolytée	1 défaut
10 coquilles	1 défaut
10 Brisures > 4mm	1 défaut
0.2 gramme de petites brisures < 4mm	1 défaut
1 Grosse peau ou coque	1 défaut
3 Petits peaux ou parches	1 défaut
1 Gros bois	2 défauts
1 Moyen bois	1 défaut
3 Petit bois	1 défaut

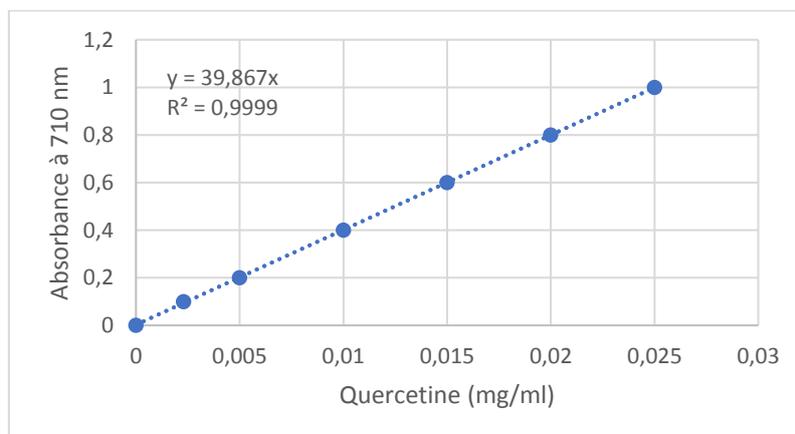
Annexe 2 : Courbe d'étalonnage pour le dosage des sucres réducteurs



Annexe 3 : courbe d'étalonnage pour le dosage des polyphénols totaux



Annexe 4 : courbe d'étalonnage pour le dosage des flavonoides



Résumé

L'étude vise à valoriser les sous-produits de la fabrication du sirop de dattes (noyaux et pulpe). Par incorporation dans trois formulations de café.

Les analyses effectuées sur les sous-produits ont montré une richesse en sucres, en protéines et en composés phénoliques ainsi qu'un taux en huile élevé. Les paramètres physico-chimiques des trois échantillons de cafés formulés n'ont pas été affectés par cette incorporation.

L'analyse sensorielle a montré une nette préférence des dégustateurs pour le café incorporé de noyaux de dattes. La comptabilité des flux de matière témoigne de l'intérêt de l'incorporation de ces sous-produits dans la formulation du café.

Mots clés : sous-produits, noyaux, pulpe de datte, incorporation, flux de matières.

Abstract

The study aims to valorize the by-products of the manufacture of date syrup (seeds and pulp). By incorporation into three coffee formulations.

The analyzes carried out on the by-products showed a high content of sugar, proteins and phenolic compounds as well as a high oil content. The parameters physico-chemical of the three formulated coffee samples were not affected by this incorporation.

The sensory analysis showed a clear preference of the tasters for the coffee incorporated with date pits. Material flow accounting demonstrates the interest of incorporation of these by-products in the formulation of coffee.

Key-words: By-products, date pits, pulp, incorporation, material flow.