

**République Algérienne Démocratique et Populaire Ministère de l'Enseignement  
Supérieur et de la Recherche Scientifique**

**Université A. MIRA-Bejaïa**

**Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie**

**Département des Sciences Alimentaires**

**Filière: Science Alimentaires**

**Spécialité: Qualité des Produits et Sécurité Alimentaire**



**جامعة بجاية  
Tasdawit n Bgayet  
Université de Béjaïa**

**Réf :.....**

**Mémoire de fin de cycle**

**En vue de l'obtention du diplôme**

**MASTER**

***Thème***

**L'optimisation d'extraction des composés phénoliques des  
dattes et enrichissement d'une matrice alimentaire (café)**

**Présenté par:**

**Djouadi Safia & Djoudi Souhila**

**Soutenu le: 14 Septembre 2022**

**Devant le jury composé de:**

**M<sup>me</sup> Guerfi Fatiha**

**MCA**

**Présidente**

**M<sup>me</sup> Brahmi Fatiha**

**MCA**

**Encadreur**

**Mr Mokrani Abderrahmane**

**MCA**

**Examineur**

**Année universitaire 2021/2022**

## ***Remerciements***

Tout d'abord nous tenons à remercier le «**BON DIEU**» le tout puissant de nous avoir accordé patience, courage et volonté afin de réaliser et mener à terme ce modeste travail.

Nos vifs et sincères remerciements vont:

A **M<sup>lle</sup> BRAHMI Fatiha** pour son assistance, son soutien, ses conseils, sa disponibilité tout au long de la réalisation de ce mémoire ainsi que sa précieuse aide qu'elle n'a cessé de nous apporter tout au long de ce travail. Nous sommes tellement satisfaites de sa qualité exceptionnelle de bonne enseignante, merci de nous avoir guidé avec patience et d'avoir consacré autant d'heures pour les manipulations au laboratoire et les corrections que vous avez apportées à ce manuscrit ; nous ne pouvons, que sincèrement vous exprimer notre respect et notre gratitude.

Je tiens à remercier les membres du jury pour l'honneur qu'ils nous ont accordés en jugeant ce travail, **M<sup>me</sup> GUERFI F**, qui nous a fait l'honneur par sa présence en qualité de présidente de jury, pour son assistance, son soutien, son encouragement pour sa précieuse aide et ses conseils, et **M<sup>r</sup> MOKRANI A**, pour avoir accepté d'examiner ce travail.

Egalement important pour nous de remercier Le Directeur de <**Tigre Royal**> **M<sup>r</sup> Meziani** de nous avoir mis à notre disposition le matériel nécessaire pour notre étude. Enfin, nous remercions tous ceux qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail.

*Safia et Souhila*

# *Dédicace*

*Avant tout je tiens à remercier Dieu le plus puissant pour m'avoir donné la force et la patience afin de réaliser ce modeste travail.*

*J'ai l'honneur de dédier ce modeste travail*

*A*

*Mes très chers parents pour leurs conseils, leurs sacrifices et surtout*

*Pour leurs*

*Soutiens tout au long de ma vie et de mon cursus et aux quels je ne rendrai jamais assez.*

*A*

*Mes chères sœurs et mon chère frère, à qui j'ai partagé avec eux tous les moments de ma vie, qui ont*

*toujours été là pour moi et me soutenir.*

*A*

*Ma chère binôme Souhila, pour sa patience, de m'avoir partagé les moments de ce travail.*

*Je dédie aussi ce travail à tous ceux qui ont contribué de près et de loin pour que je réussisse dans mes études.*



*Safia*

## *Dédicace*

*Avant toute chose, nous remercions Dieu, le tout puissant, de nous avoir donné la force et la patience pour achever ce travail.*

*Ce modeste travail est dédié à*

*mes chères parents, qui ont sacrifié leur noble existence pour bâtir la mienne et ont contribué à ma réussite, et ceux qui méritent toute nos affection, nous respect et nous reconnaissance*

*A mes sœurs,*

*A toute la famille*

*A mes chères amies*

*A Ma chère binôme Safia, pour sa patience, de m'avoir partagé les moments de ce travail.*

*A tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.*



*Souhila*

# Liste des abréviations

**Abs** : Absorbance

**BSA** : Albumine De Sérum Bovin

**DB** : Degla beida

**DPPH** : (1,1-diphényl-2-picryl-hydrazyl).

**H** : Humidité

**IC<sub>50</sub>**: Concentration inhibitrice de 50%

**MD** : Mech degla

**MS** : Matière sèche

**PPT** : Phénoliques totaux

**RSM** : Méthodologie de Surface de Réponse

**S.T** : Sucres totaux

**TPC** : Composés Phénoliques Totaux

# Table des matières

*Remerciements*

*Dédicace*

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction générale..... 1

## Chapitre 1 :Palmier dattier et datte

Palmier dattier et datte.....	3
I.1. Présentation du palmier dattier .	3
I.2. Généralités sur les dattes.....	3
I.2.1Définition et description générale de la datte.....	3
I.2.2. Principales variétés cultivées .....	4
I.2.2.1 Deglet-Nour .....	4
I.2.2.2. Ghars .....	4
I.2.2.3. Degla Beida.....	4
I.2.2.4. Mech Degla.....	5
I.2.3 Classification des dattes .....	5
I.3. Production de dattes.....	5
I.3.1. Dans le monde.....	5
I.3.2. En Algérie .....	6
I.4. Composition biochimique de la datte.....	7
I.4.1. Composition biochimique de la pulpe .....	7
I.4.1.1. Eau .....	7
I.4.1.2. Sucre .....	7
I.4.1.3. Les protéines .....	8
I.4.1.4. Lipides.....	8
I.4.1.5. Fibres.....	8
I.4.1.6. Minéraux.....	8
I.4.1.7. Vitamines .....	9
I.4.1.8. Composés phénoliques.....	10
I.4.2. Composition biochimique des noyaux des dattes .....	10
I.5. Valeur nutritive de la datte.....	10

I.6.2. Transformation de la datte .....	10
I.7. Farine des dattes .....	11

## **Chapitre II : Le café**

II.1.Étymologie-définitions .....	13
II.2. Historique .....	13
II.3. Présentation de la plante .....	14
II.3.1. Morphologie et culture de la plante .....	14
II.4. Différentes variétés du café .....	15
I.5. Principaux pays producteurs du café .....	16
I.6. Traitement post - récolte du café.....	17
II.7. Torréfaction : .....	18
II.7.1. Caractéristiques physiques et structurelles des grains de café torréfié.....	19
II.7.1.1.Couleur .....	19
II.7.1. 2. Teneur en eau .....	19
II.7.1.3. CO2 .....	19
II.8.Mouture des grains .....	20
II.9. Composition chimique.....	20

## **Matériel et Méthodes**

III.1 Matériel végétal.....	23
III.1.1. Les dattes.....	23
III.2.2. Obtention de la poudre de datte.....	24
III.2.2.1. Traitement préliminaire.....	24
III.2.2.2. Séchage.....	24
III.2.2.3. Broyage et tamisage .....	24
III.2. Méthodes .....	25
III.2.1. Test d'humidité .....	25
III.2.2. Taux de cendres.....	25
III.2.3. Protéines .....	26
III.2.4. Sucres .....	26
III.2.5. Extraction des composés phénoliques .....	27
III.2.5.1. Optimisation de l'extraction des composés phénoliques.....	27
III.2.5.1.1. Etude préliminaire .....	27
III.2.5.1.2. Plan de surface de réponse .....	28
III.2.6. Dosage des composés phénoliques.....	29
III.2.6.1. Dosage des polyphénols totaux .....	29
III.2.6.2. Dosage des flavonoïdes.....	30

III.2.6.3. Dosage des flavonols.....	30
III.2.6.3. Dosage des tannins condensés totaux.....	31
III.2.7. Evaluation de l'activité antioxydante.....	31
III.2.7.1. Pouvoir anti-radicalaire au DPPH.....	31
III.2.7.2. Test de phosphomolybdate d'ammonium.....	32
III.2.8. Préparation du café à base des dattes.....	32
III.2.8.1. Préparation de la poudre de café.....	32
2.8.2. Elaboration du café enrichi avec des poudres de dattes.....	33
III.2.9. Analyse sensorielle.....	33
III.2.10. Analyse statistique.....	34

## **Résultats et discussion**

IV.1. Caractéristiques physico-chimiques des dattes.....	36
IV.2. Analyses physicochimiques de la farine des dattes étudiées.....	36
IV.3. Extraction des polyphénols totaux de la pulpe des dattes Mech degla.....	38
IV.3.1. Etude préliminaire (expériences à un seul facteur).....	38
A.Effet de la concentration en éthanol.....	38
B.Effets de temps.....	39
C.Effet de ratio.....	40
IV.3.2. Optimisation par la méthodologie de surface de réponse.....	41
IV.4. Teneurs en composés phénoliques des extraits obtenus dans les conditions optimales d'extraction.....	45
IV.4.1. Teneurs en polyphénols totaux.....	45
IV.4.2. Teneurs en flavonoïdes.....	46
IV.4.3. Teneurs en flavonols.....	46
IV.4.4. Teneurs en tannins condensés.....	47
IV.5. Evaluation des activités antioxydantes des extraits obtenus dans les conditions optimales.....	48
IV.6. Analyses physicochimiques du café Arabica et Robusta.....	49
IV.7. Teneurs en antioxydants du café Arabica et Robusta.....	52
IV.7.1. Polyphénols totaux.....	52
IV.8. Polyphénols totaux du mélange café et dattes.....	53
IV.9. Activité antioxydante du café et mélange café/poudres de dattes.....	54
IV.10. Résultats de l'analyse sensorielle.....	55
IV.10.1. Pouvoir discriminant par descripteur.....	55
IV.10.2. Coefficients des modèles.....	56
IV.10.3. Moyennes ajustées par produits.....	57
IV.10.4. Cartographie des préférences.....	58
IV.10.5. Synthèse de mapping des préférences.....	59



Conclusion..... 62

Références bibliographiques

Annexes

## Liste des figures

<b>Figure n°01:</b> Coupe longitudinale d'une datte.....	04
<b>Figure n°02 :</b> Schéma de la transformation de la datte.....	12
<b>Figure n°03 :</b> Photographie du cafier.....	14
<b>Figure n°04 :</b> Schéma représentant un grain de café.....	15
<b>Figure n°05 :</b> Traits morphologique des haricots (A) Arabica et (B) Robusta....	16
<b>Figure n°06 :</b> Pays producteurs du café.....	17
<b>Figure n°07 :</b> Etape du traitement post-récolte du café.....	18
<b>Figure n°08 :</b> Évolution de la couleur des grains de café au cours de la torréfaction.....	19
<b>Figure n°09 :</b> Structure chimique de la caféine (A) et de trigonelline.....	22
<b>Figure n°10:</b> Photographie des dattes Degla beida (A) et Mech degla (B).....	23
<b>Figure n°11 :</b> Diagramme de préparation de la farine de datte MD et DB.....	25
<b>Figure n°12:</b> Effet de la concentration en éthanol sur l'extraction des polyphénols totaux de la pulpe de dattes Mech degla (A) et Degla beida (B).....	38
<b>Figure n°13:</b> Effet de temps sur l'extraction des polyphénols totaux de la pulpe Mech degla (A) et Degla Beida (B).....	39
<b>Figure n°14:</b> Effet de ratio sur l'extraction des polyphénols totaux de la pulpe des dattes Mech degla (A) et Degla beida (B).....	40
<b>Figure n°15 :</b> Graphique des valeurs observées en fonction des valeurs réelles des PPT de Mech degla (A) et Degla beida (B).....	42
<b>Figure n°16 :</b> Teneur prévue en polyphénols totaux et niveau de désirabilité pour les différentes variables d'optimum extraction de polyphénols à partir d'extraits de pulpe des dattes Mech degla (A) et Degla beida (B).....	44
<b>Figure n°17:</b> Surfaces de réponse des interactions pour Mech degla (A, B et C) et Degla Beida (D, E et F).....	44

<b>Figure n°18:</b> Concentrations en PPT des extraits des dattes Mech degla et Degla beida.....	45
<b>Figure n°19:</b> Concentrations en flavonoïdes des extraits des dattes Mech degla et Degla beida.....	46
<b>Figure n°20:</b> Concentrations en flavonols des extraits des dattes Mech degla et Degla beida.....	46
<b>Figure n°21:</b> Concentrations en tannins condensés des extraits des dattes Mech degla et Degla beida.....	47
<b>Figure n°22 :</b> le taux de sucre du mélange café arabica dans les dattes MD/DB.....	50
<b>Figure n°23 :</b> le taux de sucre du mélange café robusta dans les dattes MD/DB.....	50
<b>Figure n°24:</b> Concentrations en polyphénols du café Arabica et Robusta.....	52
<b>Figure n°25:</b> Concentrations en polyphénols du mélange café arabica et dattes MD/DB.....	53
<b>Figure n°26 :</b> Concentrations en polyphénols du mélange café Robusta et dattes MD et DB.....	53
<b>Figure n°27 :</b> Pouvoir discriminant par descripteur.....	56
<b>Figure n°28 :</b> Coefficient des modèles de l'échantillon A, B, C, D, E, F.....	56
<b>Figure n°29:</b> Corrélation entre les variables (a) et les facteurs (b).....	58
<b>Figure n°30:</b> Profil de classes créées.....	59
<b>Figure n°31 :</b> Carte de préférence.....	61

## Liste des tableaux

<b>Tableau I :</b> Classification des dattes selon la consistance et leurs caractéristiques.....	05
<b>Tableau II:</b> Classification des 10 pays producteurs de dattes en 2014.....	06
<b>Tableau III:</b> Teneur en eau de quelques variétés de dattes de la région Fliache.....	07
<b>Tableau IV:</b> Teneur en sucres de quelque variété des dattes algériennes.....	08
<b>Tableau V :</b> Composition minéral de deux variétés de dattes.....	09
<b>Tableau VI:</b> Minéraux et vitamines pour 100g de pulpe.....	09
<b>Tableau VII :</b> Principales différences entre Arabica et Robusta.....	16
<b>Tableau VIII:</b> Composition chimique des grains de café vert et torréfié .....	21
<b>Tableau IX:</b> Conditions d'extraction utilisées dans l'étude préliminaire de l'extraction des composés phénoliques assistés par macération.....	29
<b>Tableau X:</b> Niveaux des variables choisies pour les essais.....	30
<b>Tableau XI :</b> Humidité des deux échantillons .....	36
<b>Tableau XII :</b> Résultats des analyses physicochimiques de la farine des dattes .....	36
<b>Tableau XIII :</b> Plan et résultats d'optimisation des conditions d'extraction par macération par le plan central composite précis pour les extraits de la pulpe des dattes Mech degla / Degla beida.....	41
<b>Tableau XIV:</b> Analyse de variance (ANOVA) pour la teneur en polyphénols totaux (Y) des extraits de pulpe Mech degla et Degla beida en fonction de la concentration en éthanol (X <sub>1</sub> ), du temps d'extraction (X <sub>2</sub> ), de ratio (X <sub>3</sub> ) et leurs interactions.....	43
<b>Tableau: XV :</b> Paramètres de l'ajustement des modèles.....	43

<b>Tableau XVI :</b> Résultats des activités antioxydantes des extraits des poudres des dattes Mech degla et Degla beida.....	48
<b>Tableau XVII :</b> Résultats des analyses physicochimique du café Arabica et Robusta.....	49
<b>Tableau XIII:</b> Résultats des activités antioxydantes des extraits du café Arabica et café Robusta. Résultats de test de DPPH du mélange café Arabica Mech degla/ Degla beida.....	55
<b>Tableau XIX:</b> Moyenne ajusté par les produits.....	57
<b>Tableau XX:</b> Objets classés par ordre décroissant de préférence.....	60
<b>Tableaux XXI:</b> Pourcentage de juges satisfaits pour chaque café .....	61

# **Introduction générale**

La datte fruit de palmier dattier (*Phoenix dactylifera*) a toujours été depuis des temps immémoriaux un élément important de l'alimentation tant pour les humains que pour les animaux. Sa production mondiale s'élève à plus de 58 million de tonnes plaçant ainsi l'Algérie au 4<sup>ème</sup> rang des producteurs de dattes avec 47000 t/an, dont 30% sont des dattes communes à faible valeur marchande, pour la plus part destinées à l'alimentation du bétail (FAO, 2017).

Les dattes sont particulièrement riches en glucides et en éléments minéraux notamment en K, Ca et Mg, en fibres diététiques et vitamines (El-Nagga et Abd El-Tawab, 2012). En effet, des macromolécules, d'autres micronutriments essentiels, des composés phénoliques (flavonoïdes et anthocyanines) sont également présents dans la datte et en raison de ses antioxydants, la datte est utilisée pour le traitement de l'hypertension, diabète et cancer (Al Harthi et al., 2015).

La phoéniculture constitue une bio ressource patrimoniale de l'Algérie. Les dattes, y compris les variétés sèches commune Mech degla et Degla beida, sont un véritable concentré de calories avec plus de 50% de sucres par rapport à la matière sèche (Yefsah et al., 2019). Selon les statistiques du ministère de l'agriculture (2001), ces variétés dites commune peuvent dépasser les 30% de la production. Elles restent non utilisées et pourraient être récupérées, valorisées et transformées.

Mech degla et Degla beida sont des variétés qui ont l'aptitude d'être transformée en poudre par séchage (Yefsah et al., 2019). Compte tenu de leur richesse en sucres, les poudres des dattes peuvent remplacer avantageusement le sucre blanc raffiné utilisé pour la préparation des produits alimentaire tels que <le café torréfié au sucre> et leur valorisation pourrait représenter une forte valeur ajoutée sur l'impact socio-économique.

Le café est l'une des boissons les plus connues et consommées dans le monde. La population mondiale consomme environ 2 milliards de tasses de café par jour (Carneiro et al., 2021). La consommation du café est due principalement à sa saveur et son arôme agréables, les sensations positives qu'elle produit et ses effets physiologiques (Vignoli et al., 2014).

Par conséquent, dans ce présent travail nous avons essayé d'élaborer un café enrichi avec deux variété de la pulpe de dattes Mech degla et Degla beida. A cet égard, ce travail est reparti en deux sections :

- ▶ Une partie théorique qui comporte des généralités sur les deux variétés de dattes et le café.
- ▶ Une partie pratique qui traite les analyses effectuées sur les sous-produits, notamment l'optimisation d'extraction de leurs composés phénoliques, et les processus d'élaboration avec ces sous-produits d'un café enrichi et son analyse.



**Chapitre I :**  
**Palmier dattier et datte**

## I.1. Présentation du palmier dattier

Le palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) provient du mot "Phoenix" qui signifie dattier chez les phéniciens, et dactylifera dérive du terme grec " *dactulos*" signifiant doigt, allusion faite à la forme du fruit (**Djerbi, 1994**). *Phoenix dactylifera* est une espèce dioïque, monocotylédone, appartenant à la famille des Palmaceae, et à la sous-famille des Coryphineae. La famille des Palmaceae compte environ 235 genres et 4000 espèces (**Munier, 1973**). Le dattier, constitue le symbole et la charpente de l'écosystème oasien (**Haddouch,1996**). Il a une grande importance sur le plan socioéconomique et environnemental.

## I.2. Généralités sur les dattes

### I.2.1.Définition et description générale de la datte

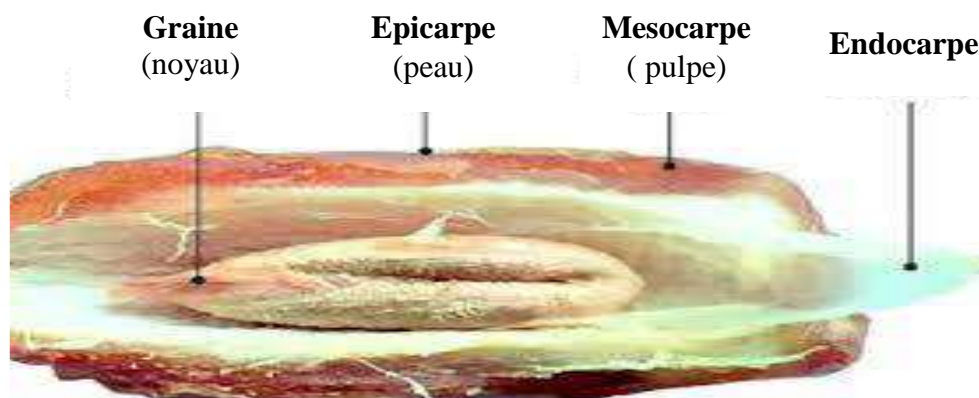
Les dattes, fruit du palmier dattiers constituent l'aliment de base pour les populations du désert (**Noui, 2016**). Elle est une baie de forme allongée, oblongue ou arrondie, contenant une seule graine, communément appelée noya.

Elle est constituée de deux parties :

- Une partie non comestible de la datte, formée par la graine ou le noyau, ayant une consistance dure (**Chniti, 2021**).
- Une partie comestible dite chair ou pulpe est constituée de :
  - ▶ Un péricarpe ou enveloppe cellulosique fine dénommée peau.
  - ▶ Un mésocarpe généralement charnu, de consistance variable selon sa teneur en sucre et de couleur soutenue.
  - ▶ Un endocarpe de teinte plus clair et de texture fibreuse, parfois réduit à une membrane parcheminée entourant le noyau (**Ben Abbes, 2018**).

Les dimensions de la datte sont très variables, de 2 à 8 cm de longueur et d'un poids de 2 à 8 grammes selon les variétés. Sa couleur varie du blanc jaunâtre au noir en passant par les couleurs ambre, rouge, brunes plus ou moins foncées (**Noui, 2016**).

Une coupe longitudinale d'une datte montrant les différentes parties est illustré en (**figure n°01**).



**Figure n°01:** Coupe longitudinale d'une datte (Ghnimi et al., 2017).

## **I.2.2. Principales variétés cultivées**

Il existe environ 200 variétés de dattes cultivées en Algérie qui se différencient par leur qualité organoleptique et leur appréciation sur le marché (qualité marchande) (Mehaoua, 2006).

Parmi lesquelles nous citons :

### **I.2.2.1. Deglet nour**

C'est une datte excellente, sa forme est effilée à ovoïde. Au stade Bser, la datte est d'une couleur roux-clair avec des éclats jaunâtres et au stade tamr, elle est de couleur ambrée (Dakhia et al, 2016).

### **I.2.2.2. Ghars**

C'est une datte très molle à maturité complète. Au stade Bser, elle est de couleur jaune et brun foncé à maturité. L'épicarpe est vitreux, brillant, collé et légèrement ridé. Le mésocarpe est charnu, de consistance molle et de texture fibreuse. Le périlanthe est de couleur jaune-clair, légèrement bombé (Dakhia et al., 2016).

### **I.2.2.3. Degla beida**

Variété exportée principalement vers l'Afrique noire (Sénégal et Mali). Sa forme effilée et plate du côté périlanthe et étroite à l'autre extrémité, sa couleur est jaune au stade

ber et à maturité est de couleur beige. L'épicarpe est épais et lisse. Le mésocarpe est charnu, de consistance sèche et de texture farineuse (Dakhia et al, 2016).

#### I.2.2.4. Mech degla

Datte sèche dont la chair est ferme et résistante. Elle est forme sub-cylindrique, à maturité, elle est beige claire avec une teinte brune peu clair. L'épicarpe est ridé. Le mésocarpe est charnu, de couleur blanche, de consistance sèche et de texture farineuse (Dakhia et al., 2016).

#### I.2.3. Classification des dattes

La consistance de la datte est variable, selon cette caractéristique, les dattes sont réparties en trois catégories (**Tableau I**) : dattes molles, dattes demi-molles et dattes sèches de consistance dure.

**Tableau I** : Classification des dattes selon la consistance et leurs caractéristiques (Benahmed Djilal, 2012).

Consistance	Caractéristique	Variétés	Pays
Molle	-Taux d'humidité supérieur ou égal à 30%. - Elles sont riches en sucres invertis (fructose et glucose).	Ghars Ahmar Kashram et Miskrani	Algérie Mauritanie Egypte et Arabie Saoudite
Demi-molle	Le taux d'humidité varié de 20 à 30%.	Deglet-Nour Mehjoul Sifri et Zahidi	Algérie Mauritanie Arabia Saoudite
Sèche	-Le taux d'humidité est inférieur à 20%, -Elles sont riches en saccharose.	Degla Beida et Mech Degla Amesrie	Algérie et Tunisie Mauritanie

#### I.3. Production de dattes

##### I.3.1. Dans le monde

Les principaux pays producteurs de dattes dans le monde sont : l'Egypte, l'Arabie Saoudite, l'Iran, l'Irak, les Emirats Arabes Unis, le Pakistan, l'Algérie et le Soudan (Messaid, 2008). La production mondiale de dattes réalisée en 2014 est donnée dans le tableau suivant :

**Tableau II:** Classification des 10 pays producteurs de dattes en 2014 (Dawson, 2017).

Classement	Pays	En tonne
1	Egypte	1465030
2	Iran	1156996
3	Arabie saoudite	934377
4	Algérie	766800
5	Irak	662447
6	Pakistan	537204
7	Soudan	430000
8	Oman	382392
9	Emirats arabes unis	2550182
10	Tunisie	199000
	Autre	855887

### I.3.2. En Algérie

En Algérie, selon les statistiques récentes disponibles, occupe une superficie évaluée à 164 000 hectares pour un nombre de palmiers estimé à plus de 18 millions d'unités et une production de dattes, toutes variétés confondues, de près de 790.000 tonnes par an. Les régions phoenicicoles se situent généralement au sud de l'atlas saharien et couvrent 17 wilayas (en réalité 16 wilayas seulement car la wilaya de M'sila a perdu son potentiel phoenicicole). La wilaya de Biskra est la première région phoenicicole avec 25. 6% de la superficie totale, 23,1 % du nombre total de palmiers dattiers, 37% de la production nationale de dattes. Elle est suivie par la wilaya d'El Oued avec respectivement 22%, 20,5% et 25,6%. Ces deux wilayas totalisent à elles seules 62,6% de la production nationale de dattes (Oucif Khaled, 2017).

## I.4. Composition biochimique de la datte

### I.4.1. Composition biochimique de la pulpe

#### I.4.1.1. Eau

Selon **Hasnaoui (2013)**, la teneur en eau en terme de quantité occupe la deuxième place après les sucres ; c'est un facteur important et déterminant de la texture du fruit; ce qui a poussé plusieurs chercheurs à classer les dattes mûres selon leur consistance en trois catégories : dattes molles, dattes demi-molles et dattes sèches. La teneur en eau varie avec les conditions climatiques, le degré de maturité et dépend du caractère variétal.

**Tableau III:** Teneur en eau de quelques variétés de dattes de la région Fliache (Biskra), en % d'après (**Noui, 2007**).

Variétés	Consistance	Teneur en eau (%)
Mech degla/ Degla beida	Sèche	14,55
Ghars	Molle	25,40
Deglat noir	Demi molle	22,60

#### I.4.1.2. Sucre

La datte est riche en sucre une portion de 100 g de dattes fournit près de 75 g de glucides, ce qui représente 18% de la valeur quotidienne des glucides. Environ 85% des glucides totaux des dattes sont présents sous forme de sucres simples (**Jasim et al., 2014**).

L'analyse quantitative des sucres montre que les dattes molles renferment des teneurs élevées en sucres totaux, en sucres réducteurs et en glucose. Les dattes sèches présentent une teneur relativement élevée en saccharose. Le saccharose peut être un facteur de l'aspect dur de la variété sèche (Degla beida) (**Sayah et Ould El hadj, 2010**). Les proportions en sucres de quelques variétés de dattes algériennes sont donné en (**tableau IV**).

**Tableau IV:** Teneur (%) en sucres de quelque variété des dattes algériennes (**Belguedj, 2002**)

Constituant par rapport à la matière sèche (%)	Datte molle (Ghras)	Datte demi molle (Deglat Nour)	Datte sèche	
			Mech degla	Degla beida
Sucres totaux	85,28	71,37	80,07	74
Sucres réducteurs	80,68	22,81	20,00	42
Saccharose	04,37	46,11	51,40	30,36

#### I.4.1.3. Les protéines

Les dattes sont caractérisées par une faible teneur en protéines, généralement inférieure à 3% (MS) (**Khallil et al., 2002 ; Besbes et al., 2009**).

D'autres auteurs ont rapporté que l'extrait de la datte contient des concentrations élevées en acide aspartique, en proline, en glycine, en histidine, en valine, en leucine et en arginine, mais à moindre concentration la thréonine, la sérine, la méthionine, l'isoleucine, la tyrosine, la phénylalanine, la lysine et en plus faible concentration l'alanine (**El-Sohaimy et Hafez 2010**).

#### I.4.1.4. Lipides

La datte renferme une faible quantité de lipides. Leur taux varie entre 0,43 et 1,9 % du poids frais (**Djouab, 2007**). Elle est liée à la variété et au stade de maturation.

#### I.4.1.5. Fibres

Les fibres se trouvent dans les fruits de dattes à des taux de 8.1 à 12.7% du poids sec. (**Al-Shahib et Marshall, 2003**). Elles contiennent des pectines, lignines, l'hémicellulose et la cellulose.

#### I.4.1.6. Minéraux

La caractéristique la plus remarquable des dattes réside dans la présence de minéraux et d'oligoéléments particulièrement abondants dépassant nettement les autres fruits secs (**Benchelah et Maka, 2008**). Les éléments minéraux essentiels sont le potassium (plus de 670 mg par 100 g), le magnésium (62 mg), le calcium (58 mg) ainsi qu'en fer (3mg). Les autres

tels que le cuivre, le zinc et, le manganèse sont également présents à des niveaux intéressants (Biglari et al., 2009). La composition minérale de deux variétés de dattes Mech degla et Degla beida est donnée en (tableau V).

**Tableau V** : Composition minéral des deux variétés de dattes (Djouab, 2007).

Elément	Mech degla	Degla beida
K	678	578
Ca	231,75	286,22
Mg	21	2,55
Na	34	12,25
Zn	1,27	2,02
Fe	0,99	2,74
Cu	0,13	0,122
Mn	0,05	0,34

#### I.4.1.7. Vitamines

La pulpe de la datte contient des vitamines en quantités variables avec les types des dattes et leur provenance. En général, la datte ne constitue pas une source importante de vitamines. Les plus dominantes sont la vitamine A et les vitamines B1 et B2 qui sont en proportions appréciables. Les vitamines C et D sont quasiment inexistantes (Bousdira, 2007).

**Tableau VI**: Minéraux et vitamines pour 100g de pulpe de datte (Benchelah et Maka, 2008).

Vitamines	
B2	1,7 mg
B3	0,8 mg
B5	0,10 mg
B6	1,15 mg
Vitamines PP signalées provitamines A	0,03 mg
Vitamine C	Présente en faible quantité dans la datte fraiche, presque disparu dans la datte sèche



#### I.4.1.8. Composés phénoliques

D'après (Djanane et Atia, 2011), la datte contient des composés phénoliques prouvés par la présence des acides cinnamiques, flavones, flavanones et flavanols. Ces composés jouent le rôle d'anti inflammatoire, antioxydant, abaissent la tension artérielle et renforcent le système immunitaire.

#### I.4.2. Composition biochimique des noyaux des dattes

Les travaux de recherche menés sur la composition des noyaux de certaines variétés de dattes d'Arabie Saoudite ont démontré la présence de protéines, de glucides, de lipides, et de minéraux (K, P, Ca, Na, Fe, Mn, Zn, Cu) (Besbes et al., 2005; Ben Abbes, 2018). Le noyau contient également des acides gras tels que l'acide oléique, palmitique, laurique, linoléique mis en évidence dans l'huile extraite des graines, eau et cendre (Ben Abbes, 2018; Mkaouar et Kechaou, 2013; Khali et al., 2015).

#### I.5. Valeur nutritive de la datte

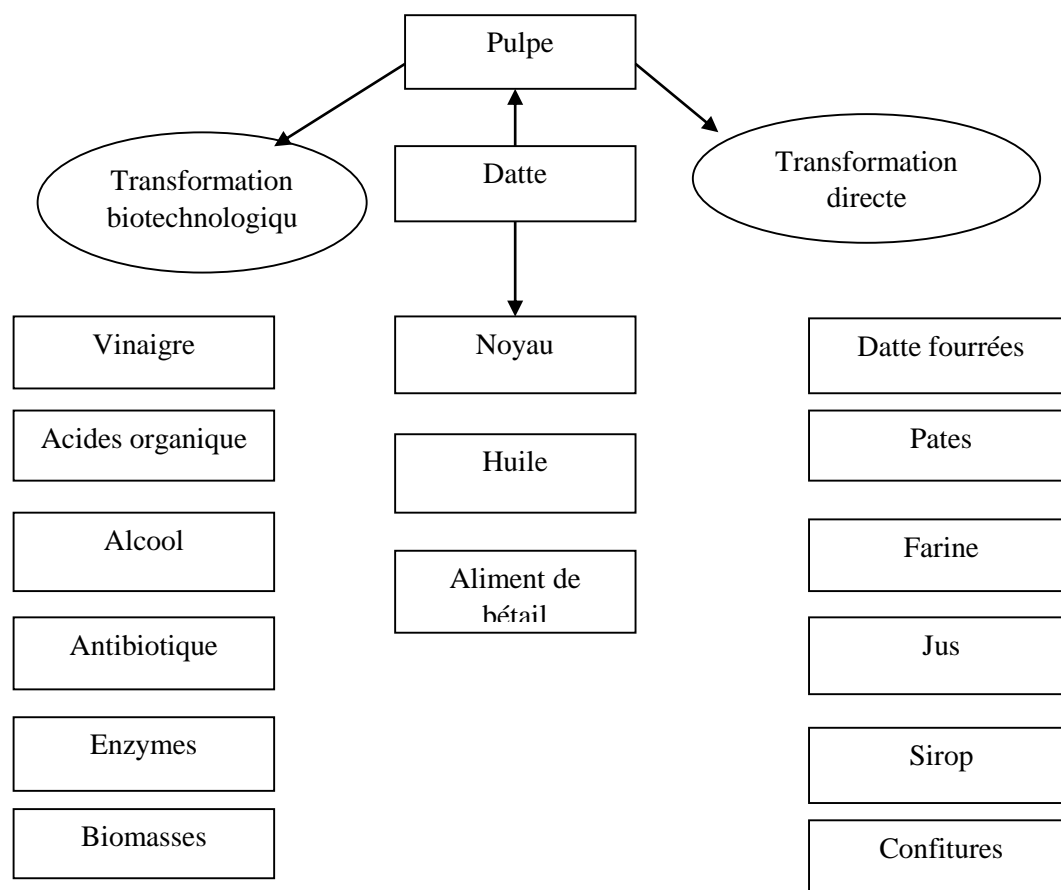
La datte constitue un excellent aliment, de grande valeur nutritive et énergétique (Toutain, 1979; Gille, 2000):

- ▶ Une forte teneur en sucre confère à ces fruits une grande valeur énergétique.
- ▶ Une teneur intéressante en sucres réducteurs facilement assimilables par l'organisme.
- ▶ Les protéines de la datte sont équilibrées qualitativement, mais en faible quantité.

#### I.6. Transformation de la datte

La valorisation des dattes consiste à donner un intérêt, une place ou une signification à ces dernières, par leur engagement dans le domaine ou dans le processus de transformation, afin de devenir utile (Sebihi, 2014).

D'après Harrak et Boujnah (2012), on peut distinguer deux types de transformation de dattes (figure n°02): Transformation technologiques qui se définie comme techniques basées sur des procédés industriels de transformation de la datte et transformation biotechnologique qui sont des techniques visant à réaliser des applications industrielles de la bioconversion et de la transformation des substances organiques de la datte.



**Figure n° 02** : Schéma de la transformation de la datte (Noui, 2016).

### I.7. Farine des dattes

Les farines des dattes peuvent être produites uniquement à partir des variétés sèches ou susceptible d'être après dessiccation jusqu'à une humidité de 5%. Ces farines ou semoule peuvent être consommées telles quelles ou servir à la fabrication des biscuits, pains et gâteaux (Boubekri, 2010). Les variétés Algérienne qui conviennent mieux pour la production de la farine et de semoules sont principalement Mech degla, et Degla beïda.

## **Chapitre II :**

### **Le café**

## II.1.Étymologie-définitions

Le mot « café » désigne le grain et la cerise du caféier, qu'il s'agisse de café en parche, de café vert ou de café torréfié, et comprend le café moulu, le café décaféiné, le café liquide et le café soluble (**J.O.U.E, 2008**).

Le caféier est vraisemblablement originaire d'Éthiopie. Le « café » vient du mot arabe "Cahouah" ou « Qahwah ». Un nom qui signifie "revigorant" (**Penilleau, 1864**) qui désignait cette boisson.

Il se transforma ensuite en "qahvè" en turc puis en "caffè" en italien, d'où le terme français de "café" qui est apparu vers 1600. En France, l'argot caoua, est employé familièrement, dérivée de l'arabe d'Algérie et reprise par les militaires au XIXe siècle. (**Michelle et al., 2003**).

## II.2. Historique

L'utilisation du café comme boisson remonte à si loin qu'il y existe de nombreuses légendes autour de la découverte du café. Parmi ces légendes celle que disait qu'un jeune berger du nom de « Khaldi » avait remarqué que ses animaux étaient très excités et ne trouvaient pas sommeil après avoir mangé les petits fruits rouges des arbustes autour d'eux (**Allred et al., 2009**). Le café était né au début de 16ème siècle, les premiers commerçants de café le vendaient en Europe. Dans les années 1800-1850, le café a été cultivé pour la première fois à RIO de Janeiro et s'est développé, jusqu'à ce qu'il devienne la plus importante ressource économique du Brésil (**Silabdi, 2010**).

Pour les nord-américains, premiers consommateurs du monde, dans les années 1970, la grande ville la plus pluvieuse des États-Unis a donné naissance à une culture du café ou culture "latte". Actuellement, il est possible de trouver du bon café dans toutes les grandes villes du monde, et dans le futur sa consommation va augmenter (**Boulo, 2013**).

### II.3. Présentation de la plante

#### II.3.1. Morphologie et culture de la plante

Le caféier est un arbuste appartenant à la famille des rubiacées, il se développe particulièrement bien à des altitudes allant de 600 m à 1200 m dans les régions tropicales avec une température annuelle moyenne de 15 à 25°C et une humidité moyenne. Selon les espèces, il atteint 3 à 12 m de haut (Figure 03). Ces arbustes sont taillés entre 2 et 2,5 m pour en faciliter la récolte (**Badoud et Bauer, 2001**).

Il commence à fleurir 3 à 4 ans après avoir été plantés et ce n'est qu'après six ans qu'il fournit une récolte complète. La durée de production du caféier peut atteindre 40ans mais le rendement maximum est atteint après 10 à 15 ans (**Badoud et Bauer, 2001**).



**Figure n°03** : Photographie du caféier (**Bonnin, 2016**).

Les fruits du caféier dont la maturation a lieu entre 8 à 12 mois après la floraison ont la forme d'une cerise d'un diamètre d'environ 1,5 cm. Elles sont constituées d'une enveloppe extérieure verte, qui, lorsque le fruit est bien mûr, deviennent rouge-violet ou rouge foncé.

Cette enveloppe contient le mésocarpe ou la pulpe et le noyau qui est formé de deux hémisphères aplatis et d'une pellicule jaunâtre, ou argentée qui recouvre chaque hémisphère.

Par-dessous, vient un endocarpe fibreux qu'on appelle le parchemin (Figure 04) (**Badoud et Bauer, 2001**).

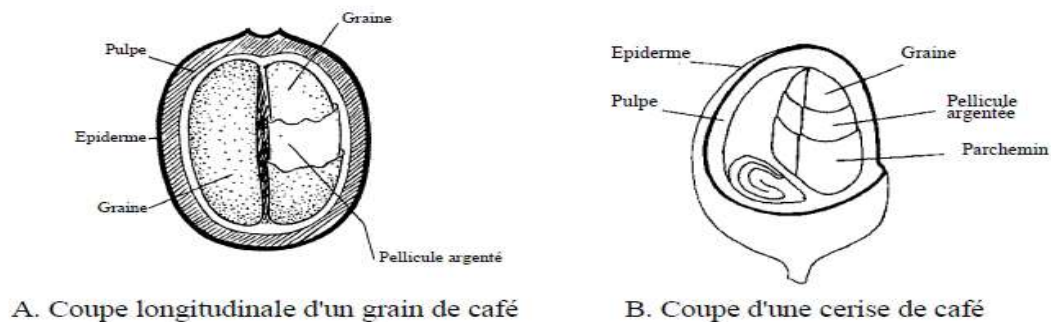


Figure n° 04 : Schéma représentant un grain de café (Badoud et Bauer, 2001).

#### II.4. Différentes variétés du café

Il existe un grand nombre d'espèces de caféiers mais seules deux d'entre elles sont exploitées dans le monde : *Coffea arabica* (Arabica) et *Coffea canephora* (Robusta) (Figure n°05) (Justin Koffi, 2007).

##### ☉ Arabica (*Coffea arabica*)

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

##### ☉ Robusta (*Coffea canephora*)

Le robusta est originaire d'Afrique centrale et occidentale. En deuxième place pour la production (40%), il est surtout cultivé en plaine en Afrique (Afrique occidentale, Ouganda, Angola, Afrique du sud, etc.) et en Extrême-Orient (Viêtnam, Inde, Indonésie, Philippines) (Justin Koffi, 2007). Cette espèce constitue une variété vigoureuse. Elle est plus résistante que l'arabica avec un rendement plus élevé à l'hectare. Cette espèce pousse en plaine et a peu d'exigences climatiques. Son goût est fort et corsé, il donne un café très tonique. Sa teneur en caféine est plus importante 2 à 2,5% (F.A.O, 2011).

Les principales différences entre arabica et robusta sont illustré dans le (**tableau VII**).

**Tableau VII** : Principales différences entre arabica et robusta (**Hečimović et al., 2011**).

Paramètres	Arabica	Robusta
Nom botanique	<i>Coffea arabica</i>	<i>Coffea canephora</i>
Date de description de l'espèce	1753	1895
Température optimale	15-24 °C	20-30 °C
Altitude optimale	1000 à 2000 m	0 à 700 m
Délai de floraison	9 mois	10 à 11 mois
Forme du haricot	Plat	Ovale
Première floraison	4-5 ans	2-3 ans
Teneur en caféine	0,8- 1,4%	1,7- 4%
Gout	Acide	Amer
Rendement (kg de grains/ha)	1500-3000 (kg/ha)	2300-4000 (kg/ha)

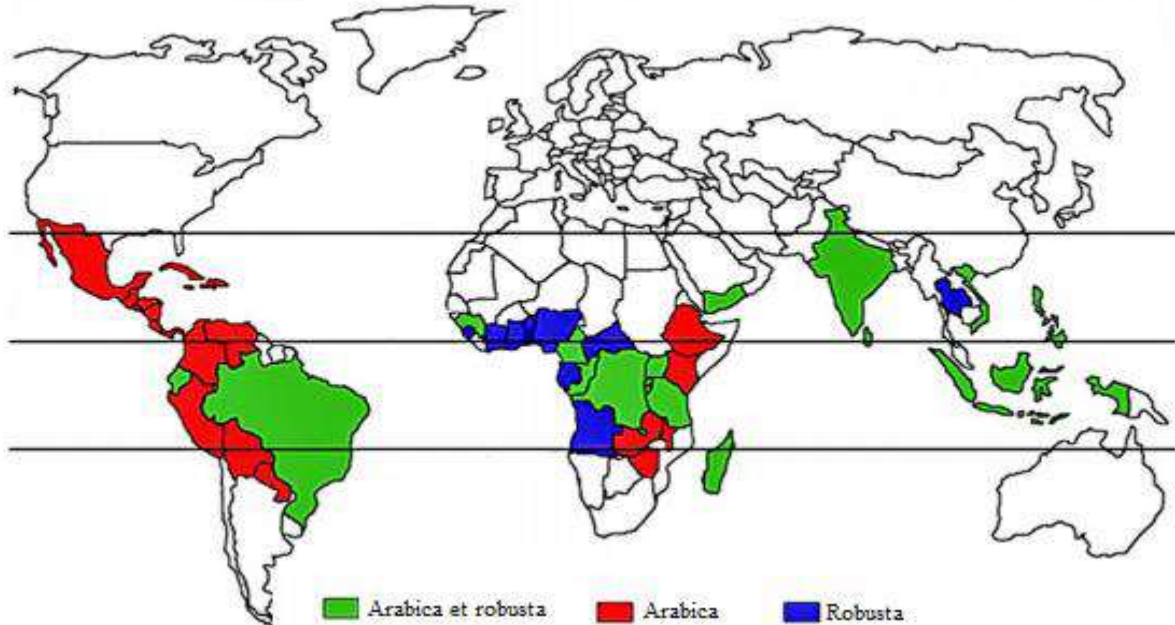


**Figure n° 05** : Traits morphologique des haricots (A) Arabica et (B) Robusta (**Franca et Oliviera, 2016**).

### I.5. Principaux pays producteurs du café

Selon l'Organisation Internationale du café (OIC), en 2016, les principaux pays producteurs du café étaient 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) (**Figure n°06**) (**Franca et Oliveira, 2019**).



**Figure n°06** : Les pays producteurs du café (**Franca et Oliveira, 2019**).

### **I.6. Traitement post - récolte du café**

Après la récolte, le fruit du caféier subit un 'traitement primaire', qui consiste essentiellement à séparer les grains de café du reste du fruit. Les étapes générales de la transformation primaire du café ont illustrées à la (**figure n°07**). Il existe trois grands types de traitement : le traitement sec, le traitement semi-humide, le traitement humide. Le traitement par voie sèche est une technique relativement simple dans laquelle les fruits récemment récoltés ( **30%-65%d'humidité**) sont étalés sur une grande terrasse en béton pour être séchés au soleil pendant une période de **15-20 jours** dans les climats favorables et jusqu'à **30 jours** dans les climats plus froids (**Franca et Olivier 2019**).



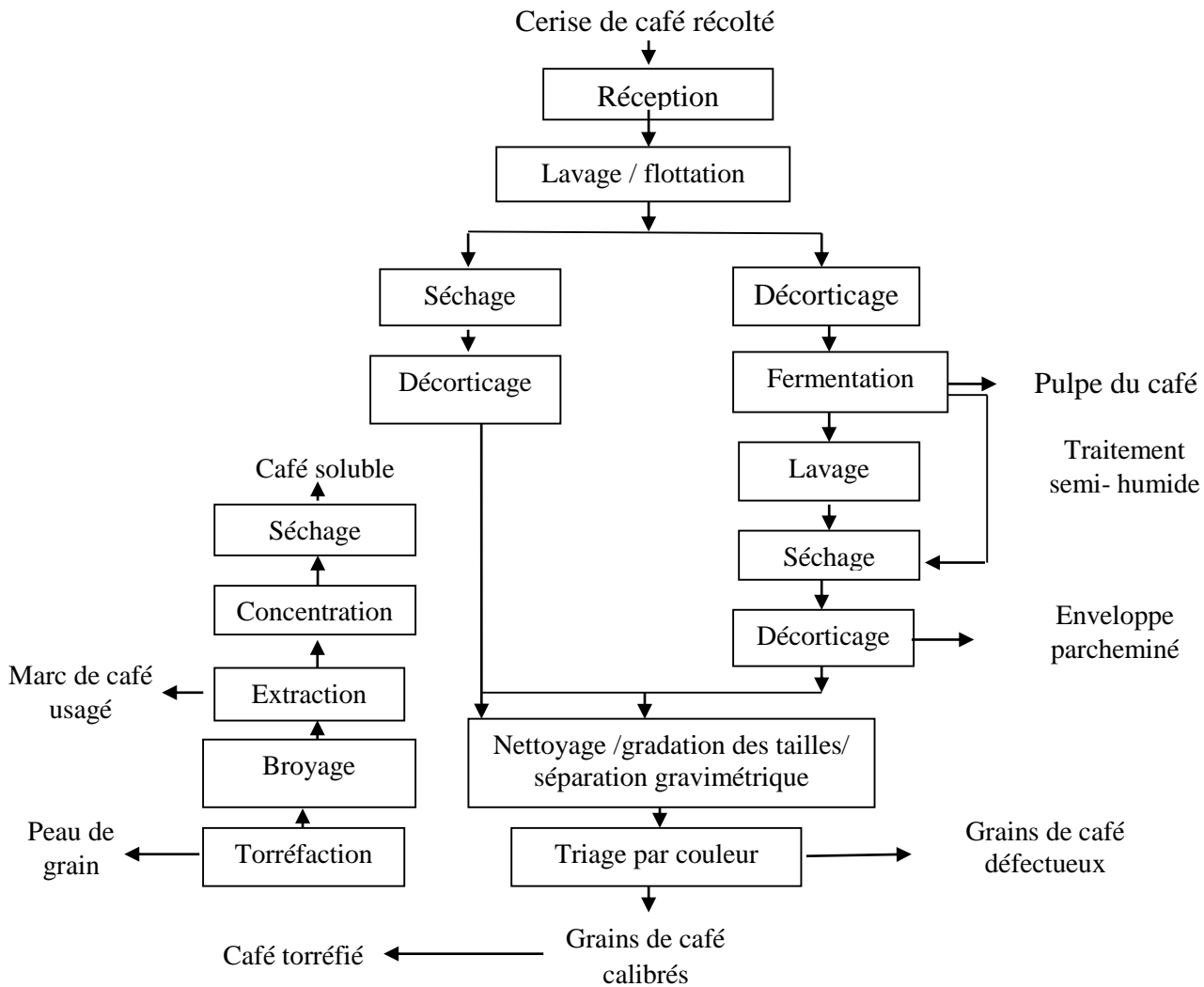


Figure n°07 : Etape du traitement post-récolte du café (Franca et oliveira, 2019)

## II.7. Torréfaction

L'arôme, la saveur et la texture souhaités des grains de café torréfiés proviennent principalement du processus de torréfaction, dans le quel les grains de café sont soumis à un traitement thermique qui entraîne de profondes modifications de la composition chimique et des propriétés physiques (Wang et al., 2015).

Pendant la torréfaction les grains de café vert sont exposés à une chaleur élevée et sèche pour obtenir les modifications organoleptiques souhaitées. Les grains sont traités en torréfaction dans des torréfacteurs chauffés par conduction ou convection et exposés à une température qui augmente progressivement. Pendant le processus de torréfaction, les grains perdent de l'eau et changent progressivement de couleur, passant du jaune (à 100 °C) au brun

clair (à 120-150 °C) et au brun foncé (à 200 °C) avant d'atteindre la température critique d'environ 230 °C. Les grains doivent ensuite être rapidement refroidis par air forcé pour éviter les pertes de composés aromatiques (Belkhiri, 2018).

### II.7.1. Caractéristiques physiques et structurelles des grains de café torréfié

#### II.7.1.1. Couleur

La torréfaction des grains de café entraîne une modification progressive de leur couleur, qui passe du gris verdâtre initial au brun, au brun foncé et noir, en fonction du degré désiré de torréfaction (Figure n° 08). La couleur chimique du café est due aux mélanoïdines, qui sont des produits bruns issus des réactions de Maillard. Les produits caramélisés issus de la dégradation thermique des carbohydrates et des sucres contribuent également à la couleur brune du café. Cela explique pourquoi, dans les mêmes conditions de torréfaction, les grains de robusta ont tendance à prendre une couleur plus claire que les grains d'arabica (les premiers ont une teneur en sucre plus faible) (Wang et al., 2011).



Figure n° 08 : Évolution de la couleur des grains de café au cours de la torréfaction (Bonnin, 2016)

#### II.7.1. 2. Teneur en eau

La teneur en eau du café torréfié varie de 1 % à 5 % selon la matière première, le niveau de torréfaction, les conditions du temps de torréfaction et de la température et les méthodes de refroidissement (Alessandrini et al., 2008).

#### II.7.1.3. CO<sub>2</sub>

Environ la moitié du CO<sub>2</sub> généré pendant la torréfaction est retenue dans les grains de café entiers torréfiés, et il faut jusqu'à plusieurs mois pour que ce CO<sub>2</sub> piégé soit complètement libéré. Une fraction du CO<sub>2</sub> piégé est libérée lors de la mouture, mais une quantité importante de CO<sub>2</sub> résiduel continue à dégazer pendant les stockages. La formation de CO<sub>2</sub> et d'autres

matières volatiles pendant la torréfaction entraîne une augmentation de la pression interne des grains de café. Par conséquent, les changements structuraux induits par la torréfaction du grain de café, tels que l'augmentation du volume et de la porosité, sont étroitement liés à la quantité et au taux de CO<sub>2</sub> (Anderson et al., 2003).

### II.8. Mouture des grains

La mouture est la dernière étape de la préparation qui consiste à moudre les grains de cafés torréfiés avec des appareils électriques. Au cours de la mouture, le dioxyde de carbone inclus dans le grain de café s'échappe. Bien que réalisée parfois chez le consommateur, elle est plus fréquemment réalisée de manière industrielle. Dans ce cas, le café moulu doit être emballé très rapidement afin d'éviter toute oxydation et perte d'arômes (Trad, 2016).

### II.9. Composition chimique

La composition chimique varie selon plusieurs paramètres tels que l'origine, l'espèce ou la variété considérée, les conditions de culture ainsi que le mode de préparation et de conservation du café. La torréfaction du café vert a un impact important sur les constituants finaux: alors que certains sont dégradés tels que le saccharose, les acides aminés libres, l'acide chlorogénique et la trigonelline, d'autres apparaissent suite à la réaction de Maillard. Parmi eux, les melanoïdines composés azotés qui jouent un rôle dans la constitution de la saveur du café (Wei et tanokura, 2015).

La composition chimique d'arabica et de *robusta* avant et après la torréfaction, est résumée dans le (tableau VIII).

**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
Acidesaminés	2	0	2	0
Protéines	11 -13	13 –15	11 -13	13 -15
Acideschlorogénique	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
Trigonelline	1 – 1,2	0,5 –1	0,6 – 0,8	0,3 – 0,6
Acidesgras	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
Mélanoïdine	/	16 – 17	/	16-17

Les composés majoritaires de café sont :

- **de l'azote**

Outre la caféine, les autres fractions azotées du café comprennent les protéines, les acides aminés libres et la trigonelline. Les protéines constituent environ 8,5- 12% (base sèche) des grains de café vert (**Montavon, 2003**).

- **La caféine**

Est probablement le constituant du café le mieux connu et le plus étudié à cause de ses effets physiologiques. C'est un composé azoté dérivé de la xanthine (Figure 09A) qui a un léger goût amer (**Badoud et Bauer, 2001**).

- **La trigonelline**

(Acide N-méthylnicotique) est un composé azoté (Figure n° 09 B), présent dans le café vert à une concentration d'environ 0,6 % dont la moitié est presque décomposée pendant la torréfaction (**Badoud et Bauer, 2001**).



**Figure n° 09 :** Structure chimique de la caféine (A) et de trigonelline (B) (**Badoud et Bauer, 2001**).

#### ▪ Mélanoidines

Les mélanoidines sont des composés polymères hétérogène bruns formés au stade final des réactions de Maillard, qui représentent environ 23% du matelas sec du café torréfié.

La structure chimique des mélanoidines du café est extrêmement complexe et reste largement inconnue (**Bekedam, 2008**).

#### ▪ Lipides

Les graines de café contiennent entre 8% et 18% (base sèche) de lipides, selon la variété et l'espèce. Les grains verts de robusta ont généralement une teneur en lipides inférieure à celle de l'arabica. (**Speer et al., 2009**).

#### ▪ Polysaccharides

Les polysaccharides constituent environ la moitié de la matière sèche du grain brut et sont le principal matériau de construction des parois cellulaires. La fraction soluble des polysaccharides contribue aux caractéristiques organoleptiques de l'infusion de café, telles que l'onctuosité, la sensation en bouche, la rétention des composés aromatiques et la stabilité de la mousse dans l'espresso (**Fisher et al., 2012**).

# **Chapitre III**

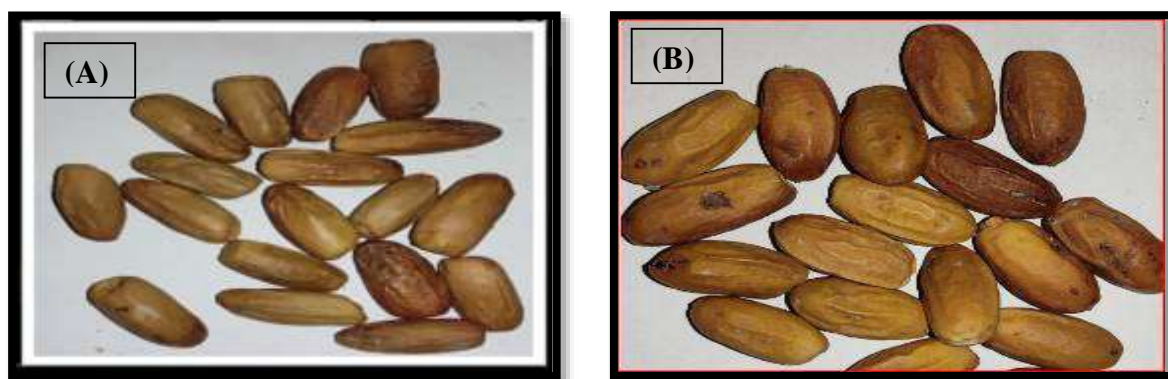
## **Matériel et Méthodes**

Le présent travail se penche d'abord sur l'optimisation de certains paramètres d'extraction des composés phénoliques des extraits des deux variétés de dattes (Mech degla et Degla beida), ensuite sur la formulation d'un café avec leurs poudres.

### III.1 Matériel végétal

#### III.1.1. Les dattes

Les dattes utilisées dans cette étude sont les dattes sèches dont les variétés sont « Degla beida » et « Mech degla » (**Figure n°10**). Ces matières premières ont été achetées pendant le mois d'avril 2022 au marché Edimco de la ville de Bejaia et proviennent de la wilaya de Biskra ville Tolga. Les dattes ont été récoltées au stade final de leur maturité et conservées à 4 °C.



**Figure n°10:** Photographie des dattes Degla beida (A) et Mech degla (B).

Le choix de ces variétés est justifié par les critères suivants :

- ▶ Leur qualité gustative, leur quantité amplement dépassée au niveau national, leur facilité de conservation (dattes sèches).
- ▶ Source de sucre naturel qui peu substituer le sucre blanc raffiné.
- ▶ Dattes sèches ayant une valeur technologique importante (une faible teneur en eau qui est inférieur à 20%).
- ▶ Produits disponibles et de faible valeur marchande.

Les dattes sèches contiennent souvent une quantité non négligeable d'eau d'environ 20% (**Espiard, 2002**) qui doit être enlevée. Le séchage des produits alimentaires est un moyen important afin d'augmenter la résistance à la dégradation. Sécher les dattes communes consiste à réduire l'humidité.

### III.2.2. Obtention de la poudre de datte

#### III.2.2.1. Traitement préliminaire

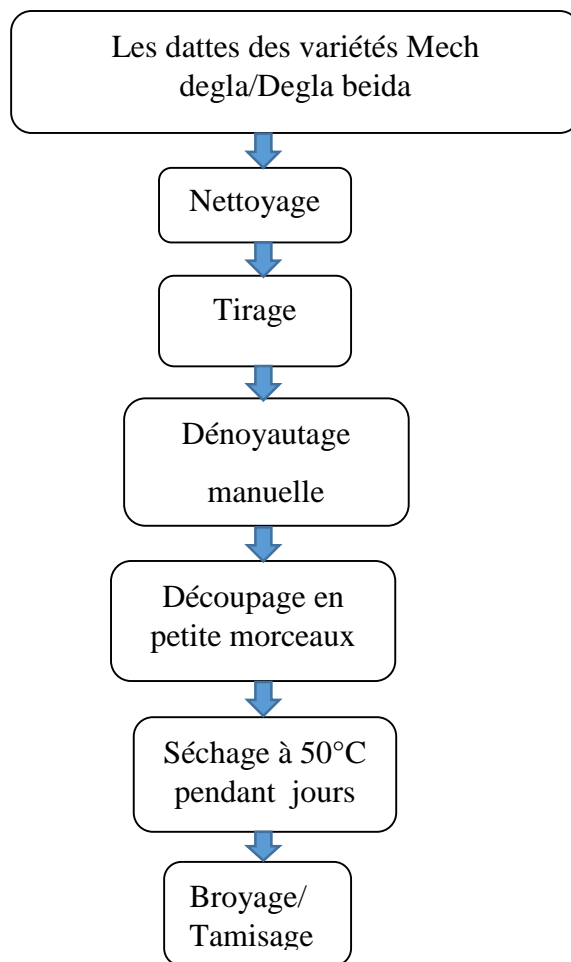
Les dattes subissent tout d'abord un triage manuel pour séparer les dattes infestées, ensuite elles sont dénoyautées manuellement. Les dattes sont essuyées à l'aide d'un torchon humide pour éliminer les poussières. Ensuite, elles sont coupées en petits morceaux et placées dans l'étuve pour les faire sécher.

#### III.2.2.2. Séchage

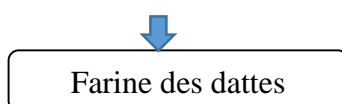
Humidité initiale du produit aux environ 5% (par rapport à la masse sèche) (**Espiard, 2002**). Le système de séchage expérimental est composé d'une étuve avec ventilation d'air. Le séchage est réalisé par le contact direct du produit avec l'air chaud circulant dans l'étuve. Le séchage est réalisé à une température de 50 °C pendant deux jours, une fois sortie de l'étuve la matière séchée est mise dans le dessiccateur (**Chekroune et al.,2008**).

#### III.2.2.3. Broyage et tamisage

La datte sèche obtenue est réduite en poudre à l'aide d'un broyeur électrique et les poudres ont été conservées dans des bocaux bien fermés à l'abri de la lumière et de l'humidité à température ambiante.







**Figure n°11** : Diagramme de préparation de la farine de datte MD et DB.

## III.2. Méthodes

### III.2.1. Test d'humidité

Avant d'effectuer le séchage et afin de le poursuivre un test d'humidité est réalisé qui sert également à déterminer la teneur en eau des échantillons dont le principe est le suivant :

La détermination de la teneur en eau est selon la méthode 44-19.01 de l'AACC (2000b, 2012). Une dessiccation de l'échantillon à analyser dans une étuve à une température de  $105 \pm 2$  °C jusqu'à l'obtention d'une masse pratiquement constante. Pour éviter toute reprise d'humidité, il convient d'utiliser un dessiccateur.

- **Mode opératoire**

Une quantité de chaque échantillon est pesée (10 g) et mise dans des boîtes de Pétri et laissée sécher dans une étuve à 105 °C jusqu'à la stabilité du poids, ensuite le taux d'humidité est calculé (AACC : 2000b, 2012).

Les résultats sont exprimés en pourcentage selon la formule suivante:

$$\text{Taux d'humidité (\%)} = \left( \frac{P1-P2}{P1-P0} \right) \times 100$$

Où :

P0 : poids de la boîte de Pétri vide (g).

P1 : poids de la boîte de Pétri contenant l'échantillon avant séchage (g).

P2 : poids de la boîte de Pétri contenant l'échantillon après séchage (g).

### III.2.2. Taux de cendres

Les cendres sont déterminées par incinération dans un four à moufle jusqu'à l'obtention d'un résidu blanchâtre (Boussaid et al., 2020).

- **Mode opératoire**

Une quantité de 2 g de poudre de datte a été placée dans des creusets préalablement pesés. Le creuset et son contenu sont ensuite placés dans un four à moufle à 550 °C pendant 6 h, jusqu'à destruction de toutes les matières organiques contenues dans l'échantillon. Après refroidissement le creuset est pesé avec les cendres dont la teneur est déterminée comme suite :

$$\%cendres = \left( \frac{M2 - M0}{M1} \right) \times 100$$

Où :

$M0$  : masse du creuset vide (g)

$M1$  : masse de l'échantillon (g)

$M2$  : masse de l'échantillon incinéré + la masse du creuset (g)

### III.2.3. Protéines

La méthode de Bradford est un dosage colorimétrique qui se manifeste par le changement de la couleur du bleu de Coomassie G-250 après liaison avec les protéines à la longueur d'onde de 595 nm (**Bradford, 1976**).

- **Mode opératoire**

Un volume de 500  $\mu$ L d'extrait a été mélangé avec 2 ml de réactif Bradford, et l'ensemble est bien mélangé au vortex. La concentration en protéine a été déterminée en se référant à la courbe d'étalonnage obtenue en utilisant la protéine ASB (Albumine de Sérum Bovin).

### III.2.4. Sucres totaux

Les sucres totaux sont déterminés d'après la méthode de **Dubois et al. (1956)**. Le principe de cette méthode repose sur la déshydratation des oses en milieu acide et à chaud. Cette déshydratation est accompagnée par la formation d'un hydroxy-méthylfurfural (HMF) dans le cas d'hexoses et du furfural dans celui des pentoses. La condensation de ces composés avec le phénol engendre un complexe de couleur jaune-orangé dont l'intensité est proportionnelle à la concentration des oses.

- **Mode opératoire**

L'extrait des dattes (100 µL) a été mélangé avec 200 µL de phénol à 5%, et 1 ml d'acide sulfurique concentré (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) (95-98%) est ajouté, puis le mélange est chauffé au bain-Marie à 100 °C pendant 5 min, et laissé refroidir. La concentration en sucres totaux a été déterminée en se référant à la courbe d'étalonnage obtenue en utilisant le glucose comme standard d'étalonnage. La teneur en sucres totaux est exprimée par la formule suivante :

$$ST = [(X.V.D) / P].100$$

Où :

**ST** : Taux de sucres totaux (%).

**X** : Quantité de sucres calculée à partir de la courbe d'étalonnage (mg/mL).

**D** : Facteur de dilution.

**V** : Volume de la solution analysée (mL).

**P** : Poids de la prise d'essai (g).

### III.2.5. Extraction des composés phénoliques

La technique d'extraction par macération est adoptée pour l'extraction des composés phénoliques des échantillons étudiés. C'est une extraction solide-liquide dans laquelle le composé bioactif (soluté) à l'intérieur de la matière végétale est extrait par un solvant spécifique pendant une période de temps bien déterminée. L'efficacité du processus de macération est déterminée par deux facteurs principaux la solubilité et la diffusion. La macération est le choix le plus fréquent des chercheurs vu la simplicité de la mise d'un système d'extraction par macération. L'inconvénient de la macération est la longue durée d'extraction réduite toutefois par agitation (**Cheok et al., 2014**).

#### III.2.5.1. Optimisation de l'extraction des composés phénoliques

##### III.2.5.1.1. Etude préliminaire

Le but de cette étape est la détermination des meilleures conditions d'extraction, par fixation d'un seul paramètre (concentration d'éthanol ou durée d'agitation ou le ratio) et variant les autres (**Tableau IX**).

**Tableau IX:** Conditions d'extraction utilisées dans l'étude préliminaire de l'extraction des composés phénoliques assistés par macération.

Effet du solvant						
Concentration en éthanol (%)	<b>0</b>	<b>20</b>	<b>40</b>	<b>60</b>	<b>80</b>	<b>100</b>
Temps (min)	<b>60</b>					
Ratio (g/mL)	<b>1/20</b>					
Effet du temps						
Temps (min)	<b>30</b>	<b>60</b>	<b>90</b>	<b>120</b>	<b>150</b>	<b>180</b>
Solvant	La concentration en solvant adéquate pour l'extraction					
Ratio (g/mL)	1 g/ml					
Effet de ratio						
Ratio (1g/mL)	<b>10</b>	<b>20</b>	<b>30</b>	<b>40</b>	<b>50</b>	<b>60</b>
Solvant	La concentration adéquate pour l'extraction					
Temps	Le temps adéquat pour l'extraction					

### III.2.5.1.2. Plan de surface de réponse

L'optimisation des conditions d'extraction des composés phénoliques totaux des poudres des dattes (Mech degla et Degla beida) a été déterminée en utilisant la méthodologie de surface de réponse (MSR). Le plan composite centré (CCD) emploie la méthode de la régression des moindres carrés pour ajuster les données à un modèle quadratique pour chaque réponse :

$$Y = \beta_0 + \sum_{i=1}^K \beta_i X_i + \sum_{i=1}^K \beta_{ii} X_i^2 + \sum_{i=1; i < j}^K \sum_{j=2}^K \beta_{ij} X_i X_j$$

Avec ;

**Y** : est la réponse prédite,  **$\beta_0$**  : une constante,  **$\beta_i$**  : le coefficient linéaire,  **$\beta_{ii}$**  : le coefficient quadratique,  **$\beta_{ij}$**  : l'interaction des coefficients des variables (i et j),  **$X_i$  et  $X_j$**  variables indépendantes influençant les réponses Y.

Les niveaux des variables choisies pour les essais des trois variables indépendantes sont résumés dans le (**tableau XI**).

**Tableau X:** Niveaux des variables choisies pour les essais.

	<b>Mech degla</b>			<b>Degla beida</b>		
Variables indépendantes	Niveau codés			Niveau codés		
	-1	0	+1	-1	0	+1
Concentration en éthanol % (v/v)	0	40	80	20	40	60
Temps (minutes)	90	120	150	90	120	150
Ratio (1g/ml)	10	30	50	20	40	60

### III.2.6. Dosage des composés phénoliques

#### III.2.6.1. Dosage des polyphénols totaux

La teneur en polyphénols totaux a été déterminée par la méthode de Singleton et Ross utilisant le réactif (Folin-Ciocalteu). Ce dernier est constitué par un mélange d'acide phosphotungstique ( $H_3PW_{12}O_{40}$ ) et d'acide phosphomolybdique ( $H_3PMO_{12}O_{40}$ ) qui est réduit, lors de l'oxydation des phénols, en mélange d'oxydes bleus de tungstène ( $W_8O_{23}$ ) et de molybdène ( $Mo_8O_{23}$ ) (**Chedea et Pop, 2019**).

- **Mode opératoire**

Le mode opératoire décrit par **George et al. (2005)** a été utilisé. Un volume de 250  $\mu$ L de l'extrait végétal a été additionné de 1250  $\mu$ L du réactif de Folin-Ciocalteu (dilué dix fois). Le mélange est laissé agir quelques minutes à température ambiante, 1000  $\mu$ L de carbonate de sodium ( $Na_2CO_3$ ) à 7,5% sont ensuite ajoutés. Après incubation dans un bain Marie pendant 15 min à 50 °C. La solution est directement prolongée dans un bain de glace à l'obscurité. La lecture des absorbances a été effectuée à 760 nm.

A la fin du dosage nous allons avoir de différentes absorbances qui vont servir pour le calcul des concentrations, en utilisant l'équation de courbes d'étalonnage réalisée avec l'acide gallique (**Annexe I**).

### III.2.6.2. Dosage des flavonoïdes

Une formation d'un complexe coloré est due à la présence du chlorure d'aluminium en raison que les flavonoïdes possèdent un groupement (OH) libre en position 5 et groupement CO. Des complexes jaunâtres sont formés par les flavonoïdes sous l'action de chélation des métaux (fer et aluminium). Ceci traduit le fait que le métal (Al) perd deux électrons pour s'unir à deux atomes d'oxygène de la molécule phénolique agissant comme donneur d'électrons (**Benderradji, 2018**).

- **Mode opératoire**

Dans un tube à essai 1 ml d'extrait dilué est mélangé avec le même volume d'AlCl<sub>3</sub> à 2% et puis le mélange est incubé pendant 15 min à l'obscurité et enfin l'absorbance est mesurée à l'aide d'un spectrophotomètre à 430 nm (**Brahmi et al., 2015**).

A la fin du dosage nous allons avoir de différentes absorbances qui vont servir pour le calcul des concentrations, en utilisant l'équation de courbes d'étalonnage réalisée avec la quercétine

### III.2.6.3. Dosage des flavonols

La méthode utilisée pour la détermination de la teneur en flavonols est celle de **Kumaran et karunakaran (2007)**.

- **Mode opératoire**

L'extrait des dattes (0,5 ml) a été mélangé avec (0,5 ml) de chlorure d'aluminium (2%), puis 0,75 ml d'acétate de sodium sont ajoutés et l'ensemble est mélangé aux vortex puis incubé à l'obscurité pendant 30 min. L'absorbance est mesurée après à 510 nm et les résultats ont été exprimés en milligramme équivalent catéchine par gramme de matières sèches (mg EC/g de PS).

### III.2.6.3. Dosage des tannins condensés totaux

Les tannins condensés sont déterminés par la méthode à la vanilline en milieu acide, basée sur la capacité de celle-ci à réagir avec les unités des tannins condensés en présence d'acide pour produire un complexe coloré qui absorbe à 550 nm. La réactivité de la vanilline avec les tannins n'implique que la première unité du polymère (**julkunen- Titto, 1985**).

- **Mode opératoire**

Un volume d'extrait 50 µL est ajouté à 1500 µL de solution vanilline/méthanol (4%) et le mélange est bien agité au vortex puis incubé à 4 °C pendant 24 h. Ensuite 750 µL d'acide chlorhydrique concentré (HCL) sont ajoutés et l'ensemble est laissé agir pendant 20 min à température ambiante. Les absorbances des échantillons sont lues à 550 nm ; les résultats sont rapportés en mg équivalent acide tannique par 100 g de matière sèche.

### III.2.7. Evaluation de l'activité antioxydante

#### III.2.7.1. Pouvoir anti-radicalaire au DPPH

Le DPPH<sup>\*</sup> (2-2-Diphényle-1- picryl-hydrazyl), est un radical libre stable violet en solution, et présente une absorbance caractéristique à 517 nm. Cette couleur disparaît rapidement lorsque le DPPH<sup>\*</sup> est réduit en diphényle picryl-hydrazine par un composé à propriété anti-radicalaire, entraînant ainsi une décoloration. L'intensité de la coloration est proportionnelle à la capacité des antioxydants présents dans le milieu à donner des protons (**Talbi et al., 2015**).

- **Mode opératoire**

La solution de DPPH est préparée à 0,1 mM, puis 2 ml de chaque d'extrait dilué est mélangé avec 150 µL de la solution au DPPH. Le mélange est incubé pendant 1 h à l'obscurité et les l'absorbance est lue à l'aide d'un spectrophotomètre à 517 nm (**Brahmi et al., 2015**).

Le pourcentage de réduction des radicaux DPPH<sup>\*</sup> est exprimé selon la formule suivante :

$$\% \text{ d'inhibition} = [\text{abs cont} - \text{abs écha} / \text{abs cont}] \times 100$$

Sachant que :

I% : Pourcentage de l'activité anti-radicalaire.

Abs cont : Absorbance du contrôle.

Abs écha : Absorbance de l'échantillon.

L'IC<sub>50</sub> qui est la concentration de l'échantillon testé nécessaire pour réduire 50% de radical DPPH<sup>\*</sup> est ensuite calculée graphiquement et les résultats sont exprimés en mg/ml. Plus la valeur d'IC<sub>50</sub> est petite, plus l'activité antioxydante de l'extrait testé est grande (Selaimia et al., 2020).

### III.2.7.2. Test de phosphomolybdate d'ammonium

La méthode utilisant le phosphomolybdate d'ammonium est un test antioxydant important basé sur la réduction de MO<sup>+6</sup> en MO<sup>+5</sup> par un composé antioxydant. Ceci conduit à la formation d'un complexe de phosphate/MO<sup>+5</sup>, de couleur verte, avec une absorption maximale à 695 nm (Nagavani et al., 2010).

- **Mode opératoire**

Dans des tubes à essai sont introduits 100 µL à différentes concentrations d'extraits, puis 1 ml de réactif de phosphomolybdate d'ammonium composé de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (0,6 M), de Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> (28 mM) et du phosphomolybdate d'ammonium (4 mM) est ajouté et le mélange est incubé à 90 °C pendant 1 h et 30 min au bain Marie.. Enfin, la lecture est faite au spectrophotomètre à 695 nm (Brahmi et al., 2014).

### III.2.8. Préparation du café a base des dattes

#### III.2.8.1. Préparation de la poudre de café

- **Torréfaction**

La torréfaction des grains de café des deux espèces (café Arabica, café Robusta), a été réalisée chez le torréfacteur au niveau de l'entreprise tigre royale à l'aide d'un torréfacteur à cylindres, à une température de 200 °C pendant 30 minutes.

- **Broyage**



Le broyage a été réalisé pour une pesée de 50 g des grains de café, pour chaque espèce, à l'aide d'un broyeur électrique de laboratoire.

- **Tamissage**

Après broyage, un tamissage est effectué à l'aide d'un tamiseur.

### **2.8.2. Elaboration du café enrichi avec des poudres de dattes**

Les grains de café arabica et robusta ont été broyés et mélangés avec de la poudre des dattes (Mech degla et Degla beida) en suivant le protocole suivant :

Une quantité d'1 g de poudre de dattes de chaque variété (Mech degla, Degla beida) est mélangée avec une tasse de café (9 g de café moulu (arabica /robusta).

- **Préparation des extraits**

Le protocole utilisé pour l'extraction est une décoction avec agitation mécanique. Les échantillons de cafés ont été préparés en extrayant 2,5 g de chaque marque avec 100 ml d'eau bouillante et en les agitant à 180tr/min pendant 30 min à température ambiante. Après extraction, une filtration sur papier cellulosique a été réalisée (**Pintac et al. 2022**).

### **III.2.9. Analyse sensorielle**

Selon **Delacharlerie et al. (2008)**, l'analyse sensorielle considère le jury comme un instrument de mesure. Cette analyse a été réalisée au niveau du laboratoire d'analyse sensorielle de l'université de Bejaia, par un jury expert composé de 10 sujets afin d'évaluer les caractéristiques organoleptiques des six échantillons de café.

Six échantillons de café codés de A à F entre cafés normal et cafés enrichis, et un questionnaire ont été attribués aux sujets afin de se manifester sur certaines caractéristiques : couleur, odeur, goût, arôme, texture et consistance des différents cafés, et à exprimer leur préférence et donner une note allant de 1 à 9.

Les données rassemblées à partir des questionnaires distribués aux juges, ont été traitées en utilisant le logiciel XLSTAT version **16.5.03 2014**, qui est un outil complet d'analyse de données et de statistiques. Ce logiciel utilise Microsoft Excel comme une interface de récupération des données et d'affichage des résultats.

**III.2.10. Analyse statistique**

Tous les résultats sont exprimés en moyennes de trois valeurs  $\pm$  écart types. Les résultats des essais préliminaires sont analysés par STATISTICA version 10, basé sur l'analyse de la variance (ANOVA-MANOVA). Quant aux résultats expérimentaux du plan d'expérience de CCD, ils sont analysés par le logiciel JMP.

# **Chapitre IV**

## **Résultats et discussion**

### IV.1. Caractéristiques physico-chimiques des dattes

#### IV.1. Caractéristiques physico-chimiques des dattes

- **Humidité**

La teneur en eau (humidité) est un paramètre essentiel pour l'obtention des farines ou poudres à partir des dattes, puisque le broyage ne peut se faire qu'en présence d'une faible teneur en eau (Nahili, 2006). L'humidité des deux échantillons est donnée dans le tableau :

**Tableau XI:** humidité des deux échantillons.

Variété	Humidité
Mech degla	12,05 ± 0,35 <sup>a</sup>
Degla beida	10,36 ± 0,05 <sup>b</sup>

Les moyennes en humidité affectées de différentes lettres indiquent des différences significatives ( $P \leq 0,05$ ), celles suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes.

La variété Degla beida (DB) présente une teneur d'humidité faible (10,36%), cette teneur est comparable à celle mentionnée par Munier(1973) qui est de 10%. Par contre, une valeur un peu plus élevée est enregistrée chez la variété Mech degla (MD) (12,05%) qui est proche du résultat rapporté par Yefsah et al. (2019) (12,07%) mais inférieure à celui trouvé par Bouchachia (2019) (14,4%). En outre, Benflis (2006), Noui (2007) et Benamara et al. (2007) ont donné des teneurs comparables qui sont de 13,1 ; 14,51 et 14,71%, respectivement pour la variété Mech degla. D'ailleurs, la majorité des dattes sèches consistance ont des teneurs en eau autour de 14-15%. Cette valeur favorise la conservation de la datte sèche qui peut aller jusqu'à un an si les conditions sont favorables et protège le fruit contre le développement de microorganismes (Yefsah et al., 2019).

#### IV.2. Analyses physicochimiques de la farine des dattes étudiées

Les résultats des analyses physico-chimiques effectuées pour la farine des deux variétés de dattes étudiées sont récapitulés dans le (tableau XIII).

**Tableau XII :** Résultats des analyses physicochimiques de la farine des dattes Mech degla et Degla beida.

Variété	Mech degla	Degla beida
<b>Paramètres</b>		
Cendres %	2,0 ± 0,1 <sup>a</sup>	2,17 ± 0,10 <sup>a</sup>
Taux de sucre (%)	75,38 ± 0,35 <sup>b</sup>	77,22 ± 1,88 <sup>a</sup>
Protéines %	2,57 ± 0,72 <sup>b</sup>	3,35 ± 0,16 <sup>a</sup>

Les moyennes en concentrations en cendres, sucres et protéines affectées de différentes lettres indiquent des différences significatives ( $P \leq 0,05$ ), celles suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes.

- **Cendre**

Le taux de cendres représente la quantité totale en sels minéraux présents. Les résultats montrent que la farine de la variété Degla beida présente un taux de  $2,17 \pm 0,10\%$ . Elle semble riche en éléments minéraux. Ce résultat est comparable à celui rapporté par **Boukhiar (2009)** concernant la variété Degla beida qui est de (2,18%).

La valeur trouvée dans la datte Mech degla en question est de 2% du poids sec. **Boucharia et al. (2019)** ont trouvé une même teneur et d'autres auteurs ont rapporté des valeurs comparables à celle trouvée qui sont de 1,2% et 2,68% pour certaines variétés tunisiennes (**Bacha, 2008 ; Besbes et al., 2009 ; Ben Thabet et al., 2007**).

- **Sucres**

Les sucres sont les constituants les plus importants dans la datte. Ils sont également responsables de la douceur de l'aliment (**Noui, 2007**). La teneur totale en sucre de la datte peut varier entre 71,2% et 81,4% du poids sec selon **Asserey (2015)**.

La teneur en sucre de la farine des dattes étudiées sont de 75,38% pour Mech degla et 77,22% pour Degla beida. Ces résultats sont conformes avec ceux révélés par **Nahili(2006)** qui ont rapporté une teneur en sucre comprise entre 73 et 85%, pour les farines de dattes MD et DB.

Par ailleurs, de nombreux auteurs, dont **Bentrad (2020)**, s'accordent sur le fait que la teneur en sucres des dattes varie généralement en fonction de la variété, de la consistance et des stades de maturation.

- **Protéines**

Une différence significative entre les deux types de datte ( $p \leq 0,05$ ) et les résultats montrent que la variété Degla beida présente la teneur la plus élevée qui est de  $3,35 \pm 0,16\text{mg}/100 \text{ g MS}$ , contre  $2,57 \pm 0,72 \text{ mg}/100 \text{ g MS}$  pour la variété Mech degla.

Selon **Tajini et al.(2020)**, de nombreuses analyses faites par différents auteurs ont montré que la pulpe de datte ne renferme qu'une faible quantité de protéines et les matières protéiques représentent moins de 3% (MS). Elle est en général de l'ordre de 1,75% du poids de la pulpe (**Besbes et al., 2009**). Cependant, le pourcentage de protéines présent dans les noyaux des dattes est plus important que celui de la pulpe (**Al-Shahib et Marshall, 2003**).

### IV.3. Extraction des polyphénols totaux de la pulpe des dattes Mech degla

#### IV.3.1. Etude préliminaire (expériences à un seul facteur)

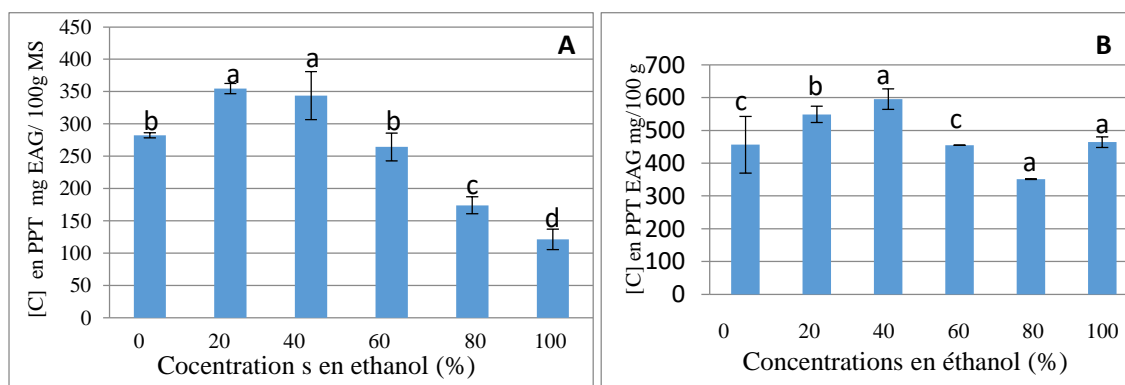
La récupération d'extraits à partir de matrices végétales dépend du type de solvant utilisé, de la température, du pH, de la nature de la matrice végétale, de temps d'extraction et de la méthode d'extraction (Do et al., 2014).

##### A. Effet de la concentration en éthanol

Les composés phénoliques sont généralement extraits en utilisant les solvants organiques aqueux tels que le méthanol, l'éthanol, l'acétone et acétate d'éthyle. Cependant, les solvants organiques comme le méthanol sont toxiques et ne sont pas acceptables pour les aliments.

L'utilisation d'éthanol présente plusieurs avantages par rapport à l'utilisation d'autres solvants, y compris une efficacité d'extraction plus élevée, compatibilité environnementale et une toxicité et un coût inférieurs. Cependant, le pourcentage de l'éthanol dans l'eau en tant que solvant d'extraction peut affecter l'efficacité de l'extraction (Wu et al., 2012).

Lors de l'extraction des polyphénols d'une source végétale la solubilité des composés phénoliques dans l'extrait est notamment gouvernée par la polarité du solvant utilisé. Dans notre travail, différentes concentrations en éthanol (0,20, 40, 60, 80, 100%, v/v) ont été testées sur l'efficacité de l'extraction des PPT de la pulpe des dattes. Les résultats de l'effet de la concentration en éthanol sur l'extraction des polyphénols totaux (PPT) de la pulpe des dattes (MD et DB) sont illustrés dans la figure suivante :



**Figure n°12:** Effet de la concentration en éthanol sur l'extraction des polyphénols totaux de la pulpe de dattes Mech degla (A) et Degla beida (B).

Les moyennes en concentrations en polyphénols totaux affectées de différentes lettres indiquent des différences significatives ( $P \leq 0,05$ ), celles suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes.

Pour MD, nous constatons une augmentation de la teneur en PPT jusqu'à une concentration de 40% (v/v) d'éthanol où la valeur trouvée est de  $343,8 \pm 37,33$  mg EAG/100 g MS, par la suite elle diminue jusqu'à atteindre sa valeur minimale avec l'éthanol 100% ( $121,2 \pm 15,83$  mg EAG/100 g de MS). Le choix du solvant le plus efficace dépend de la nature de la matrice végétale utilisée.

Pour DB, la teneur la plus élevée en PPT a été trouvée pour l'éthanol 40 % ( $595,2 \pm 31,39$  mg EAG/100 g MS), alors que la teneur la plus faible ( $351,3 \pm 0,7$  mg EAG/100 g MS) est enregistrée pour l'éthanol 80%. Le choix du solvant le plus efficace dépend de la nature de la matrice végétale utilisée. Par conséquent, la meilleure concentration en éthanol pour l'extraction des PPT à partir de MD et DB est de 40% (v/v).

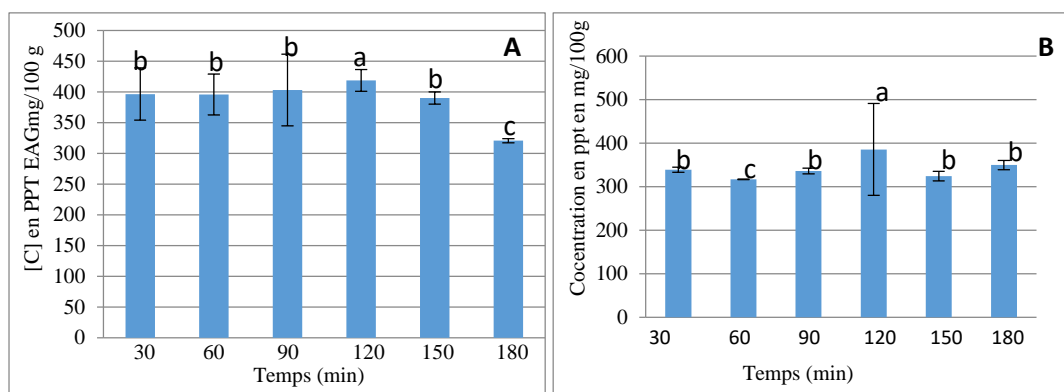
Selon **Jorge et al. (2013)**, l'extraction des substances phytochimiques comme les polyphénols est un processus de transfert de masse du soluté des cellules végétales vers le solvant. En général, dans un système de solvant binaire, un solvant peut augmenter la solubilité des polyphénols, tandis que l'autre peut améliorer la désorption (**Aleksander et al., 2017**).

L'eau joue un rôle important dans le gonflement du matériel végétal, tandis que l'éthanol est responsable de la rupture de la liaison entre les solutés et la matrice végétale, permettant ainsi un meilleur transfert de masse des composés. Par conséquent, Le mélange d'eau et d'éthanol comme agent solvant montre un effet synergique qui facilite l'extraction phénolique (**Nada et al., 2016**).

### **B. Effets de temps**

L'extraction des composés bioactifs tels que les composés phénoliques est tributaire de plusieurs facteurs qui peuvent influencer les performances de l'extraction, tel que le temps. Le temps de contact entre le solide et le solvant est un paramètre important pour l'extraction des polyphénols (**Galvan D'Alessandro, 2013**).

L'impact de temps sur l'extraction des composés phénoliques à partir de la pulpe des dattes MD et DB est illustré dans la figure suivante:



**Figure n°13:** Effet de temps sur l'extraction des polyphénols totaux de la pulpe Mech degla (A) et Degla beida (B).

Les moyennes en concentrations en polyphénols totaux affectées de différentes lettres indiquent des différences significatives ( $P \leq 0,05$ ), celles suivies de la même lettre ne sont significativement différentes.

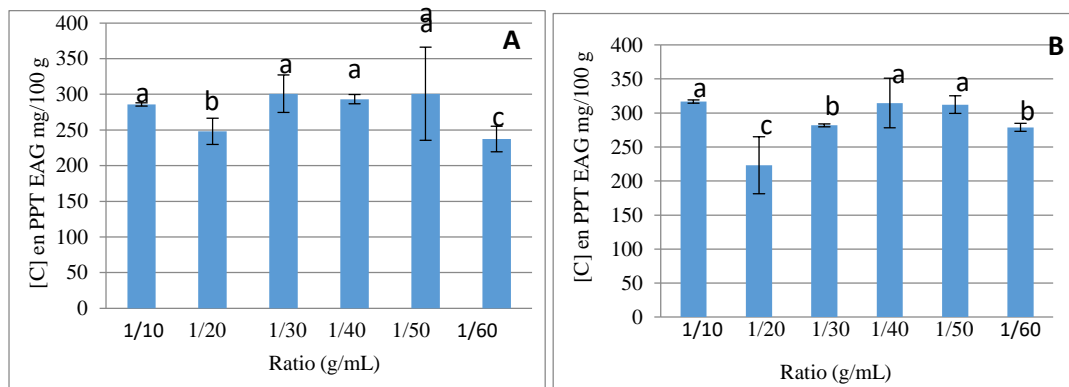
Concernant MD, la teneur maximale en PPT ( $418,9 \pm 17,67$  mg EAG/100 g MS) a été obtenue à 120 min, tandis que les extraits obtenus après 30 et 60 min ont donné des valeurs inférieures sans différence significative à  $P \leq 0,05$ , qui sont de  $396,7 \pm 42,56$ ,  $395,8 \pm 33,37$  mg EAG/100g MS), respectivement.

Quant à DB, la teneur maximale est obtenue à 120 min et elle est de  $385,6 \pm 105,50$  g EAG/100g MS, le même résultat est trouvé par **Wang et al. (2018)**.

Selon la deuxième loi de diffusion de Fick en prolongeant le temps d'extraction, la quantité de composés polyphénols extraits est augmenté (**Nayak, 2015**). Cet effet est compréhensible car il a été déjà prouvé qu'un temps d'extraction prolongé améliore l'extraction des composés phénoliques. Une augmentation de la quantité en PPT avec l'augmentation de temps a été signalée par plusieurs auteurs.

### C. Effet de ratio

L'effet de ratio sur l'extraction des composés phénoliques à partir de la pulpe des dattes ( Mech degla et Degla beida)est donné dans la figure suivante:





**Figure n°14:** Effet de ratio sur l'extraction des polyphénols totaux de la pulpe des dattes Mech degla (A) et Degla beida (B).

Les moyennes en concentrations en polyphénols totaux affectées de différentes lettres indiquent des différences significatives ( $P \leq 0,05$ ), celles suivies de la même lettre ne sont significativement différentes.

L'impact du rapport solide/liquide sur l'extraction des polyphénols de dattes séchées est mesuré avec les rapports 1 /10, 1 /20, 1 /30, 1/ 40, 1 /50,1/60 ; P/ V (**Figure n° 14**). En augmentant le rapport solide/liquide, celui-ci a un effet positif sur l'extraction. En effet, le rapport solide/liquide de 1g/50 mL est celui qui permet d'extraire le meilleur taux pour MD et 1g/40mL pour DB. Au-delà de ce rapport, les taux diminuent.

Les conclusions précédentes selon lesquelles un rapport solide-solvant plus élevé conduit à un rendement plus élevé de polyphénols (**Galvan d'alessandro et al., 2012**). Il faut noter qu'un rapport solide-solvant plus élevé génère une diminution de la consommation de matériel végétal et une diminution du coût de l'extraction (**Nada et al., 2016**). De plus, il permet d'éviter la saturation du milieu d'extraction et d'augmenter le rendement de l'extraction. Plusieurs études ont montré que le TPC augmentait rapidement avec l'augmentation du rapport, à température ambiante, ainsi qu'en utilisant des températures élevées ou des ondes ultrasonores (**Aleksandra et al., 2017**).

#### IV.3.2. Optimisation par la méthodologie de surface de réponse

Les résultats des expériences du plan central composite précis avec répétition du centre, sont représentés dans le tableau suivant :

**Tableau XIII:** Plan et résultats d'optimisation des conditions d'extraction par macération par le plan central composite précis pour les extraits de la pulpe des dattes Mech degla et Degla beida.

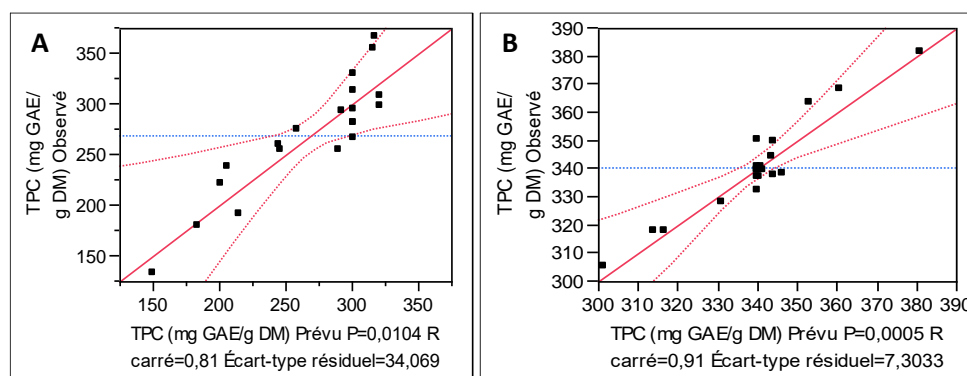
Mech degla						Degla beida					
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	Valeurs réelles	Valeurs prédites		X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	Valeurs réelles	Valeurs prédites
--+	0	150	50	291,5	292,56	000	40	120	40	342	339,89
000	40	120	30	311,6	300,76	A00	60	120	40	337,6	346,49
++-	80	150	10	220,3	201,24	+++	60	150	60	340	341,01
0a0	40	90	30	307	321,46	000	40	120	40	332	339,89
+++	80	90	50	236	205,69	000	40	120	40	340,4	339,89
+-	80	90	10	178,7	183,25	000	40	120	40	338,8	339,89
--+	0	90	50	296	320,68	++-	60	150	20	304,6	301,30
A00	80	120	30	189,6	215,44	00A	40	120	60	339,2	341,19
000	40	120	30	293	300,76	--+	20	150	60	381	381,15
000	40	120	30	280,6	300,76	+-	20	150	20	337	344,09
00A	40	120	50	273	258,58	+-	60	90	20	343,6	343,77
000	40	120	30	280,6	300,76	000	40	120	40	336,8	339,89
+++	80	150	50	131,5	150,49	---	20	90	20	317,4	316,71
+-	0	150	10	254,1	290,02	--+	20	90	60	327,5	331,12
---	0	90	10	258,3	244,93	000	40	120	40	338,8	339,89
00a	40	120	10	254,1	246,08	++-	60	90	60	367,6	360,83

0A0	40	150	30	353,3	316,39	00a	40	120	20	317,4	314,13
a00	0	120	30	365,6	317,32	0A0	40	150	40	349,2	344,25
000	40	120	30	265,3	300,76	0a0	40	90	40	336,8	340,47
000	40	120	30	328,6	300,76	a00	20	120	40	363,2	353,03

D'après les résultats obtenus, la teneur en PPT varie de 135,5 à 365 mg EAG/100 g de MS pour MD et de 304,6 à 381 mg EAG/100 g de MS pour DB, ce qui confirme l'influence des paramètres concentration d'éthanol, temps et le ratio sur le taux d'extraction des polyphénols à partir de la pulpe des deux variétés de dattes. En outre, les valeurs expérimentales sont proches des valeurs prédites.

#### ❖ Coefficient de corrélation ( $R^2$ )

Dans la présente étude, le coefficient de corrélation ( $R^2$ ) du modèle est égal à 0,81 pour MD et est à 0,91 pour DB (**Figure n° 15**) ce qui signifie qu'uniquement 19 % et 9% des variations ne sont pas expliquées par les modèles, respectivement. En outre, l'analyse de la variance de la régression montre que les modèles sont très significatifs,  $P = 0,0104$  ou  $= 0,0005 < 0,05$ , ce qui confirme qu'ils sont satisfaisants.



**Figure n°15** : Graphique des valeurs observées en fonction des valeurs réelles des PPT de Mech degla (A) et Degla beida (B).

#### ❖ Analyse de la variance

L'analyse de la variance de la régression des coefficients consiste à analyser l'effet des variables ( $X_1$ ,  $X_2$  et  $X_3$ ) sur l'extraction des composés phénoliques. Les valeurs  $P$  sont utilisées comme un moyen pour vérifier la signification de chaque coefficient, ce qui indique aussi l'intensité d'interaction de chaque paramètre. Les valeurs les plus petites de  $P$  montrent la plus grande signification du facteur correspondant (**Liu et al., 2010**). Les résultats obtenus pour MD montrent que seul le coefficient linéaire ( $X_1$ ) et seul coefficients quadratiques ( $X_3^2$ ) ont un effet significatif avec une  $P$ -value faible ( $P < 0,05$ ). Tandis que, les autres coefficients

linéaires ( $X_2$  et  $X_3$ ), les coefficients quadratiques ( $X_1^2$ ,  $X_2^2$  et  $X_3^2$ ) et les coefficients d'interaction ( $X_1 * X_2$ ,  $X_1 * X_3$ ,  $X_2 * X_3$ ) ont été jugés insignifiants ( $P > 0,05$ ) (Tableau XV).

La corrélation entre le contenu phénolique total (Y) et les trois variables ( $X_1$ ,  $X_2$  et  $X_3$ ) est décrite par l'équation polynomiale du second ordre :

$$Y = 300,76 - 50,94 X_1 - 48,43 X_3^2$$

Concernant DB, les résultats obtenus montrent que le coefficient linéaire ( $X_3$ ), le coefficient d'interaction ( $X_1 * X_2$ ) et les coefficients quadratiques ( $X_1^2$ ,  $X_3^2$ ) ont un effet significatif avec une P-value faible ( $P < 0,05$ ). Tandis que, les autres coefficients linéaires ( $X_1$  et  $X_2$ ), le coefficient quadratique ( $X_2^2$ ) et les coefficients d'interactions ( $X_1 * X_3$ ,  $X_2 * X_3$ ) ont été jugés insignifiants ( $P > 0,05$ ) (Tableau XV).

La corrélation entre le contenu phénolique total (Y) et les trois variables ( $X_1$ ,  $X_2$  et  $X_3$ ) est décrite par l'équation polynomiale du second ordre :

$$Y = 339,89 + 13,53 X_3 - 17,46 X_1 X_2 + 9,86 X_1 X_3 - 12,23 X_2^2$$

Les équations montrent que TPT peut prédire de manière adéquate la teneur totale en composés phénoliques à différents niveaux de trois variables de processus influençant l'extraction, car le manque d'ajustement est statistiquement significatif ( $p < 0,05$ ).

**Tableau XIV:** Analyse de variance (ANOVA) pour la teneur en polyphénols totaux (Y) des extraits de pulpe Mech degla et Degla beida en fonction de la concentration en éthanol ( $X_1$ ), du temps d'extraction ( $X_2$ ), de ratio ( $X_3$ ) et leurs interactions.

Source	Mech degla				Degla beida			
	ddl	Σ des carrés	Rapport F	Prob.>F	ddl	Σ des carrés	Rapport F	Prob.>F
[C] en éthanol ( $X_1$ )	1	25948,84	22,3561	0,0008*	1	106,93	2,0047	0,1872
Temps ( $X_2$ )	1	64,01	0,0551	0,8191	1	35,72	0,6697	0,4322
Ratio ( $X_3$ )	1	390,63	0,3365	0,5747	1	1830,61	34,3207	0,0002*
$X_1 * X_2$	1	367,21	0,3164	0,5862	1	2439,51	45,7365	<,0001*
$X_1 * X_3$	1	1420,45	1,2238	0,2945	1	3,51	0,0658	0,8027
$X_2 * X_3$	1	2679,12	2,3082	0,1597	1	256,51	4,8091	0,0531
$X_1^2$	1	3251,66	2,8014	0,1251	1	267,80	5,0207	0,0489*
$X_2^2$	1	907,27	0,7817	0,3974	1	16,75	0,3141	0,5875
$X_3^2$	1	6451,72	5,5584	0,0401*	1	411,45	7,7139	0,0195*
Modèle	9	51129,48	4,8945		9	5179,00	10,7886	
Résidus	10	11607,07	Prob.>F		10	533,38	Prob.>F	
Total	19	62736,55	0,0104		19	5712,39	0,0005	

**Tableau XV :** Paramètres de l'ajustement des modèles.

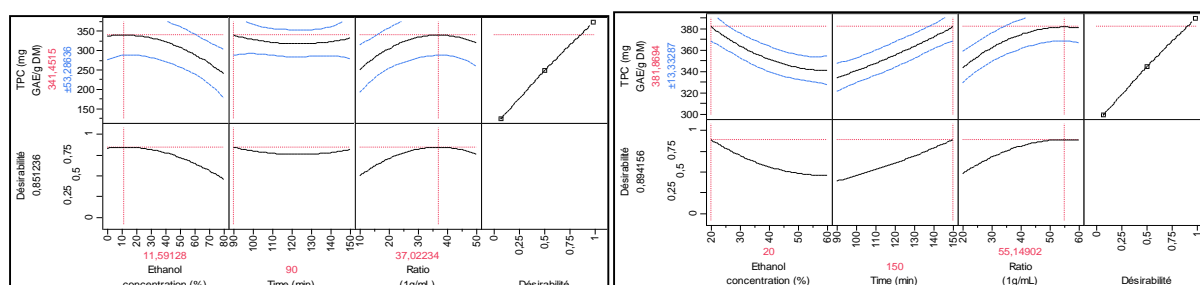
Source	Mech degla				Degla beida			
	ddl	Σ des carrés	Carré moyen	Rapport F	Ddl	Σ des carrés	Carré moyen	Rapport F
Manque d'ajustement	5	8919,42	1783,9	3,3187	5	357,81001	71,5620	2,0380
Erreur pure	5	2687,65	537,53	Prob. >	5	175,57333	35,1147	Prob. > F

				<b>F</b>			
Erreur totale	10	11607,07		0,1070	10	533,38334	0,2266
R carré	0,82			<b>R carré max.</b>	0,907		<b>R carré max</b>
R carré ajusté	0,65			0,9572	0,822		0,969

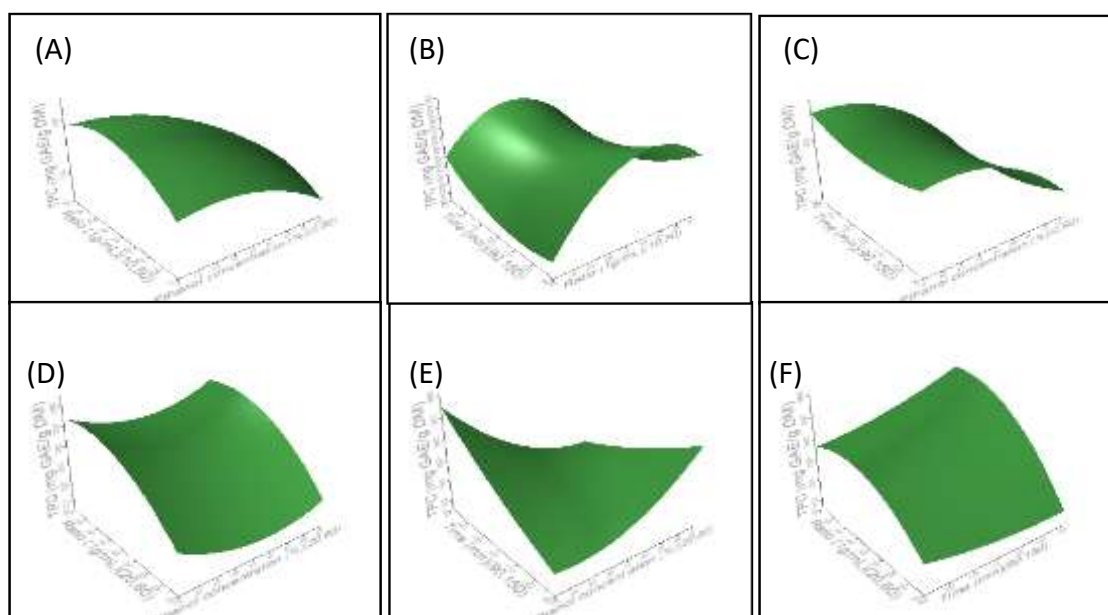
### ❖ Conditions optimales d'extraction des composés à partir de la pulpe des dattes Mech degla et Degla beida

Le calcul théorique des conditions optimales d'extraction des PPT a été évalué par l'algorithme d'optimisation non linéaire et un contenu phénolique total maximum de 341,45 mg EAG/100 g MS a été atteint pour l'extrait de la poudre Mech degla. D'autre part, le contenu maximum de 381,88 mg EAG/100 g MS a été atteint pour l'extrait de la poudre Mech degla.

Les niveaux de désirabilité pour les trois variables d'extraction pour une extraction optimale des polyphénols sont présentés sous forme de profils de désirabilité (**Figure n°16**), indiquant que la désirabilité maximale de 1,0 (sur une échelle de 0 à 1). Le niveau de désirabilité a atteint la valeur maximale de 0,85 avec une composition éthanol/eau de 11/89 (v/v), un temps d'extraction de 90 min et un ratio de 37 g/mL pour MD. Concernant DB, le niveau de désirabilité a atteint la valeur maximale de 0,89 avec une composition éthanol/eau de 20 % (v/v), un temps d'extraction de 150 min et un ratio de 55,14 g/mL.



**Figure n°16:** Teneur prévue en polyphénols totaux et niveau de désirabilité pour les différentes variables d'optimum extraction de polyphénols à partir d'extraits de pulpe des dattes Mech degla (A) et Degla beida (B).

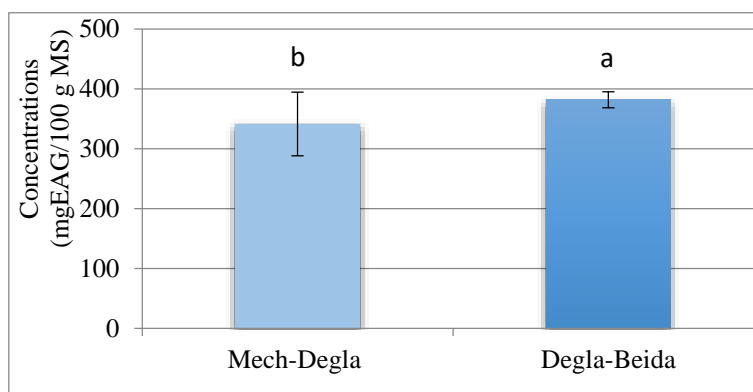


**Figure n° 17:** Surfaces de réponse des interactions pour Mech degla (A, B et C) et Degla beida (D, E et F).

#### IV.4. Teneurs en composés phénoliques des extraits obtenus dans les conditions optimales d'extraction

##### III.4.1. Teneurs en polyphénols totaux

Les résultats obtenus en adoptant les conditions optimales (**Figure n°18**) sont de  $341,45 \pm 53,28$  et  $381,86 \pm 13,33$  pour les extraits des poudres des dattes MD et DB, respectivement. Ces valeurs sont proches des valeurs prédites, ce qui confirme la validité des modèles.



**Figure n°18:** Concentrations en PPT des extraits des dattes Mech degla et Degla beida.

Les moyennes en concentrations en polyphénols totaux affectées de différentes lettres indiquent des différences significatives ( $P < 0,05$ ), celles suivies de la même lettre ne sont significativement différentes.

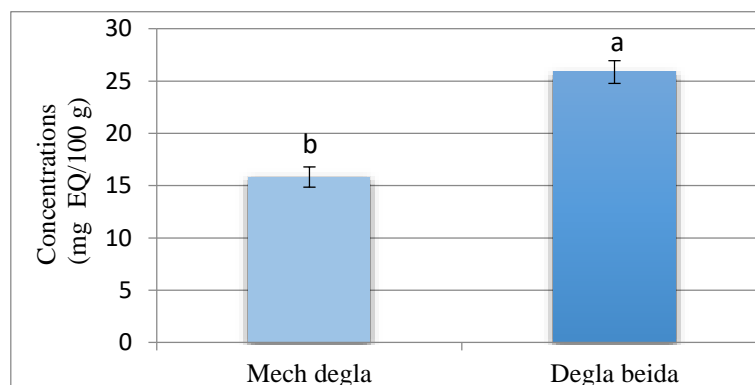
Le taux de polyphénols trouvé dans les dattes DB est légèrement supérieur, avec une différence significative ( $P < 0,05$ ), à celui trouvé dans MD. Selon **Benmeddour et al. (2013)** la teneur en PPT dépend de la variété et varie de 226 à 955 mg EAG/100 g de poids sec. L'ordre de la teneur en PPT selon certaines variétés algériennes était le suivant: Ghazi > Arechti > SebtMira > Halwa > DeglaBeida > Deglet Ziane > Mech Degla > Thouri > Itima > Deglet Nour.

**Wu et al. (2004)** et **Saafi et al (2009)** ont rapporté que la concentration en PPT varie de 572 à 661 mg EAG/100g et de 209 à 448 mg EAG/100g PF dans les cultivars de dattes consommés en Amérique (USA) et en Tunisie, respectivement. Les présents résultats sont beaucoup plus élevés que ceux rapportés par **Mansouri et al. (2005)** qui ont trouvé que la teneur en PPT des extraits méthanoliques des fruits de dattes algériens de Ghardaia variait de 2,49 à 8,36 mg EAG/100 g. **Hamad et al. (2015)** ont enregistré des teneurs comprises entre 10,47 et 22,11 mg/100 g du poids frais. Les différences observées peuvent être principalement attribuées aux cultivars et aux conditions d'extraction telles que le solvant et le rapport matière/solvant.

**Fu et al. (2011)** ont montré que les cultivars de dattes algériens ont un contenu phénolique élevé par rapport à d'autres fruits, tels que la grenade (147mg EAG/100 g), le raisin rouge (80 mg EAG/100g), l'orange (77 mg EAG/100g), les pommes rouges (74 mg EAG/100 g) et les agrumes verts (54 mg EAG/100g).

#### IV.4.2. Teneurs en flavonoïdes

Les concentrations en flavonoïdes trouvées dans les extraits optimisés de MD et DB sont consignées dans la (**figure n° 19**).



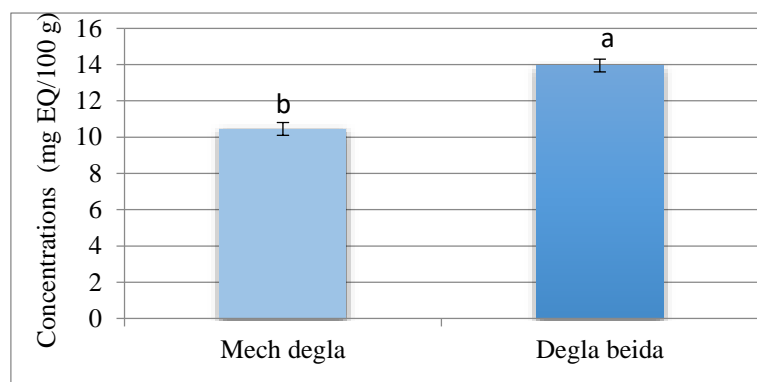
**Figure n°19:** Concentrations en flavonoïdes des extraits des dattes Mech degla et Degla beida.

Les moyennes en concentrations en flavonoïdes affectées de différentes lettres indiquent des différences significatives ( $P \leq 0,05$ ), celles suivies de la même lettre ne sont significativement différentes.

Une valeur plus grande avec une différence significative ( $P \leq 0,05$ ) est révélée dans l'extrait de la poudre des dattes DB ( $25,87 \pm 0,96$  mg EQ/100 g MS) comparativement à l'extrait de la poudre des dattes MD ( $15,83 \pm 1,08$  mg EQ/100 g MS). Toutefois, les valeurs acquises rentrent dans l'intervalle donné par **Benmeddour et al. (2013)** sur dix variétés qui est de 15,22 à 299,74 mg d'EQ/100g de poids sec. De même, **Masmoudi-Allouch et al. (2016)** rapportent que la teneur en flavonoïdes des dattes de Tunisie varie entre 1,18 et 26,09 EQ/g du poids sec.

#### IV.4.3. Teneurs en flavonols

Les quantités en flavonols ont été également déterminées et sont rapportées dans la (**figure n° 20**).

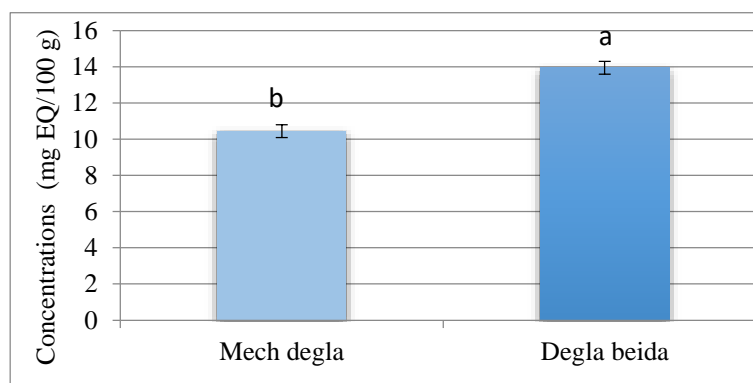


**Figure n° 20:** Concentrations en flavonols des extraits des dattes Mech degla et Degla beida. Les moyennes en concentrations en flavonols affectées de différentes lettres indiquent des différences significatives ( $P < 0,05$ ), celles suivies de la même lettre ne sont significativement différentes.

Le taux de flavonols trouvé dans MD est de  $10,45 \pm 0,35$  mg EQ/100 g, et celui enregistré pour DB est de  $19,95 \pm 0,35$  mg EQ/100g. Ces résultats sont légèrement inférieurs aux résultats obtenus par **Benmeddour et al. (2013)**, qui ont enregistré des teneurs égales à 12,95 et 16,04 mg EQ/100 g pour MD et DB, respectivement.

#### IV.4.4. Teneurs en tannins condensés

Les concentrations en tannins condensés des extraits de DB et MD sont illustrées dans la (**figure n°22**).



**Figure n°21:** Concentrations en tannins condensés des extraits des dattes Mech degla et Degla beida.

Les moyennes en concentrations en tannins condensés affectées de différentes lettres indiquent des différences significatives ( $P \leq 0,05$ ), celles suivies de la même lettre ne sont significativement différentes.

Une valeur plus grande avec une différence significative ( $P \leq 0,05$ ) est révélée dans l'extrait de la poudre des dattes DB ( $143,39 \pm 4,44$  mg EAT/100 g MS) comparativement à l'extrait de la poudre des dattes MD ( $111,9 \pm 4,38$  mg EAT/100 g MS). Ces valeurs sont légèrement inférieures à celles trouvées par **Benmeddour et al. (2013)** qui sont de  $147,05 \pm$



5,10 mg EAT/100g MS pour Mech Degla et de  $175,80 \pm 2,70$  mg EAT/100g MS pour Degla beida.

**Daas Amiour et al. (2014)**, estiment que la teneur en tannins condensés varie entre 2,27 et 114,08 mg/100 g de poids frais. **Bammou et al. (2016)** ont trouvé que la teneur en tannins condensés varie entre 57,564 et 92,141 mg équivalent de catéchine/100 g du pois sec. Par contre, **Sawaya et al. (1982)** ont rapporté que la teneur en tannins au stade final de la maturité du fruit variait entre 600 et 2700 mg/100 g PS.

Les teneurs en tannins condensés des cultivars de dattes étaient plus importantes que celles observées dans d'autres fruits secs consommés en Algérie tels que le pruneau, l'abricot, le raisin sec et la figue (**Ouchemoukh et al., 2012**). Par ailleurs, nos résultats ont révélé que les tannins condensés représentent les principaux constituants des composés phénoliques de la datte.

#### IV.5. Evaluation des activités antioxydantes des extraits obtenus dans les conditions optimales

Les résultats des différents tests utilisés afin d'estimer les propriétés antioxydantes des extraits des poudres des dattes MD et DB (**Annexe II**) sont récapitulés dans le tableau suivant:

**Tableau XVI** : Résultats des activités antioxydantes ( $IC_{50}$  en  $\mu\text{g/mL}$ ) des extraits des poudres des dattes Mech degla et Degla beida.

Activité	Mech Degla	Degla Beida
DPPH	$61,07 \pm 4,49^b$	$53,68 \pm 1,37^a$
Phosphomolybdate	$67,27 \pm 7,28^a$	$62,05 \pm 9,82^a$

Les moyennes en  $IC_{50}$  affectées de différentes lettres indiquent des différences significatives ( $P \leq 0,05$ ), celles suivies de la même lettre ne sont significativement différentes.

Une activité scavenger du radical DPPH<sup>\*</sup> est observée dans les extraits de datte des variétés étudiées, cette activité inhibitrice selon la  $IC_{50}$  est de 53,68 et 61,07  $\mu\text{g/mL}$  pour MD et DB respectivement. **Benmeddour et al. (2013)** ont trouvé une valeur de 60,2% pour Mech degla et de 67,8 % pour Degla beida.

Les résultats consignés dans le tableau ont clairement révélé que les variétés testées avaient une forte capacité de piégeage de radical DPPH<sup>\*</sup>. Ces résultats sont en accord avec ceux de **Mansouri et al. (2005)** et **Hasan et al. (2010)** qui ont également rapporté que les fruits de dattes présentaient de puissantes capacités de piégeage du DPPH.



L'activité antioxydante totale des extraits bruts des dattes est mesurée par la méthode de phosphomolybdate. Il n'existe pas une différence significative ( $P \leq 0,05$ ) entre les  $IC_{50}$  des extraits des deux variétés (MD :  $67,27 \pm 7,28$   $\mu\text{g/mL}$ , DB :  $62,05 \pm 9,82$   $\mu\text{g/mL}$ ).

Selon **Kchaou et al. (2013)**, l'activité antioxydante totale de six cultivars de dattes de Tunisie est comprise entre  $17,49 \pm 3,19$  et  $109,67 \pm 2,04$  mg équivalent de l'acide ascorbique/g du poids frais. **Louaileche et al. (2015)**, estiment que l'activité antioxydante des dattes de Ghardaïa varie entre 95,41 et 205,47 mg équivalent de l'acide gallique/100 g de matière sèche. D'après **Abbes et al. (2013)**, l'activité antioxydante des trois cultivars de dattes tunisiennes Allig, Kentichi et Deglet Nour est respectivement de 118,75, 131,77 et 135,97 mg équivalent de l'acide ascorbique/100 g de matière fraîche.

#### IV.6. Analyses physicochimiques du café Arabica et Robusta

Les taux d'humidité, cendres et sucres sont donnés dans le tableau suivant :

**Tableau XVII** : les résultats des analyses physicochimique du café Arabica et Robusta.

Variété Paramètres	Café Arabica	Café Robusta
Humidité	3,60%	0,49%
Cendres	5,90	5,1

- **Humidité**

Les valeurs du taux d'humidité sont de 0,49% pour Robusta et 3,60% pour Arabica. Les valeurs du taux d'humidité obtenues sont conformes aux normes.

Le taux d'humidité diminue significativement au cours de la torréfaction ; plus que la température de torréfaction augmente plus que le taux d'humidité diminue.

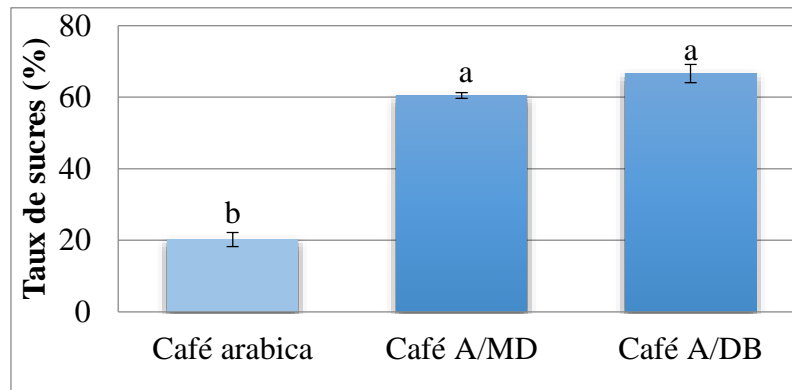
En comparant avec les normes, les valeurs de la teneur en humidité doivent être inférieures à 12,5%, selon le décret exécutif n° 17-99 du 29 Joumada El Oula 1438 correspondant au 26 février 2017 fixant les caractéristiques du café ainsi que les conditions et les modalités de sa mise à la consommation et selon **Djemaoun(2017)**.

- **Cendres**

L'évaluation du taux des cendres dans les 2 cafés torréfiés est de 5,90% pour Arabica et de 5,1% pour Robusta. En comparant avec les normes, la valeur obtenue de la teneur en cendres doit être inférieure 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 et selon **Djemaoun (2017)**.

- **Taux de sucre du café et mélange café/poudres de dattes**
  - **Arabica/poudres des dattes**

L'addition des poudres de dattes au café a généré l'élévation des teneurs en sucres (**Figures n° 22 et 23**).



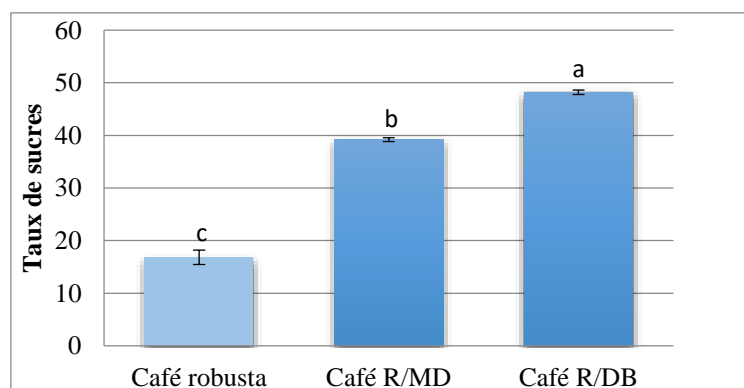
**Figure n° 22** : le taux de sucre (%) du mélange café Arabica dans les dattes MD/DB.

Les moyennes en concentrations en sucres affectées de différentes lettres indiquent des différences significatives ( $P \leq 0,05$ ), celles suivies de la même lettre ne sont significativement différentes.

Le taux de sucres dans le café Arabica est de 20,2% et de 60,44% dans le café arabica Mech degla et 66,63% dans le café Arabica Degla beida.

La cocentrations des sucres totaux diffère significativement par rapport au café arabica additionné à la poudre de dattes Mech degla et Degla beida.

- **Robusta/poudres des dattes**



**Figure n° 23** : le taux de sucre (%) du mélange café Robusta dans les dattes MD/DB.

Les moyennes en concentrations en sucres affectées de différentes lettres indiquent des différences significatives ( $P \leq 0,05$ ), celles suivies de la même lettre ne sont significativement différentes.

Le taux de sucre dans le café robusta est de 16,82% et de 39,19% dans le café robusta Mech degla et 48,2% dans le café robusta Degla beida.

La concentration des sucres totaux diffère significativement par rapport au café Robusta additionné à la poudre de dattes Mech degla et Degla beida.

La concentration des sucres totaux pour le café Arabica (20,2%) est supérieure à celle trouvée dans le café Robusta (16,82%). L'évolution de la concentration des sucres totaux dans le café arabica et robusta sont supérieurs à celle obtenue par **Djemaoun (2017)**.

La valeur la plus élevée est celle du café vert, après torréfaction à 180°C, elle atteint 3,27%, puis 2,56% à 200 °C. La diminution des sucres est due à la dégradation de ces derniers lors de la réaction de Maillard, donnant lieu à l'eau, le dioxyde de carbone, la couleur, l'arôme, et le goût spécifique du café (**Poisson et al., 2017; Sruthi et al., 2021**). Ensuite la valeur va augmenter jusqu'au 4,59%, ce qui se traduit par la condensation puis la recombinaison, synthétisant des sucres complexes ou polymérisation selon **Djemoun (2017)**.

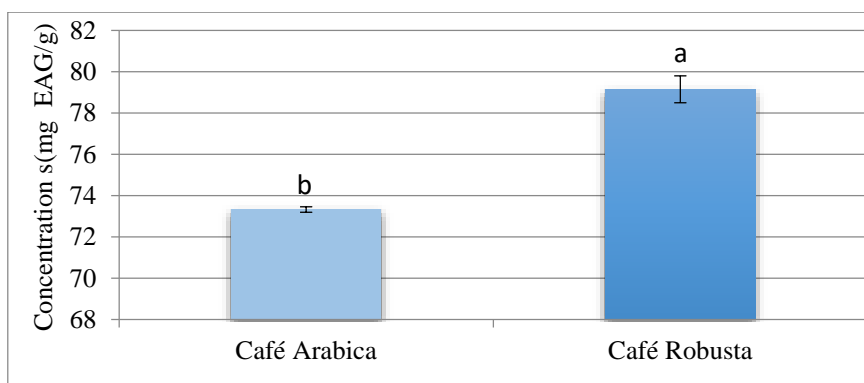
Le torrefacto est un procédé de torréfaction dans lequel du sucre est ajouté au café, généralement du Robusta. Cette technique de torréfaction est utilisée dans plusieurs pays d'Europe du Sud et d'Amérique du Sud où certains segments de la population préfèrent les cafés de couleur brun foncé, à l'arôme intense et au goût fort avec une tendance à l'amertume. Ce type de torréfaction était à l'origine utilisé pour masquer les attributs sensoriels négatifs des cafés robustas (**MC Cid et M-P de Pena, 2016**).

La torréfaction entraîne de profonds changements dans la composition chimique du café avec une diminution simultanée des substances naturellement présentes dans le café vert et la génération de nombreux autres composés. Bien que certains composés formés pendant la torréfaction puissent être responsables des propriétés sanitaires du café, des composés potentiellement cancérigènes, tels que l'acrylamide et le furane, peuvent également être formés (**MC Cid et M-P de Pena, 2016**). Le sucre brûlé caramélisé constitue une grande menace sur la santé du consommateur, car il risque de contracter plusieurs maladies, dont le cancer, selon l'organisation mondiale de la santé (**OMS**).

## IV.7. Teneurs en polyphénols du café Arabica et Robusta

### IV.7.1. Polyphénols totaux

Les résultats de l'étude statistique ont révélé une différence significative ( $P \leq 0,05$ ) entre la teneur en PPT pour les deux espèces du café. Les concentrations sont de  $73,33 \pm 0,12$  et  $79,16 \pm 0,65$  mg EAG/g de MS pour Arabica et Robusta, respectivement (**Figure n°24**).



**Figure n° 24:** Concentrations en polyphénols du café Arabica et Robusta.

Les moyennes en concentrations en polyphénols totaux affectées de différentes lettres indiquent des différences significatives ( $P \leq 0,05$ ), celles suivies de la même lettre ne sont significativement différentes.

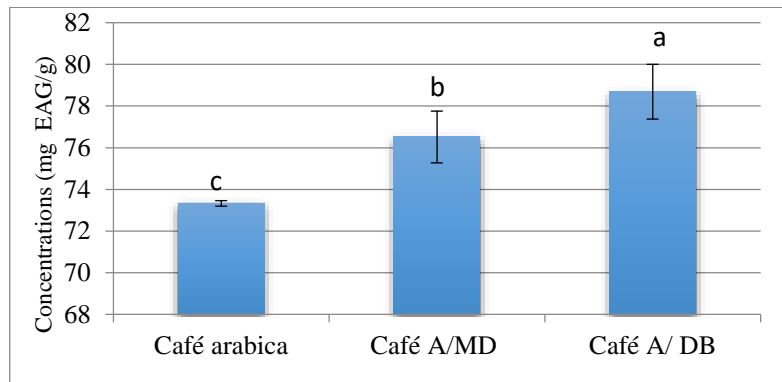
Ces résultats sont presque deux fois inférieurs aux résultats obtenus par **Vignoli et al. (2011)**, qui ont enregistré une teneur égale à 166,9 mg EAG/g et 130,9 mg EAG/g pour Robusta et Arabica, respectivement, dont les grains ont été torréfiés à une température qui varie entre 214 à 225 °C pendant 7 à 10 min. Contrairement à nos échantillons, la torréfaction a été réalisée à 200 °C pendant 30 min. Cette différence est probablement liée aux conditions de torréfaction (durée et température) des grains du café.

D'après **Souza et al. (2020)**, la torréfaction du café noir a entraîné une réduction de plus du double de la quantité de ses composés, ce qui prouve que le contenu des composés phénoliques diminue avec l'augmentation du degré de torréfaction. Selon **Dybkowska et al. (2017)** et **Odžaković et al. (2016)**, les teneurs les plus élevées ont été observées dans le café légèrement torréfié, alors que le café moyennement et fortement torréfié présente des teneurs faibles; la teneur en polyphénols totaux diminue avec l'augmentation de la température de torréfaction. Par contre, **Vignolie et al. (2014)** ont trouvé des valeurs importantes; entre 18,6 et 28,2 g d'acide gallique/100 g.

### IV.8. Polyphénols totaux du mélange café et dattes

- **Pour Arabica**

Les poudres des deux variétés de dattes ont été ajoutées au café et les teneurs en PPT des préparations ont été déterminées (**Figures n° 25 et 26**).



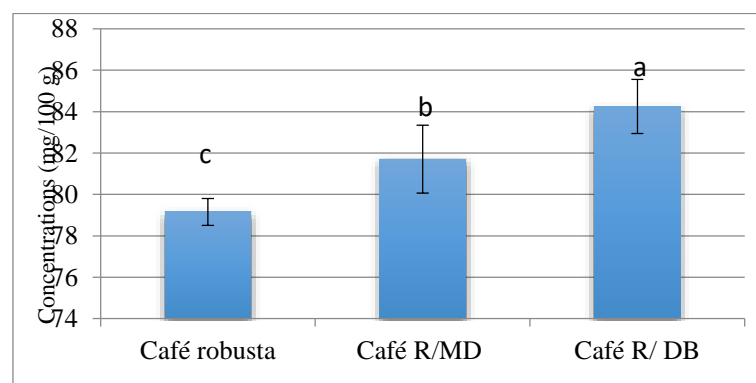
**Figure n° 25:** Concentrations en polyphénols du mélange café Arabica et dattes MD et DB.

Les moyennes en concentrations en polyphénols totaux affectées de différentes lettres indiquent des différences significatives ( $P \leq 0,05$ ), celles suivies de la même lettre ne sont significativement différentes.

La teneur en polyphénols dans le café arabica est de 73.33 mg EAG/g MS et de 76.52mg EAG/g MS dans le café Arabica Mech degla et 78.69mg EAG /g MS dans le café Arabica Degla beida.

La teneur en polyphénols diffère significativement par apport au café Arabica additionné à la poudre de dattes Mech degla et Degla beida.

- **Pour Robusta**



**Figure n° 26 :** Concentrations en polyphénols (mg EQ/g MS) du mélange café Arabica et dattes MD et DB.

Les moyennes en concentrations en polyphénols totaux affectées de différentes lettres indiquent des différences significatives ( $P \leq 0,05$ ), celles suivies de la même lettre ne sont significativement différentes.

La teneur en polyphénols dans le café robusta est de 78.69 mg EAG/g MS et de 81.71mg EAG/g MS dans le café Robusta Mech degla et 84.25 mg EAG /g MS dans le café Robusta Degla beida.

La teneur en polyphénols diffère significativement par rapport au café Robusta additionné à la poudre de dattes Mech degla et Degla beida.

#### IV.9. Activité antioxydante du café et mélange café/poudres des dattes

Les résultats des différents tests utilisés afin d'estimer les propriétés antioxydantes des extraits de deux cafés et des extraits du mélange café et dattes (**Annexe II**) sont récapitulés dans le (**tableau XIII**).

Les extraits des deux espèces du café ne présentent pas des différences significatives ( $P \leq 0,05$ ) à piéger le radical libre DPPH<sup>•</sup>. Le café Arabica a développé une activité radicalaire avec une  $IC_{50}$  égale à  $13,99 \pm 2,58 \mu\text{g/mL}$  et le café Robusta avec une  $IC_{50}$  de  $13,1 \pm 1,37 \mu\text{g/mL}$ .

Dans le test au DPPH, **Vignoli et al. (2011)** ont trouvé des valeurs d' $IC_{50}$  légèrement supérieures à celles trouvées dans cette étude qui sont de  $18,80 \mu\text{g/mL}$  pour Arabica et  $14,70 \mu\text{g/mL}$  pour Robusta. Par contre, **Schouten et al. (2021)**, ont trouvé des valeurs largement plus élevées ( $22 \text{ mg/mL}$  pour Arabica et  $17 \text{ mg/mL}$  pour Robusta).

La capacité de piégeage du radical libre DPPH<sup>•</sup> est élevée dans les extraits légèrement et moyennement torréfiés par rapport à ceux fortement torréfiés (**Vignoli et al., 2014**).

Concernant l'activité antioxydante totale, le café Robusta a enregistré une meilleure activité avec une différence significative ( $P \leq 0,05$ ) ( $IC_{50} = 69,64 \pm 1,5 \mu\text{g/mL}$ ) que le café Arabica ( $IC_{50} = 78,25 \pm 1,06 \mu\text{g/mL}$ ).

L'activité antioxydante des extraits de café vert et de café torréfié a été analysée à l'aide de différentes méthodes d'activité de piégeage et presque toutes les méthodes ont indiqué une diminution de la capacité antioxydante des grains de café lors du processus de torréfaction.

La valeur de la capacité antioxydante diffère significativement ( $P \leq 0,05$ ) par apport aux cafés (Arabica ou Robusta) additionné à la poudre des dattes Mech degla et Degla beida.

La valeur de la capacité antioxydante dans le café Robusta est de 13.3 ug/mL et de 10.76 ug/mL dans le café Robusta Mech degla et 10.31 ug/mL dans le café Robusta Degla beida.

Il existe une relation directe entre la teneur en polyphénols et la capacité antioxydante, plus que la teneur en polyphénols augmente, plus que la capacité antioxydante augmente et vice-versa.

**Tableau XIII:** Résultats des activités antioxydantes ( $IC_{50}$  en  $\mu\text{g/mL}$ ) des extraits du café Arabica et café Robusta. Résultats de test au DPPH du mélange café Arabica Mech degla/ Degla beida.

Activité	Café Arabica	Café AMD	Café ADB
DPPH ( $\mu\text{g/mL}$ )	13,99 $\pm$ 2,58	11.18 $\pm$ 0.007	10.84 $\pm$ 0.007
Phosphomolybdate ( $\mu\text{g/mL}$ )	78,25 $\pm$ 1,06	62,29 $\pm$ 6,25	61,91 $\pm$ 6,59
	Café Robusta	Café RMD	Café RDB
DPPH ( $\mu\text{g/mL}$ )	13,3 $\pm$ 1,37	10.76 $\pm$ 0,14	10.31 $\pm$ 0,12
Phosphomolybdate ( $\mu\text{g/mL}$ )	69,64 $\pm$ 1,5	58,06 $\pm$ 0,26	57,62 $\pm$ 1,23

Les moyennes en  $IC_{50}$  affectées de différentes lettres indiquent des différences significatives ( $P \leq 0,05$ ), celles suivies de la même lettre ne sont significativement différentes.

#### IV.10. Résultats de l'analyse sensorielle

##### IV.10.1. Pouvoir discriminant par descripteur

Ce présent test permet d'afficher les descripteurs ordonnés de celui qui a le plus fort pouvoir discriminant sur les produits à celui qui a le plus faible.

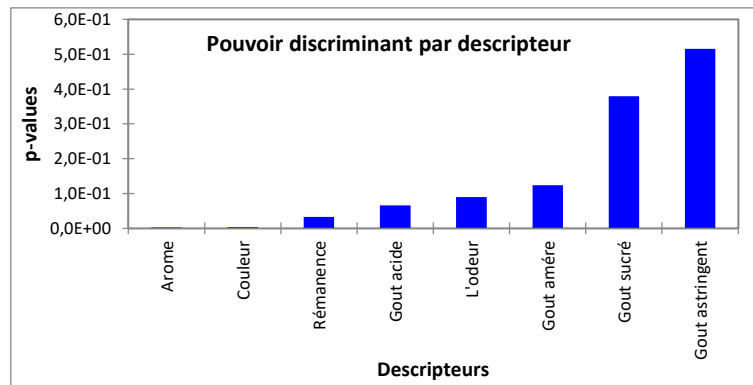


Figure n°27 : Pouvoir discriminant par descripteur.

L’arôme, la couleur, sont les caractéristiques qui varient le plus entre les échantillons (pouvoir discriminant le plus élevé), suivi de rémanence, gout acide, l’odeur, gout amère. Le gout sucré, le gout astringent sont les paramètres qui varient le moins entre les cafés, donc ils ont un pouvoir discriminant le plus faible.

#### IV.10.2. Coefficients des modèles

Les coefficients des modèles sont sélectionnés pour chaque descripteur et chaque produit. Dans la figure 28 ; la couleur bleue indique les caractéristiques dont le coefficient est significativement positif, par ailleurs, la coloration rouge désigne celles dont les coefficients sont significativement négatifs et le blanc indique les caractéristiques qui ne sont pas significatives.

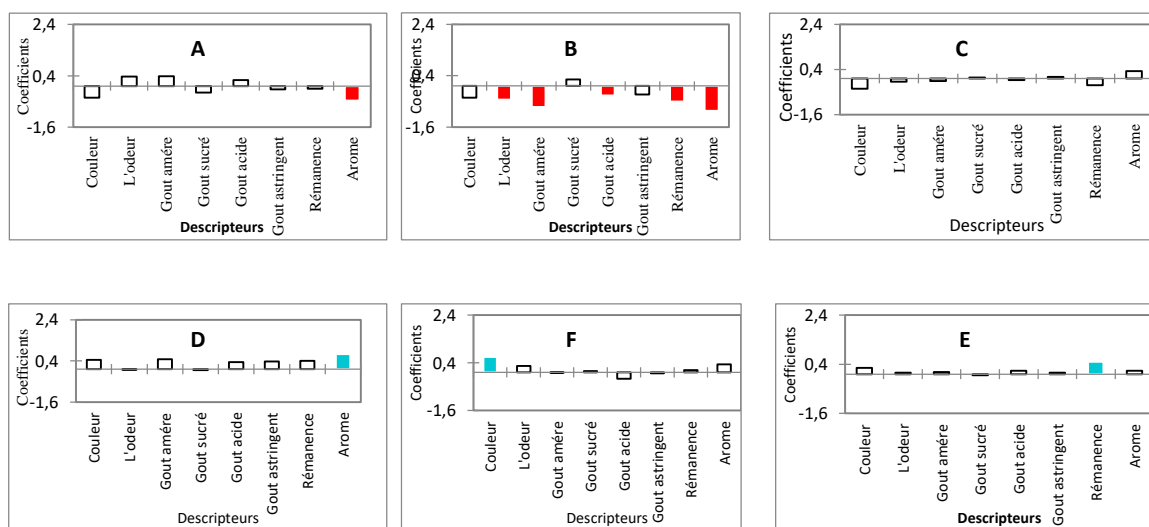


Figure n°28 : Coefficient des modèles de l'échantillon A , B, C, D, E, F.



A: Arabica, B: Robusta, C: Arabica /Mech degla, D: Robusta /Mech degla, E: Arabica/ Dela beida, F: Robusta/ Degla beida.

D'après la figure, l'échantillon A à un caractère significativement négatif pour l'arome. Pour ce qui reste, ils ne sont pas significatifs. L'échantillon B est caractérisé négativement par son odeur, son gout amère, son gout acide, sa rémanence, Pour ce qui reste, ils ne sont pas significatifs, pour l'échantillon C les caractères ne sont pas significatifs. L'échantillon D est caractérisé positivement par son arome, le reste des caractères ne sont pas significatifs. L'échantillon E est caractérisé positivement par sa rémanence, le reste des caractères ne sont pas significatifs. Cependant, l'échantillon F a un seul caractère significativement positif qui est la couleur et les autres caractères ne sont pas significatifs.

#### IV.10.3. Moyennes ajustées par produits

L'objectif de ce test est de définir les moyennes ajustées calculées à partir du model pour chaque combinaison descripteur-produit.

Le tableau ci-dessous permet de faire ressortir les moyennes lorsque les différents produits et les caractéristiques sont croisés. La couleur bleue indique les moyennes qui sont significativement plus grandes que la moyenne globale et la couleur rouge celles qui sont significativement petites que la moyenne globale.

**Tableau XIX:** Moyennes ajustées par produit.

	Gout amère	Rémanence	Gout astringent	Gout acide	Arome	L'odeur	Couleur	Gout Sucré
D	3,800	3,700	2,800	2,000	3,200	2,800	3,200	1,200
E	3,400	3,800	2,500	1,800	2,600	2,900	3,000	1,200
A	3,700	3,200	2,300	1,900	1,900	3,200	2,300	1,000
F	3,300	3,400	2,400	1,400	2,800	3,100	3,400	1,300
C	3,200	3,000	2,500	1,600	2,800	2,700	2,300	1,300
B	2,500	2,700	2,100	1,300	1,500	2,300	2,300	1,500

L'échantillon D : à une intensité de l'arôme plus élevée comparant aux autres cafés.

L'échantillon E : est caractérisée par sa rémanence fortement intense.

L'échantillon A : est caractérisée par son arôme qui est faiblement décelé.

L'échantillon F : est caractérisée par sa couleur la plus intense.

L'échantillon C : est caractérisé par des moyennes qui ne sont pas significatives.

L'échantillon B : est caractérisé par un goût amer, sa rémanence, goût acide, arôme, et son odeur faible.

#### IV.10.4. Cartographie des préférences

Ce test permet de visualiser sur une même représentation graphique, d'une part des objectifs (produits) et d'autre part des indications montrant le niveau de préférences du jury expert en certains points de l'espace de représentation.

- **Analyse en composantes principales**

L'ACP est l'une des méthodes d'analyse des données multi variées les plus utilisées dès lors que l'on dispose du tableau de données quantitatives (continues ou discrètes) dans lequel les observations (individus, produit,) sont décrites par p variable (descripteurs attributs, mesurés...) (Jolliffe, 2002).

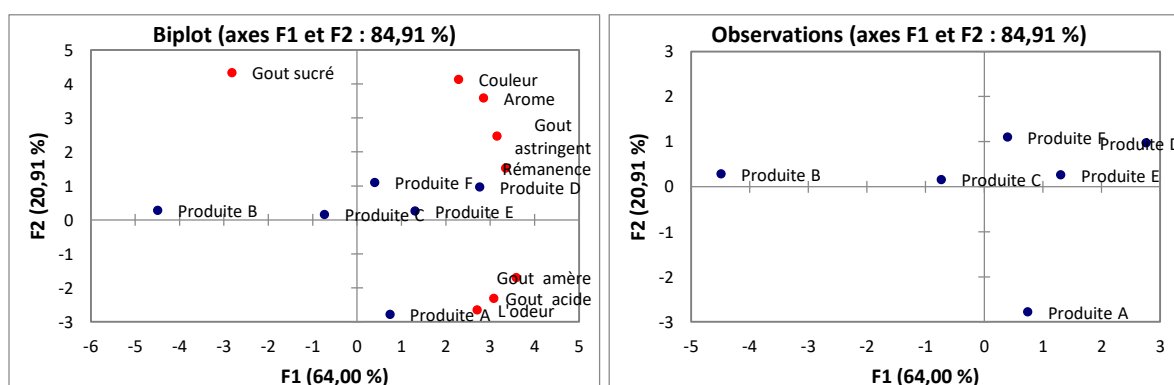


Figure n° 29: Corrélation entre les variables (a) et les facteurs (b).

La figure montre que tous les descripteurs sont présentés dans le cercle et que le niveau de variabilité est de 84,91%. Cela permet de constater que les six échantillons de café sont perçus par les experts comme assez différents.

D'après (a) toutes les caractéristiques sont en corrélation et d'après la figure (b):

**Produit F** : est caractérisé essentiellement par sa rémanence, son gout astringent, son arôme et sa couleur plus intense comparant aux autres.

**Produit D** : est caractérisé essentiellement par sa rémanence, son gout astringent, son arôme et sa couleur.

**Produit E** : est caractérisé essentiellement par sa rémanence et son gout astringent.

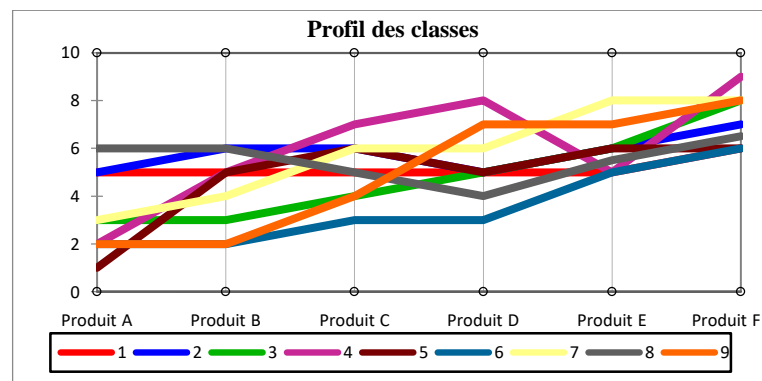
**Produit C** : est caractérisé essentiellement par sa rémanence et son gout sucré.

**Produit B** : est caractérisé seulement par son gout sucré.

**Produit A** : est caractérisé essentiellement par son odeur son gout acide et son gout amer.

- **Classification Ascendante Hiérarchique (CAH)**

La classification ascendante hiérarchique est utilisée pour constituer des groupes homogènes d'objets (classes) sur la base de leur description par un ensemble de variables, ou à partir d'une matrice décrivant la similarité ou la dissimilarité entre les objets (Everitt, 2001).



**Figure n° 30:** Profil de classes créées.

#### IV.10.5. Synthèse de mapping des préférences

Les classifications des objets par ordre croissant de la préférence est résumé dans le tableau suivant :

Tableau XX : Objets classés par ordre décroissant de préférence.

Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	Classe 5	Classe 6	Classe 7	Classe 8	Classe 9
F	F	F	F	F/E/C	F	F/E	F/E	F
E/D/C/B/A	E/C/B	E	D	D/B	E	C/D	A/B	E/D
	D/A	D	C	A	D/C	B	C	C
		C	E/B		B/A	A	D	B/A
		B/A	A					

Le tableau XIX Correspond à la classification des objets par ordre décroissant de la préférence des produits pour chaque juge. La première ligne correspond aux objets les plus préférés des juges.

- le produit le plus préféré selon la classe 1 est le produit F.
- le produit le plus préféré selon la classe 2 est le produit F.
- le produit le plus préféré selon la classe 3 est le produit F.
- le produit le plus préféré selon la classe 4 est le produit F.
- le produit le plus préféré selon la classe 5 est le produit F/E/C.
- le produit le plus préféré selon la classe 6 est le produit F.
- le produit le plus préféré selon la classe 7 est le produit F/E.
- le produit le plus préféré selon la classe 8 est le produit F/E
- le produit le plus préféré selon la classe 9 est le produit F.

Le pourcentage de satisfaction des juges pour chaque objet est résumé dans le tableau suivant :

Tableau XXI : Pourcentage de juges satisfaits pour chaque café.

Objet	%
Produit A	11%
Produit B	33%
Produit C	56%
Produit D	89%
Produit E	78%
Produit F	89%

Le tableau montre que les échantillons D et F ont le pourcentage de satisfaction les plus élevés (89%). Alors que les échantillons E est de (60%) et l'échantillon A est le moins apprécié par les juges (0 à 20%). Cela montre que l'appréciation des 6 échantillons par les juges n'est pas au même niveau.

- **Cartographie de préférence PREFMAP**

D'après la figure suivante, les produits F est le plus préféré son degré de préférence est 80 à 100% des juges préfèrent le produit F vue leur caractéristique précédemment décrite. 60 à 80% des juges ont préféré le produit E et D.

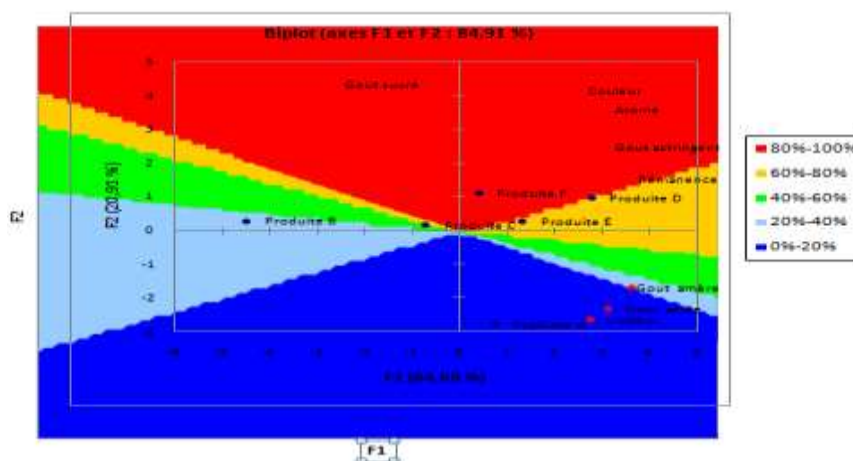


Figure n°31 : Carte de préférence.

## **Conclusion et perspectives**

## Conclusion et perspectives

---

L'utilisation des sous-produits de l'industrie agroalimentaire tels que les écarts de triage de dattes qui ne sont pas consommées est une approche intéressante pour l'exploitation efficace des produits agricoles. La valorisation des dattes de faible valeur marchande dans la fabrication d'une boisson succédanée du café ordinaire est l'un des procédés de leur exploitation.

La présente étude a permis d'optimiser les conditions d'extraction à la macération des polyphénols totaux (PPT) et d'évaluer les paramètres phytochimiques (Dosage des antioxydants et les activités antioxydantes) des extraits de Degla beida et Mech degla. Une étude physicochimique et sensorielle de 6cafés différents selon l'ingrédient ajouté est également réalisée.

La valeur maximale en PPT de  $381,88 \pm 13,3$  mg EAG/100 g MS pour les dattes Dagla beida est atteinte avec l'éthanol 40% (v/v), un temps d'extraction de 120 min et un ratio de 1/40g/mL. Tandis que, le contenu en PPT maximal des dattes Mech degla est de  $341,45 \pm 53,28$  mg EAG/100g MS est obtenu avec éthanol 40% (v/v), un temps de 120 min et un ratio de 1/50 g/mL.

L'évaluation des propriétés antioxydantes des extraits de la pulpe Mech degla et celle de Degla beida par le pouvoir réducteur au phosphomolybdate d'ammonium et le test anti-radicalaire du DPPH, révèle que l'extrait de la pulpe Degla beida manifeste une forte activité antioxydante par rapport à l'extrait de la pulpe Mech degla. Les  $IC_{50}$  données par l'extrait de la pulpe Degla beida sont  $62,05 \pm 9,82$   $\mu$ g/mL pour le test au phosphomolybdate et  $53,68 \pm 1,37$   $\mu$ g/mL pour le test au DPPH. Les résultats obtenus pour la pulpe Mech degla sont de  $67,27 \pm 7,28$  et  $61,07 \pm 4,49$   $\mu$ g/mL pour les tests au phosphomolybdate et DPPH, respectivement.

Les tests phytochimiques réalisés pour les deux cafés torréfiés ont révélé leur richesse en polyphénols et ont montré une capacité antioxydante élevée. Les concentrations en polyphénols enregistrés sont de  $73,33 \pm 0,12$  et  $79,16 \pm 0,65$  mg EAG/g MS pour les cafés Arabica et Robusta, respectivement. Ceci révèle que le café Robusta manifeste une forte activité antioxydante par rapport au café Arabica. Les  $IC_{50}$  données par le café Robusta sont de  $69,64 \pm 1,5$   $\mu$ g/mL pour le test au phosphomolybdate et de  $13,30 \pm 1,37$   $\mu$ g/mL pour le test au DPPH. Tandis que, les résultats obtenus pour café Arabica sont de  $78,25 \pm 1,06$   $\mu$ g/mL et  $13,99 \pm 2,58$   $\mu$ g/mL pour les tests au phosphomolybdate et DPPH, respectivement.

## Conclusion et perspectives

---

L'incorporation des poudres des deux variétés de dattes aux cafés a amélioré leurs teneurs en sucres. De plus, la teneur en PPT diffère significativement par rapport au café Robusta additionné à la poudre de dattes Mech degla et Degla beida. Le café Arabica/Mech degla de a révélé une teneur de  $76.52 \pm 1.24$  mg EAG/g MS et le café Arabica/ Degla beida un taux de  $78.69 \pm 1.30$  mg EAG /g MS. De même, le café Robusta/Mech degla a enregistré une concentration de  $81.71 \pm 1.64$  mg EAG/g MS et le café Robusta Degla beida un taux de  $84.25 \pm 1.30$  mg EAG /g MS.

D'autre part, la valeur de la capacité antioxydante diffère significativement ( $P \leq 0,05$ ) par rapport aux cafés (Arabica ou Robusta) additionnés à la poudre des dattes Mech degla et Degla beida. L'ajout des poudres de dattes aux cafés a généré de meilleures activités antioxydante comparativement aux cafés.

L'analyse sensorielle réalisée montre que parmi les 6 cafés élaborés, le café enrichi en poudre Degla beida est le plus apprécié par tous les jurys experts.

En perspectives de cette étude, il serait souhaitable de :

- ✓ Remplacer la totalité de sucre utilisé dans la fabrication du café par le sucre de la poudre de dattes.
- ✓ Faire une étude économique sur le coût de ces produits élaborés par l'incorporation de la farine de datte.
- ✓ L'industrialisation des cafés à base de la pulpe de dattes.
- ✓ Des essais de fabrication d'autres types de café enrichi.



## **Références bibliographiques**

### A

**AACC. (2012).** Official methods of Analysis. 11<sup>ème</sup> édition. American Association of Cereal Chemistry. Etats-Unis, St. Paul ; Minnesota.

Abbès, Fatma, et al. "Effect of processing conditions on phenolic compounds and antioxidant properties of date syrup." *Industrial crops and products* 44 (2013): 634-642.

Al Harthi, S. S., et al. "Quantification of phenolic compounds, evaluation of physicochemical properties and antioxidant activity of four date (*Phoenix dactylifera* L.) varieties of Oman." *Journal of Taibah University Medical Sciences* 10.3 (2015): 346-352.

Allred, Kimberly F., et al. "Trigonelline is a novel phytoestrogen in coffee beans." *The Journal of nutrition* 139.10 (2009): 1833-1838.

Al-Shahib, Walid, and Richard J. Marshall. "The fruit of the date palm: its possible use as the best food for the future?." *International journal of food sciences and nutrition* 54.4 (2003): 247-259.

Assirey, E. A. R. (2015). Nutritional composition of fruit of 10 date palm (*Phoenix dactylifera* L.) cultivars grown in Saudi Arabia. *J Taibah Univ Sci* 9: 75–79.

### B

Badoud R. et Bauer W. (2001). Le café. In « Les boissons ». Ed. Université de Lausanne. pp.11-23.

Bacha, Ali. *production et étude de l'activité de l'invertase produite par la levure saccharomyces cerevisiae sur substrat à base de datte*. Diss. Batna, Université El Hadj Lakhdar. Faculté des sciences, 2008.

Bammou, M., Sellam, K., Benlyas, M., Alem, C., & Filali-Zegzouti, Y. (2016). Evaluation of antioxidant, antihemolytic and antibacterial potential of six Moroccan date fruit (*Phoenix dactylifera* L.) varieties. *Journal of King Saud University-Science*, 28(2), 136-142.

Belguedj, M. "Les ressources génétiques du palmier dattier, caractéristiques des cultivars de dattiers dans les palmeraies du Sud-Est Algérien." *Institut national de la recherche agronomique d'Algérie* 1 (2002): 289.

## Références bibliographiques

---

- Ben-Abbes, Farah. *Etude de quelques propriétés chimiques et biologiques d'extraits de dattes phoenix dactylifera L.* Diss. 2018.
- Benamara, S., Gougam, H., Amellal, H., Djouab, A., Benahmed, A., & Noui, Y. (2008). Some technologic proprieties of common date (*Phoenix dactylifera L.*) fruits.
- Benchelah, A-C., and M. Maka. "Les dattes: intérêt en nutrition." *Phytothérapie* 6.2 (2008): 117-121.
- Benmeddour, Z., Mehinagic, E., Le Meurlay, D., & Louaileche, H. (2013). Phenolic composition and antioxidant capacities of ten Algerian date (*Phoenix dactylifera L.*) cultivars: a comparative study. *Journal of Functional Foods*, 5(1), 346-354.
- Benmehdi, Elkhadem, Rekia Mebarki, and Ahmed Boulal. *Valorisation des noyaux de dattes par production de bioénergie dans la région d'Adrar.* Diss. Université Ahmed Draïa-Adrar, 2019.
- Benflis, S. "Caractéristiques biochimiques de l' extrait de datte variété sèche «Mech-Degla»." *Mémoire d' ingénieur. Département d' agronomie. Batna* 49 (2006).
- Bentrad, N., & Hamida-Ferhat, A. (2020). Date palm fruit (*Phoenix dactylifera*): Nutritional values and potential benefits on health. In *The Mediterranean Diet* (pp. 239-255). Academic Press.
- Benahmed, D. (2012). *Analyse des aptitudes technologiques des poudres de dattes (phoenix dactylifera-l) améliorées par la spiruline. etude des proprietes rheologiques, nutritionnelles et antibacteriennes*, (Doctoral dissertation, Université de Boumerdès-M'hamed Bougara).
- Besbes, S., Blecker, C., Deroanne, C., Lognay, G., Drira, N. E., & Attia, H. (2005). Heating effects on some quality characteristics of date seed oil. *Food chemistry*, 91(3), 469-476.
- Besbes, Souhail, Lobna Drira, Christophe Blecker, Claude Deroanne, and Hamadi Attia. "Adding value to hard date (*Phoenix dactylifera L.*): Compositional, functional and sensory characteristics of date jam." *Food chemistry* 112, no. 2 (2009): 406-411.
- Besbes, Souhail, et al. "Adding value to hard date (*Phoenix dactylifera L.*): Compositional, functional and sensory characteristics of date jam." *Food chemistry* 112.2 (2009): 406-411.

## Références bibliographiques

---

- Biglari, Foroogh, Abbas FM AlKarkhi, and Azhar Mat Easa. "Cluster analysis of antioxidant compounds in dates (*Phoenix dactylifera*): Effect of long-term cold storage." *Food chemistry* 112.4 (2009): 998-1001.
- Bouchra, B. E. N. D. E. R. R. A. D. J. I., and S. E. B. B. A. N. E. Rima. *Evaluation de l'activité antioxydante des extraits de Zizyphus lotus*. Diss. 2018.
- Boudraa, S. "La production de biomasse «*Saccharomyces cerevisiae*» cultivée sur un milieu à base de dattes variété sèche «Mech-Degla». département d' agronomie." *Batna, 60p* (2004).
- Boukhiar, Aissa. *Analyse du processus traditionnel d'obtention du vinaigre de dattes tel qu'appliqué au sud algérien: essai d'optimisation*. Diss. 2009.
- Boubekri, A., Chouicha, S., Bouguettaia, H., Mennouche, D., & Berrebeuh, M. H. (2010). Séchage et qualité des dattes Deglet-Nour réhumidifiées par utilisation d'un séchoir solaire hybride. *Annales des Sciences et Technologie Vol, 2*(1).
- Boulo, M., (2013). Comité Français du café
- Bousdira, Khalida. Contribution à la connaissance de la biodiversité du palmier dattier pour une meilleure gestion et une valorisation de la biomasse [texte imprimé]: caractérisation morphologique et biochimique des dattes des cultivars les plus connus de la région du Mzab. Diss. Université de Boumerdès-M'hamed Bougara, 2007.
- Boussaid, Louisa, Hakim Aguedal, Abdelkader Iddou, et Noureddine Bouras. 2020. « Aperçu sur les caractéristiques physicochimiques et biochimiques de trois sirops de » 2 (1): 8.
- Brahmi, F., Hauchard, D., Guendouze, N., Madani, K., Martin, K., Léocadie, K., ... & Duez, P. (2015). Phenolic composition, in vitro antioxidant effects and tyrosinase inhibitory activity of three Algerian *Mentha* species: *M. spicata* (L.), *M. pulegium* (L.) and *M. rotundifolia* (L.) Huds (Lamiaceae). *Industrial Crops and Products*, 74, 722-730.
- Bradford, Marion M. "A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding." *Analytical biochemistry* 72.1-2 (1976): 248-254.
- Brahmi, F., et al. "Comparative study on the antioxidant effect of aqueous and ethanolic extracts of *Mentha pulegium* L. grown at two different locations." *PhytoChem BioSub Journal* 8.3 (2014): 138-149.

## Références bibliographiques

---

Carneiro, S. M., Oliveira, M. B. P., & Alves, R. C. (2021). Neuroprotective properties of coffee: An update. *Trends in Food Science & Technology*, 113, 167-179.

Chedea, Veronica Sanda, and Raluca Maria Pop. "Total polyphenols content and antioxidant DPPH assays on biological samples." *Polyphenols in Plants*. Academic Press, 2019. 169-183.

Chekroun, M. (2008). *Caractérisation mécanique des premiers centimètres du béton avec des ondes de surface* (Doctoral dissertation, Ecole Centrale de Nantes (ECN)).

Cheok, Choon Yoong, Hanaa Abdel Karim Salman, and Rabiha Sulaiman. "Extraction and quantification of saponins: A review." *Food Research International* 59 (2014): 16-40.

Chouicha, S., Boubekri, A., Bouguettaia, H., Mennouche, D., & BERREBEUH, M. H. (2010). Séchage et qualité des dattes Deglet-Nour réhumidifiées par utilisation d'un séchoir solaire hybride. *Annales des Sciences et Technologie Vol*, 2(1).

Chniti, S., Jemni, M., Bentahar, I., Shariati, M. A., Djelal, H., Amrane, A., & Hassouna, M. (2021). By-products of dates: Optimization of the extraction of juice using response surface methodology and ethanol production. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, 2021, 204-208.

C.R.S.T.R.A, Biskra (2016). Centre de Recherche Scientifique et Technique sur les Régions arides Omar El-Bernaoui. Guide De Bonnes Pratiques Orientations Pour Une Meilleure Conservation Des Dattes.

Ćujić, N., Šavikin, K., Janković, T., Pljevljakušić, D., Zdunić, G., & Ibrić, S. (2016). Optimization of polyphenols extraction from dried chokeberry using maceration as traditional technique. *Food chemistry*, 194, 135-142.

## D

Dakhia, N., Benahmed, K., Belguedj, N., et Elbar, D. 2016. Guide de bonnes pratiques, orientations pour une meilleure conservation des dattes, Choix de l'emballage et de la température de stockage. CRSTRA, Biskra.

Dawson, Carolina. "Marché de la datte. En croissance continue." (2017).

Delacharlerie, S., de Biourge, S., Chéné, C., Sindic, M., & Deroanne, C. (2008). *HACCP organoleptique: Guide pratique*. Presses Agronomiques de Gembloux.

## Références bibliographiques

---

Djannene K et Atia N.,( 2011). Contribution à l'étude de la diversité génétique de vingt cinq cultivars de palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) moyennant la caractérisation biochimique dans les Ziban. Mem.Ing.Sci.Agro.Uni.MedKhider. Biskra, 90 p.

De Souza, L. D. S., Horta, I. P. C., de Souza Rosa, L., Lima, L. G. B., da Rosa, J. S., Montenegro, J.,& Teodoro, A. J. (2020). Effect of the roasting levels of *Coffea arabica* L. extracts on their potential antioxidant capacity and antiproliferative activity in human prostate cancer cells. *RSC advances*, 10(50), 30115-30126.

Djerbi, M. (1994). Précis de phéniculture. FAO, Rome. p, 191.

Djouab, A. (2007). *Contribution à l'identification des constituants mineurs de la datte Mech-degla. Essai de valorisation par incorporation dans une recette de margarine allégée* (Doctoral dissertation, Université de Boumerdès-M'hamed Bougara).

Do, Q. D., Angkawijaya, A. E., Tran-Nguyen, P. L., Huynh, L. H., Soetaredjo, F. E., Ismadji, S., & Ju, Y. H. (2014). Effect of extraction solvent on total phenol content, total flavonoid content, and antioxidant activity of *Limnophila aromatica*. *Journal of food and drug analysis*, 22(3), 296-302.

Dubois M. Gilles K.A., Hamilton J.K., Rebert P.A., Smith F.(1956). Colorimetric Method for Determination of Sugars and Related Substances. *Anal. Chem.*, 28, 350-356.

Dybkowska, Ewa, et al. "Assessing polyphenols content and antioxidant activity in coffee beans according to origin and the degree of roasting." *Roczniki Państwowego Zakładu Higieny* 68.4 (2017).

## **E**

El-Sohaimy, S. A., and E. E. Hafez. "Biochemical and nutritional characterizations of date palm fruits (*Phoenix dactylifera* L.)." *J Appl Sci Res* 6.6 (2010): 1060-7.

El-Nagga, E. A., and Y. A. Abd El-Tawab. "Compositional characteristics of date syrup extracted by different methods in some fermented dairy products." *Annals of Agricultural Sciences* 57.1 (2012): 29-36.

Estanove, Pierre. "Note technique: Valorisation de la datte." CIHEAM-IAMM, 1990.

## Références bibliographiques

---

Espiard, Etienne. *Introduction à la transformation industrielle des fruits [Texte imprimé]*. Éd. Tec & Doc, 2002.

### F

FAO., 2017- Organisation Des Nations Unies Pour L'alimentation et L'agriculture .Rome. Italie.

Fatiha, Brahmi, et al. "Phenolic composition, in vitro antioxidant effects and tyrosinase inhibitory activity of three Algerian Mentha species: *M. spicata* (L.), *M. pulegium* (L.) and *M. rotundifolia* (L.) Huds (Lamiaceae)." *Industrial crops and products* 74 (2015): 722-730.

Feliachi, K., Kerboua, M., Abdelfettah, M., Ouakli, K., Selheb, F., Boudjakji, A., ... & Ghenim, H. (2003). Rapport national sur les ressources génétiques animales: Algérie. *Commission nationale AnGR, Alger*.

Fu, Li, et al. "Antioxidant capacities and total phenolic contents of 62 fruits." *Food chemistry* 129.2 (2011): 345-350.

### G

Gatel, R. "L'aliment à l'humidité intermédiaire: concept fondamental et fonction scientifique." *APRIA. Paris* (1982): 39-50.

Georgé, Stéphane, et al. "Rapid determination of polyphenols and vitamin C in plant-derived products." *Journal of Agricultural and food chemistry* 53.5 (2005): 1370-1373.

Ghnimi, Sami, et al. "Date fruit (*Phoenix dactylifera* L.): An underutilized food seeking industrial valorization." *NFS journal* 6 (2017): 1-10.

Gilles, P., (2000). Cultiver le palmier dattier .Ed. CERAS, 110 p.

Giddey, C. "Les produits à humidité intermédiaire." *Cas particulier du problème de la conservation des produits à humidité intermédiaire. APRIA* (1982): 21-28.

### H

Haddouch, M. (1996). Situation actuelle et perspectives de développement du palmier dattier au Maroc. *Cahiers Options Méditerranéennes*, 28, 63–79.

## Références bibliographiques

---

- Hamad, I., Abdelgawad, H., Al Jaouni, S., Zinta, G., Asard, H., Hassan, S., & Selim, S. (2015). Metabolic analysis of various date palm fruit (*Phoenix dactylifera* L.) cultivars from Saudi Arabia to assess their nutritional quality. *Molecules*, *20*(8), 13620-13641.
- Harrak H. and Boujnah M. (2012). Valorisation technologique des dattes au Maroc. Institut national de la recherche agronomique. P 11,157.
- Hasan, N.S., Amom, Z. H., Nor, A.I., Mokhtarrudin, N., Esa, N.M., & Azlan, A. (2010). Composition nutritionnelle et évaluation *in vitro* des propriétés antioxydantes de divers extraits de dattes (*Phoenix dactylifera* L.) de Libye. *Asian Journal of Clinical Nutrition*, *2*(4), 208-214.
- Hasnaoui A., (2013). Valorisation et évaluation de la qualité des dattes de la palmeraie de Figuig (Sud -Est du Maroc). Thèse. Doct .Prod végé. Univ.Ouajda. 200 p. Industry, Washington, 92 : 121-122.
- Hečimović, I., Belščak-Cvitanović, A., Horžić, D., & Komes, D. (2011). Comparative study of polyphenols and caffeine in different coffee varieties affected by the degree of roasting. *Food chemistry*, *129*(3), 991-1000. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.05.059>.

## J

- Jasim, B., Joseph, A. A., John, C. J., Mathew, J., & Radhakrishnan, E. K. (2014). Isolation and characterization of plant growth promoting endophytic bacteria from the rhizome of *Zingiber officinale*. *3 Biotech*, *4*(2), 197-204
- Jorge, A. J., De La Garza, T. H., Alejandro, Z. C., Ruth, B. C., & Noé, A. C. (2013). The optimization of phenolic compounds extraction from cactus pear (*Opuntia ficus-indica*) skin in a reflux system using response surface methodology. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, *3*(6), 436-442. [https://doi.org/10.1016/s2221-1691\(13\)60093-3](https://doi.org/10.1016/s2221-1691(13)60093-3)
- J.O.U.E., (2008). Journal officiel de l'Union européenne. Accord international de 2007 sur le café.
- Julkunen-Tiitto, R. (1985). Phenolic constituents in the leaves of northern willows: methods for the analysis of certain phenolics. *Journal of agricultural and food chemistry*, *33*(2), 213-217.



## Références bibliographiques

---

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

### K

Khalil K.E., Abd-El-Bari M.S, Hafiz N.E., Ahmed E.Y., (2002). Production, Evaluation and utilization of Date Syrup Concentrate (Dibis). *Egypt. J. Food Sci*, 30, 2, pp 179-203

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*, (12), 15.

Kchaou, W., Abbès, F., Blecker, C., Attia, H., & Besbes, S. (2013). Effects of extraction solvents on phenolic contents and antioxidant activities of Tunisian date varieties (*Phoenix dactylifera* L.). *Industrial crops and products*, 45, 262-269.

Kumaran, A., & Karunakaran, R. J. (2007). In vitro antioxidant activities of methanol extracts of five *Phyllanthus* species from India. *LWT-Food Science and Technology*, 40(2), 344-352.

### L

Lau, P. Y., Ng, K. L., Yusof, N. A., Liu, G., Alias, Y., & Khor, S. M. (2019). A sample pre-treatment-free electrochemical immunosensor with negative electro-pulsion for the quantitative detection of acrylamide in coffee, cocoa and prune juice. *Analytical Methods*, 11(33), 4299-4313.

Lilia, A. T. I. A., and HASSANI Ikram Ferdous. *L'effet de la torréfaction sur les polyphénols totaux et l'activité antioxydante du café Arabica et Robusta*. Diss. 2021.

Louaileche, H.; Hammiche, D.; Hamoudi, F. (2015). Total phenolic, flavonoid contents and *in vitro* antioxidant activity of Algerian date palm varieties: A comparative study. *American Journal of Food Science and Health*, 1(3):63-68.

### M

## Références bibliographiques

---

- Mahmoudi, S., Khali, M., & Mahmoudi, N. (2013). Etude de l'extraction des composés phénoliques de différentes parties de la fleur d'artichaut (*Cynara scolymus* L.). *Nature & Technology*, (9), 35.
- Mansouri, A., Embbarek, G., Kokkalou, E., & Kefalas, P. (2005). Profil phénolique et activité antioxydante du fruit du palmier dattier algérien mur (*Phoenix dactylifera*). *Food Chemy*, 8.
- Masmoudi-Allouche, F., Touati, S., Mnafigui, K., Gharsallah, N., El Feki, A., & Allouche, N. (2016). Phytochemical profile, antioxidant, antibacterial, antidiabetic and anti-obesity activities of fruits and pits from date palm (*Phoenix dactylifera* L.) grown in south of Tunisia. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 5(3), 15.
- Messaïd, H. (2008). *Optimisation du processus d'immersion-rehydratation du système dattes seches-jus d'orange* (Doctoral dissertation, Boumerdes, Université M'hamed Bougara. Faculté des sciences de l'ingénieur).
- Mehaoua, M. S. (2006). *Etude du niveau d'infestation par la cochenille blanche *Parlatoria blanchardi* Targ., 1868 (Homoptera, Diaspididae) sur trois variétés de palmier dattier dans une palmeraie à Biskra* (Doctoral dissertation, INA). 9,41-420.
- MC Cid and M-P de Penã, 2016. Coffee: Analysis and composition. University of Navarra, Pamplona, Spain
- Michelle. J, Martine. S.G, Daniel. D., (2003). Terres de café. France : Editions Quae. Ed1, p 120.
- Mkaouar, S., & Kechaou, N. (2013). Valorisation des écarts de triage de dattes par séchage pour l'obtention d'une poudre pour alimentation animale. *Déchets sciences et techniques*, 63, 26-30. <https://doi.org/10.4267/dechets-sciences-techniques.2651>.
- Munier P. (1973). Le palmier dattier. Ed G-P Maisonneuve, la rose. Paris. DAWSON V H W., 1963- Récolte et conditionnement des dattes. FAO ROME.

## N

- Nagavani, V., Madhavi, Y., Rao, D. B., Rao, P. K., & Rao, T. R. (2010). Free radical scavenging activity and qualitative analysis of polyphenols by RP-HPLC in the flowers of

## Références bibliographiques

---

Couroupita guianensis Abul. *Electronic Journal of Environmental, Agricultural & Food Chemistry*, 9(9).

Nahili N. (2006). Valorisation de quelques variétés de dattes. Mémoire d'ingénieur d'état en agronomie spécialité sciences alimentaires, université Saad Dahlab-Blida, 71p.

Nayak, B., Dahmoune, F., Moussi, K., Remini, H., Dairi, S., Aoun, O., & Khodir, M. (2015). Comparison of microwave, ultrasound and accelerated-assisted solvent extraction for recovery of polyphenols from Citrus sinensis peels. *Food chemistry*, 187, 507-516.

Noui, Y. (2007). *Caractérisation physico-chimique comparative des deux principaux tissus constitutifs de la pulpe de datte Mech-Degla* (Doctoral dissertation, Boumerdes, Université M'hamed Bougara. Faculté des sciences de l'ingénieur).

Noui, Y. (2016). *Fabrication et caractérisation des produits alimentaires élaborée à base de datte* (Doctoral dissertation, Université Batna1).

## O

Odžaković, B., Džinić, N., Kukrić, Z., & Grujić, S. (2016). Effect of roasting degree on the antioxidant activity of different Arabica coffee quality classes. *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria*, 15(4), 409-417.

<https://doi.org/10.17306/J.AFS.2016.4.39>

Oucif khaled, M. T. (2017). Mise en valeur des dérivés de dattes de la région d'Oued Souf pour la production de bioéthanol. Université Kasdi Merbah Ouargla.

Ouchemoukh, S., Hachoud, S., Boudraham, H., Mokrani, A., & Loualliche, H. (2012). Activités antioxydantes des quelques fruits secs consommés en Algérie. *Science et technologie des aliments*, 49, 329-332.

## P

Penilleau. A., (1864). Etude sur le café au point de vue historique, physiologique, hygiénique & alimentaire. Ed1, 1(8), p 90.

Peyron, Gilles. "Cultiver le palmier-dattier." *Cultiver le palmier-dattier* (2000): 1-112.

## Références bibliographiques

---

Pintać, Diandra, et al. "Comparison study between popular brands of coffee, tea and red wine regarding polyphenols content and antioxidant activity." *Food Chemistry Advances* 1 (2022): 100030.

Poisson, L., Blank, I., Dunkel, A., & Hofmann, T. (2017). The chemistry of roasting—Decoding flavor formation. In *The craft and science of coffee* (pp. 273-309). Academic Press. <<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803520-7.00012-8>.

### S

Saadoudi, M. (2019). *Caractérisation biochimique, conservation et essais d'élaboration des produits alimentaires à base du fruit de Zizyphus lotus L* (Doctoral dissertation, UB1).

Saafi, E. B., El Arem, A., Issaoui, M., Hammami, M., & Achour, L. (2009). Phenolic content and antioxidant activity of four date palm (*Phoenix dactylifera* L.) fruit varieties grown in Tunisia. *International journal of food science & technology*, 44(11), 2314-2319.

Sawaya, W.N., Khatcha

dourian, H.A., Khalil, J.K., Safi, W.M., & Alshalhat, A. (1982). Croissance et changements de composition au cours des différents stades de développement de certains cultivars de dattes d'Arabie Saoudite. *Journal of Food Science*, 47, 1489-1492.

Sebihi A.H., 2014. Valorisation des produits du palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L); source de promotion des produits de terroirs- Cas de la région de Ouargla.-Mémoire Magistère en sciences Agronomiques. Univ Kasdi Merbah Ouargla. 207 p.

Silabdi, Selma. *purification et caractérisation d'antioxydant naturels en vue d'une valorisation nutritionnelle*. Diss. Blida, 2010.

Sruthi, N. U., Premjit, Y., Pandiselvam, R., Kothakota, A., & Ramesh, S. V. (2021). An overview of conventional and emerging techniques of roasting: Effect on food bioactive signatures. *Food Chemistry*, 348, 129088.

### T

Tabuti, J. R., Dhillon, S. S., & Lye, K. A. (2003). Ethnoveterinary medicines for cattle (*Bos indicus*) in Bulamogi county, Uganda: plant species and mode of use. *Journal of Ethnopharmacology*, 88(2-3), 279-286.

## Références bibliographiques

---

Tajini, Fatma, Yosra Bouali, and Abid Ouerghue. "Etude de la qualité nutritionnelle de fruit de Phœnix dactylifera L.: mesure des paramètres biochimiques." *Nature & Technology* 23 (2020): 39-49.

Talbi, S., Romero-Puertas, M. C., Hernández, A., Terrón, L., Ferchichi, A., & Sandalio, L. M. (2015). Drought tolerance in a Saharian plant *Oudneya africana*: role of antioxidant defences. *Environmental and Experimental Botany*, 111, 114-126.

.Thabet, I. B., Attia, H., Besbes, S., Deroanne, C., Francis, F., Drira, N. E., & Blecker, C. (2007). Physicochemical and functional properties of typical tunisian drink: date palm sap (*Phoenix dactylifera* L.). *Food Biophysics*, 2(2), 76-82.

Toutain G., (1979). *Eléments d'agronomie saharienne de la recherché au développement*. Ed. JOUVE, Paris, 276

### L

Lilia, A. T. I. A., and HASSANI Ikram Ferdous. *L'effet de la torréfaction sur les polyphénols totaux et l'activité antioxydante du café Arabica et Robusta*. Diss. 2021.

### V

Vignoli, J. A., Bassoli, D. G., & Benassi, M. D. T. (2011). Antioxidant activity, polyphenols, caffeine and melanoidins in soluble coffee: The influence of processing conditions and raw material. *Food chemistry*, 124(3), 863-868.

Vignoli, J. A., Viegas, M. C., Bassoli, D. G., & de Toledo Benassi, M. (2014). Roasting process affects differently the bioactive compound and the antioxydant activity of arabica and robusta coffees. *Food Resear chnernational*, 61,279-285. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2013.06.006>.

### W

Wang, L., Boussetta, N., Lebovka, N., & Vorobiev, E. (2018). Effects of ultrasound treatment and concentration of ethanol on selectivity of phenolic extraction from apple pomace. *International Journal of Food Science & Technology*, 53(9), 2104-2109.

## Références bibliographiques

---

Wu, T., Yan, J., Liu, R., Marcone, M. F., Aisa, H. A., & Tsao, R. (2012). Optimization of microwave-assisted extraction of phenolics from potato and its downstream waste using orthogonal array design. *Food Chemistry*, 133(4), 1292-1298.

Wu, X., Beecher, G., Holden, J., Haytowitz, D., Gebhardt, S., & Prior, R. (2004). Capacités antioxydantes lipophiles et hydrophiles des aliments courants aux États-Unis. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52, 4026-4037.

## Y

Yefsah-idres, A., Benrima, A., Hammouchi, K., & Bennazoug, Y. (2019). Essai De Valorisation De La Datte Mech-Degla Par Sa Substitution Au Sucre Blanc Dans La Formulation D'un Biscuit. *Revue Agrobiologia* (2019), 9(2), 1543-1559.

## Z

Zineb, S. & Mohamed, D. (2010). Etude comparative des caractéristiques physico-chimiques et biochimiques des dattes de la cuvette d'ouargla. *Annals of Science and Technology*, 2(1), 6-6.

# **Annexes**

Annexe I : Courbes d'étalonnages.

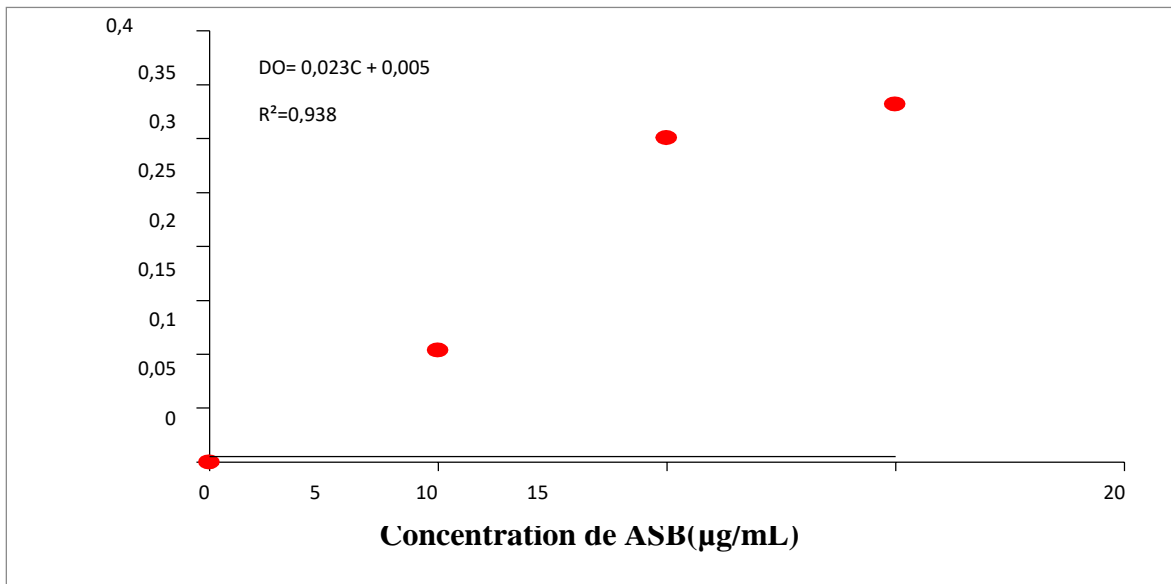


Figure n° 01 : Courbe d'étalonnage des protéines.

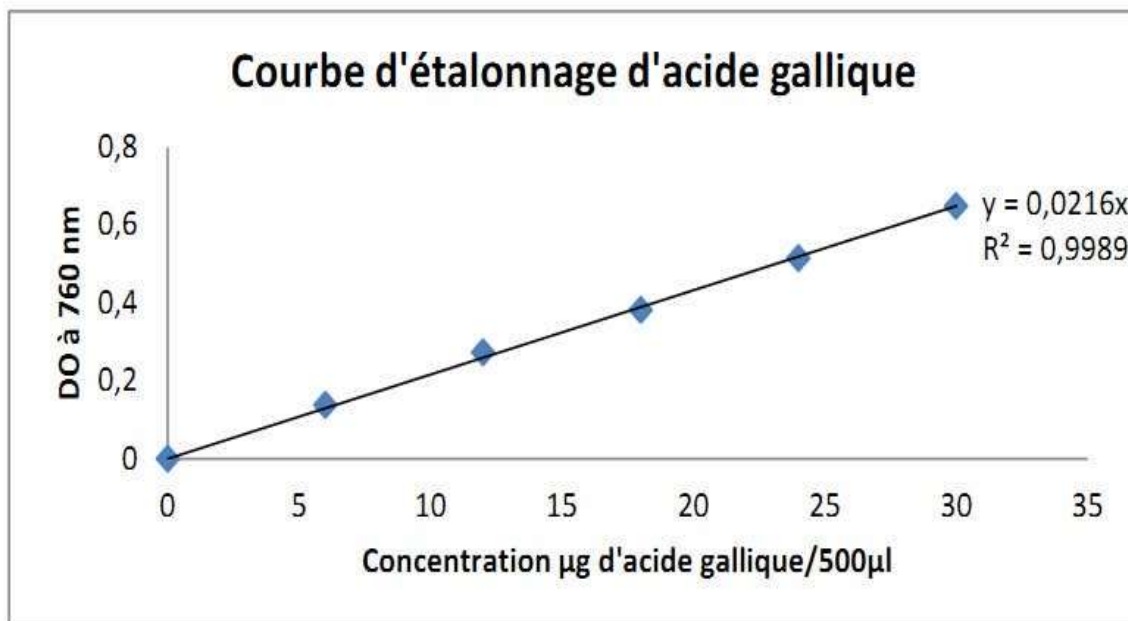


Figure n° 02 : Courbe d'étalonnage de dosage des polyphénols totaux.



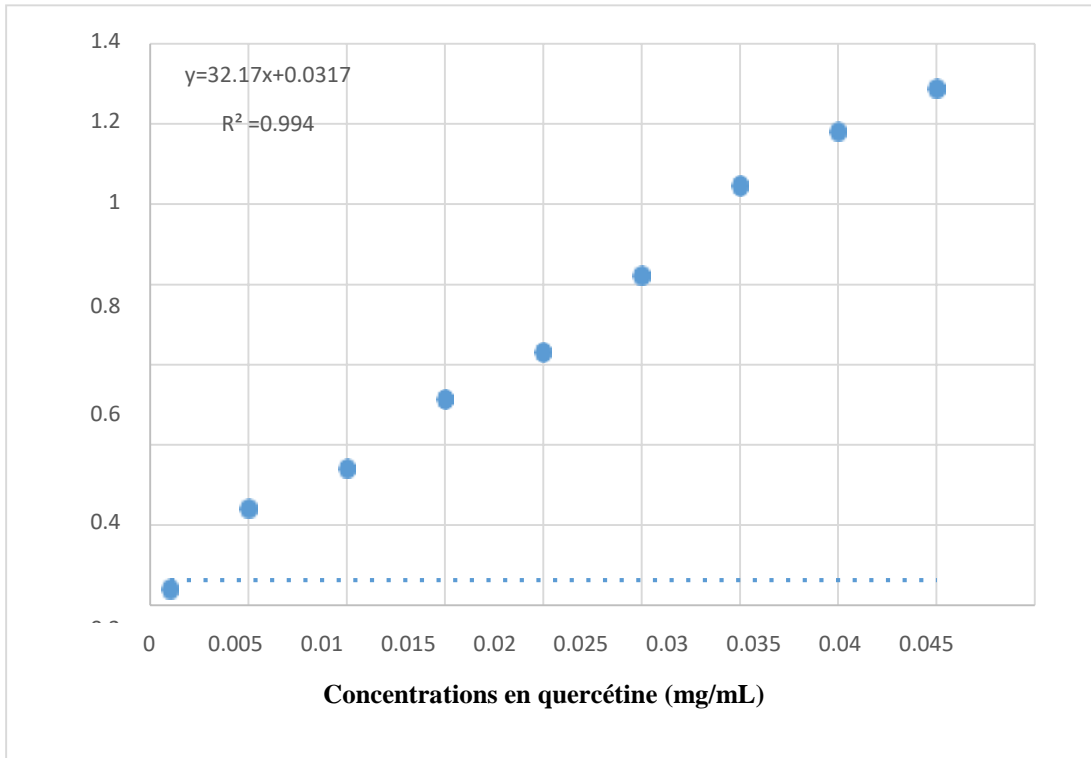


Figure n° 03 : Courbe d'étalonnage des flavonoïdes.

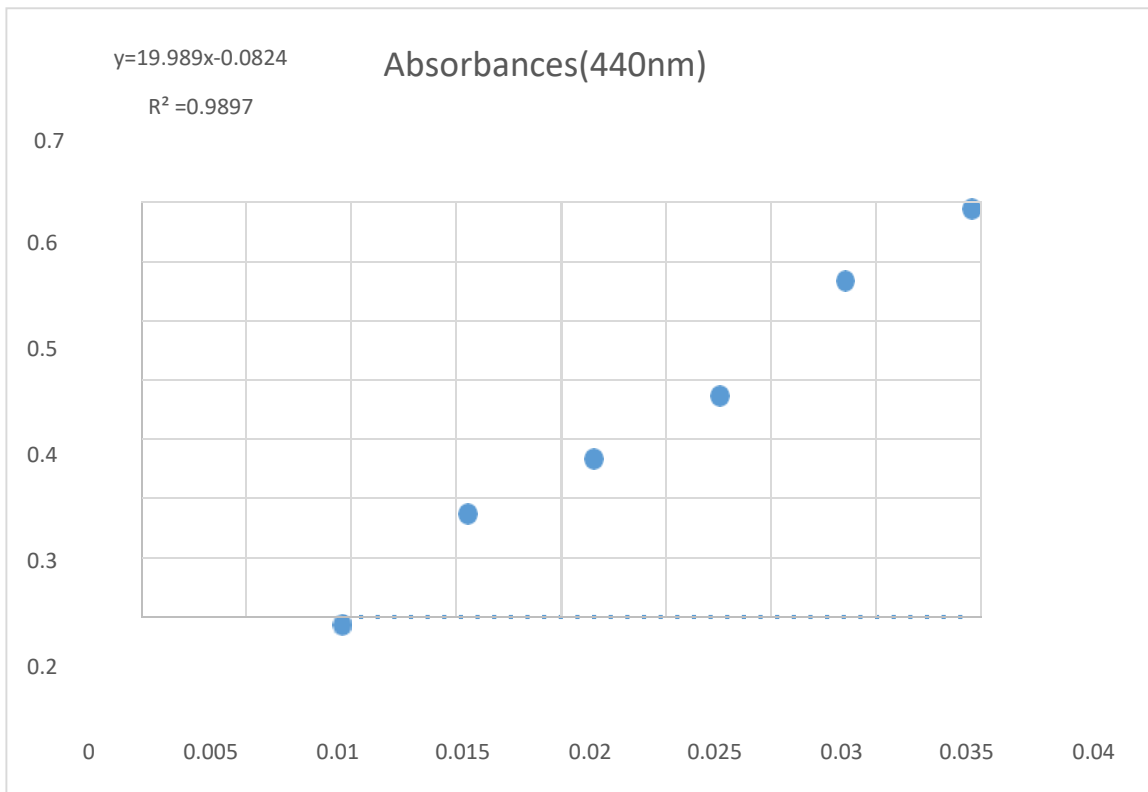


Figure n° 04 : Courbe d'étalonnage des flavonols.

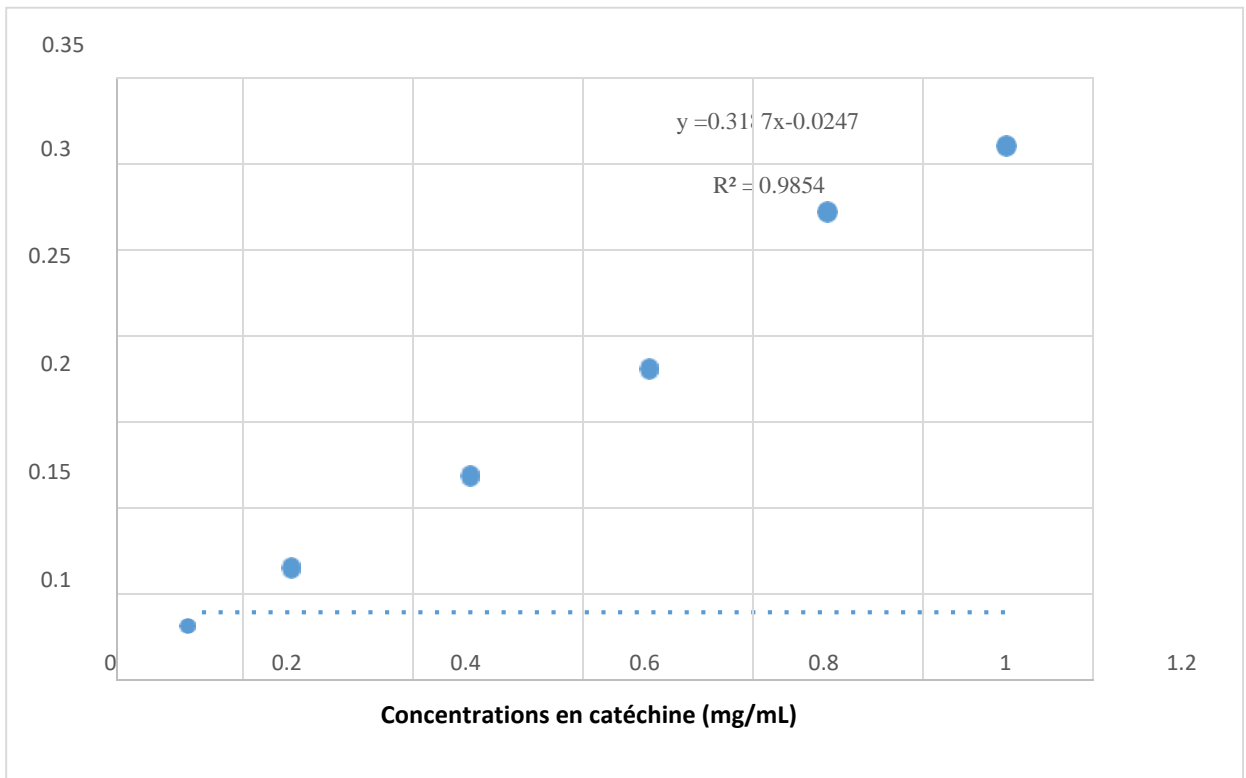


Figure n° 05 : Courbe d'étalonnage du tannin condensé.

## Annexe II : Résultats des activités antioxydantes

### 1. Test DPPH

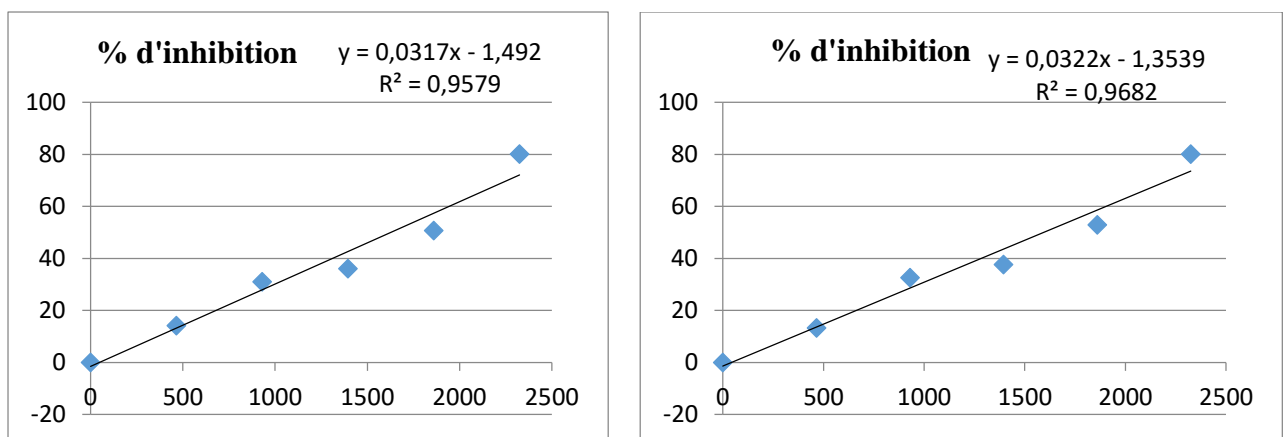
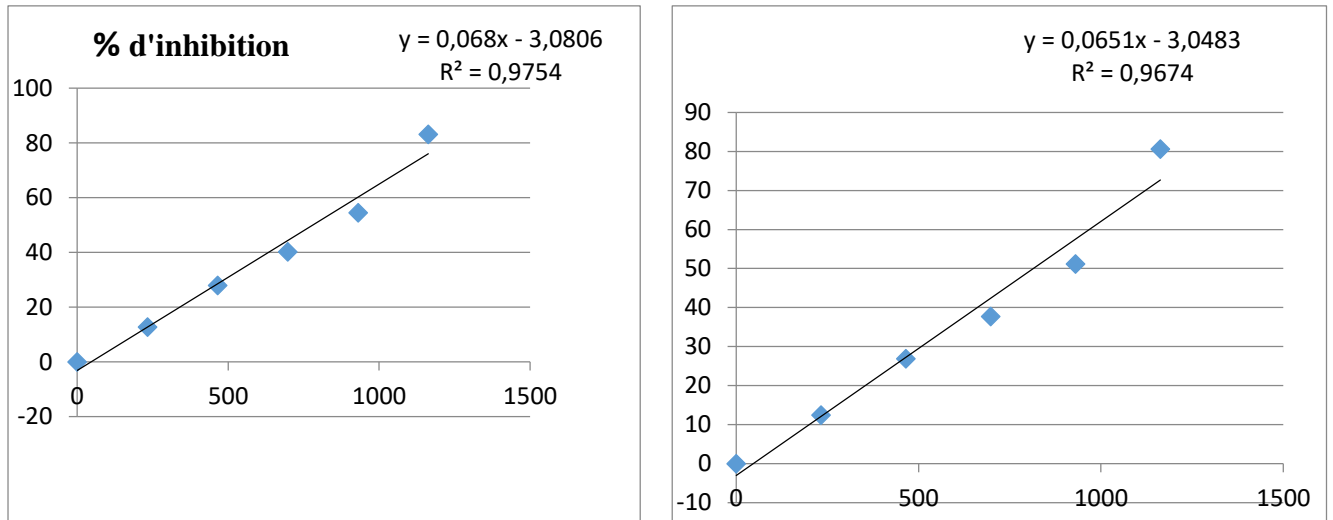
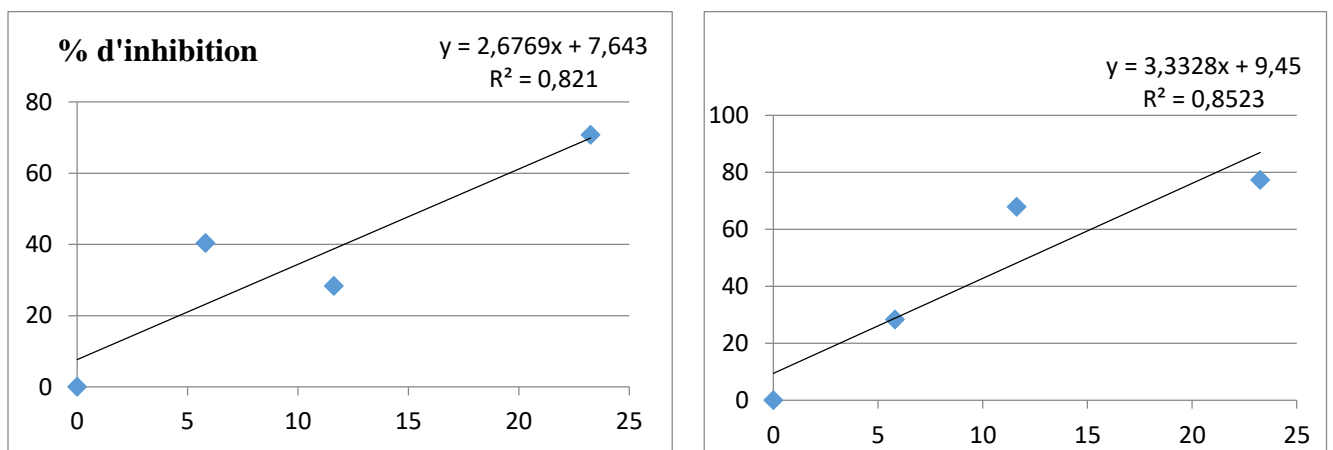


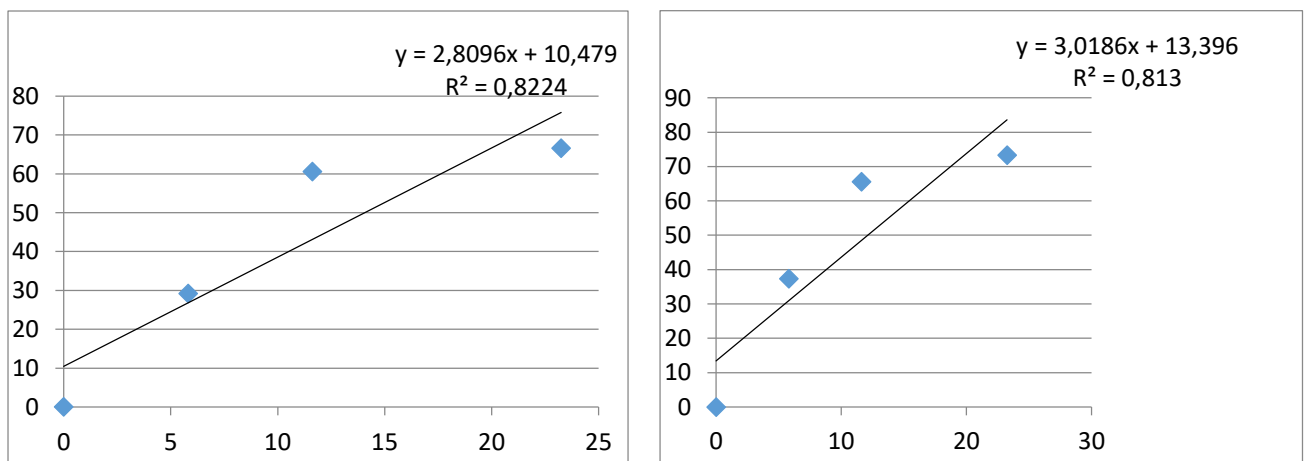
Figure n°01: Courbe de détermination des IC50 du test au DPPH de la pulpe Mech degla



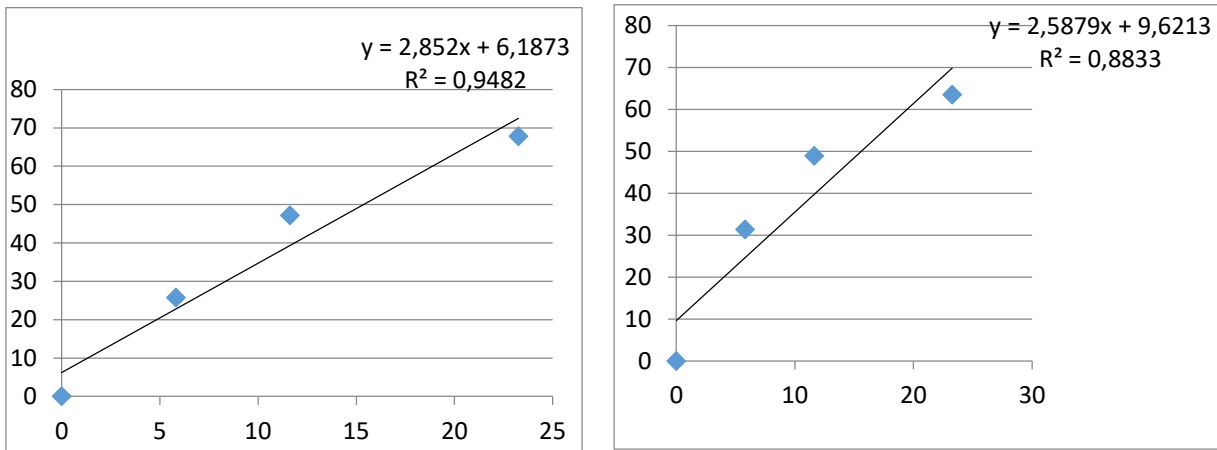
**Figure n°02:** Courbe de détermination des IC50 du test au DPPH de la pulpe Degla beida.



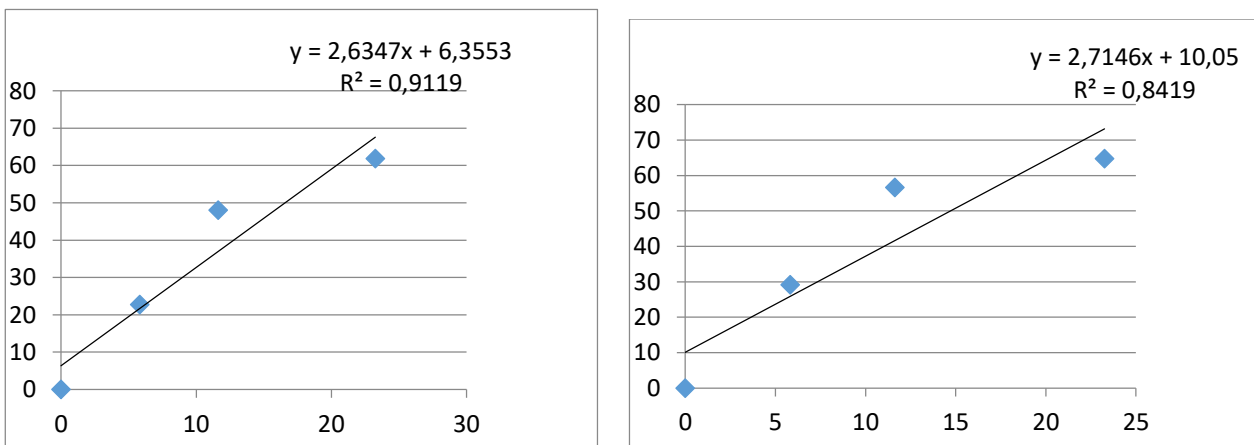
**Figure n°03:** Courbe de détermination des IC50 du test au DPPH du café Arabica.



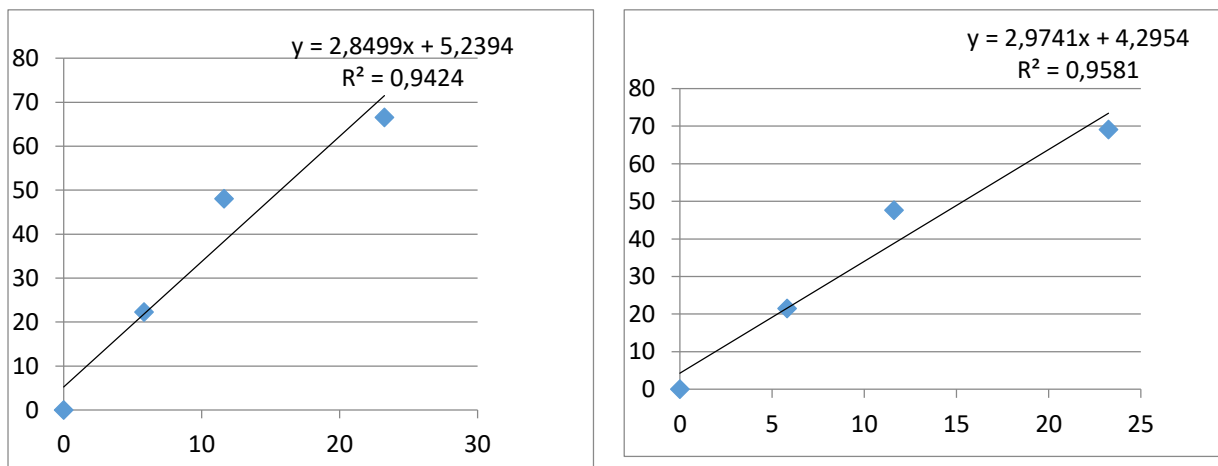
**Figure n°04:** Courbe de détermination des IC50 du test au DPPH du café Robusta.



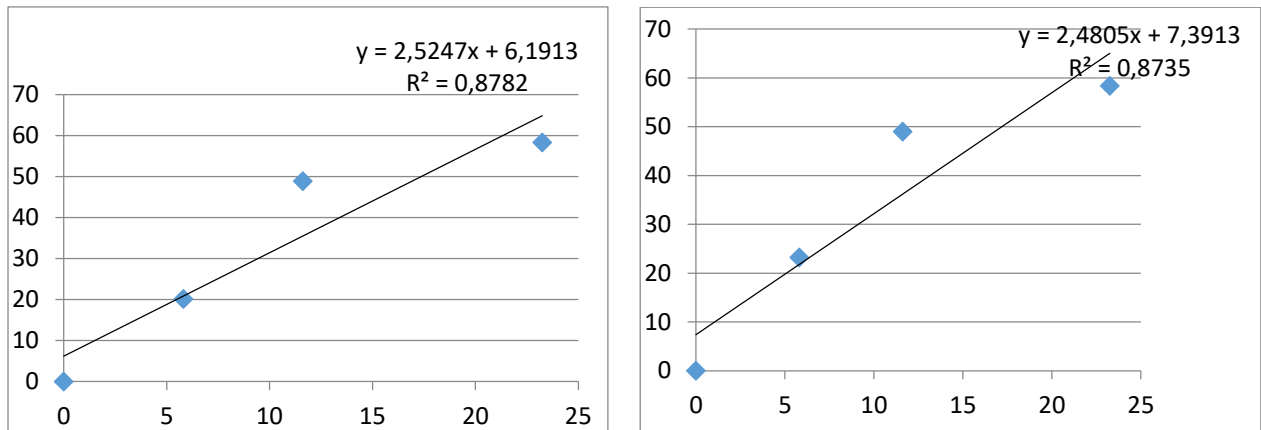
**Figure n°05:** Courbe de détermination des IC50 du test au DPPH du café Arabica pulpe Mech degla.



**Figure n°06:** Courbe de détermination des IC50 du test au DPPH du café arabica pulpe Degla beida.

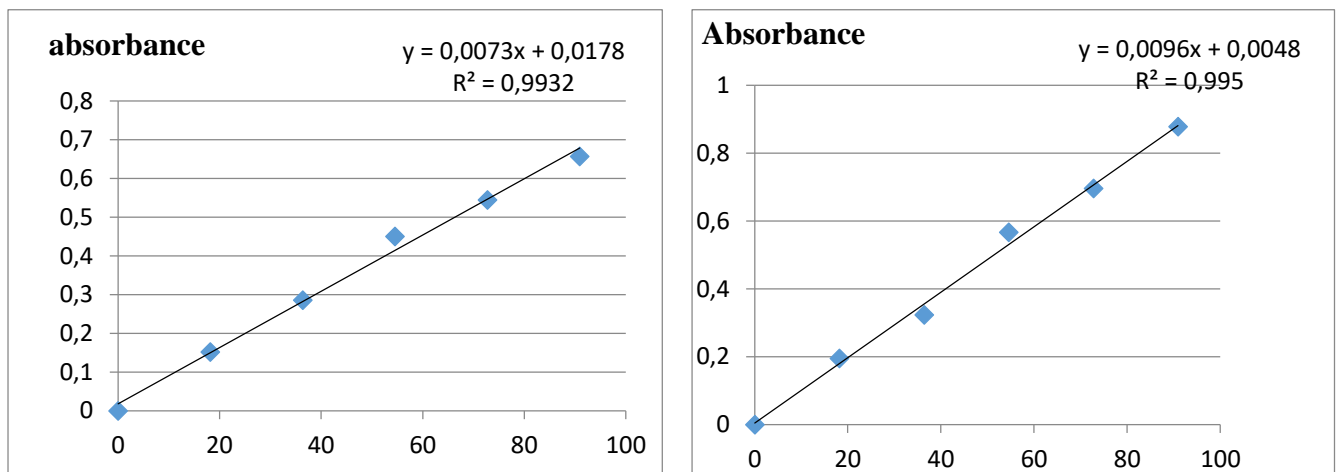


**Figure n°07:** Courbe de détermination des IC50 du test au DPPH du café Robusta pulpe Mech degla.

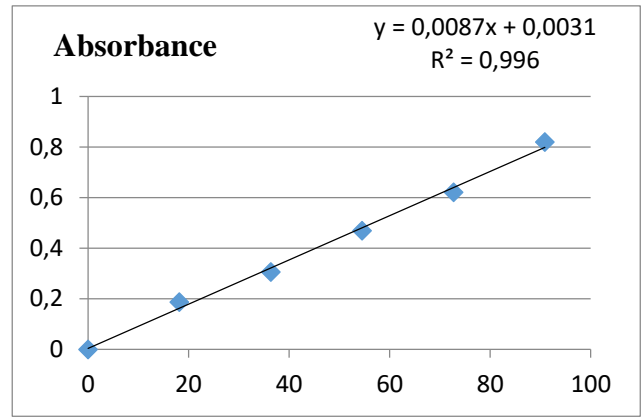
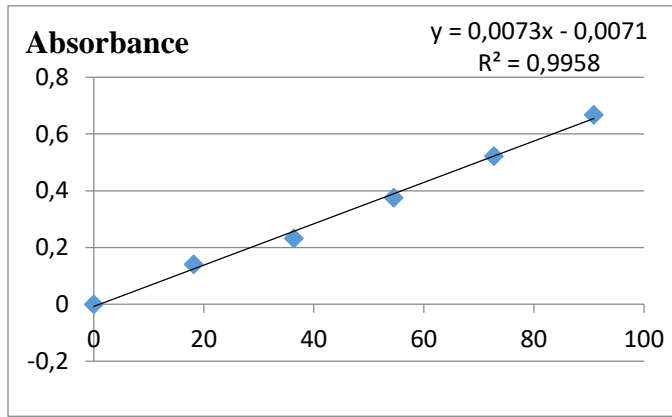


**Figure n°8:** Courbe de détermination des IC50 du test au DPPH du café Robusta pulpe Degla beida.

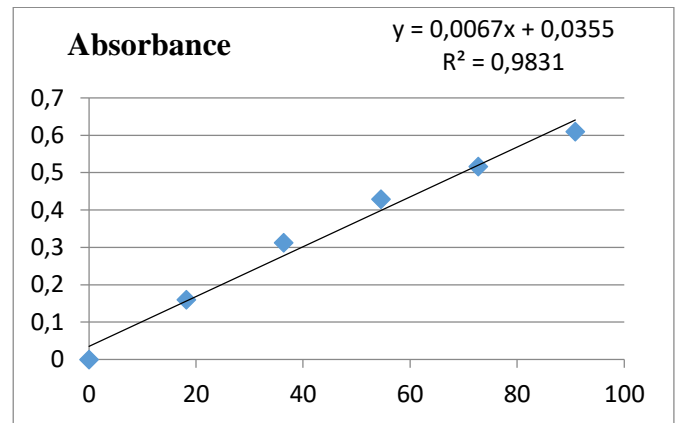
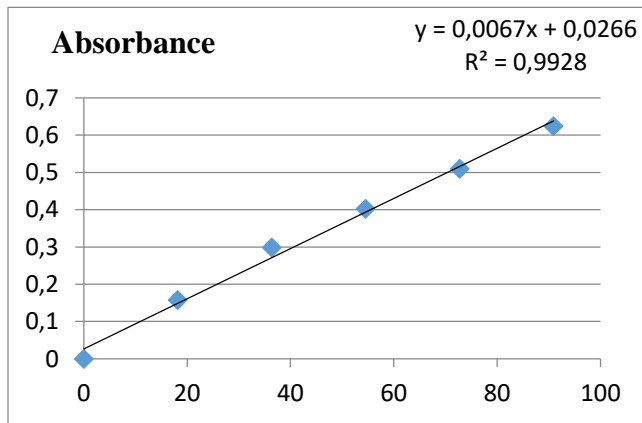
## 2. Test de phosphomolybdate



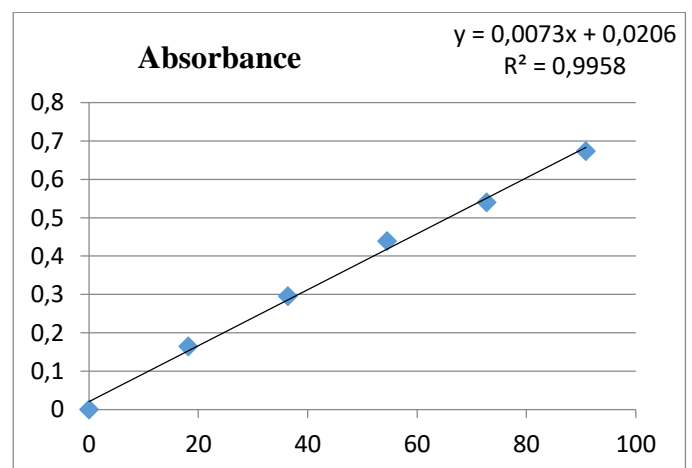
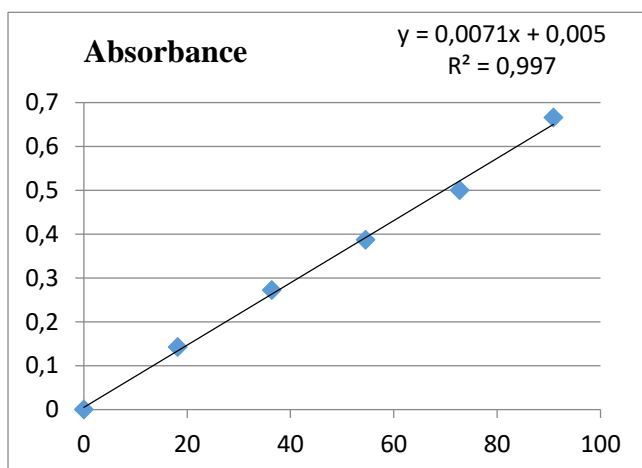
**Figure n°01 :** Courbe de détermination des IC50 de test au phosphomolybdate de la pulpe Mech degla.



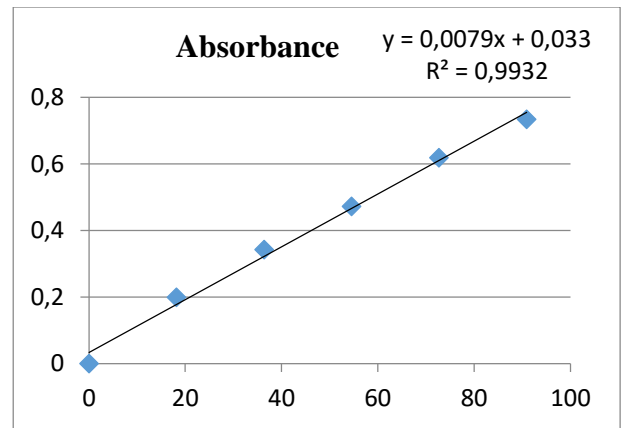
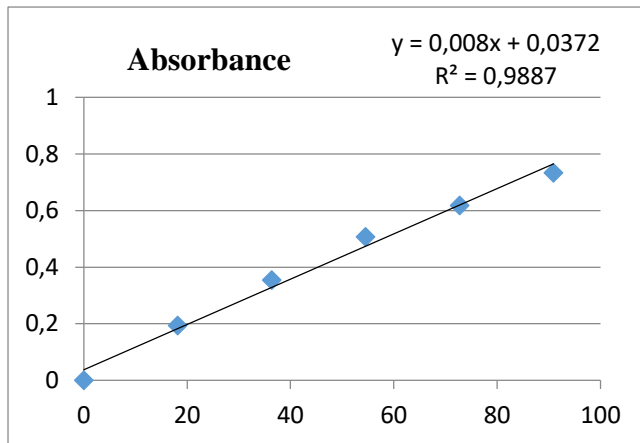
**Figure n°02 :** Courbe de détermination des IC50 de test au phosphomolybdate de la pulpe Degla beida



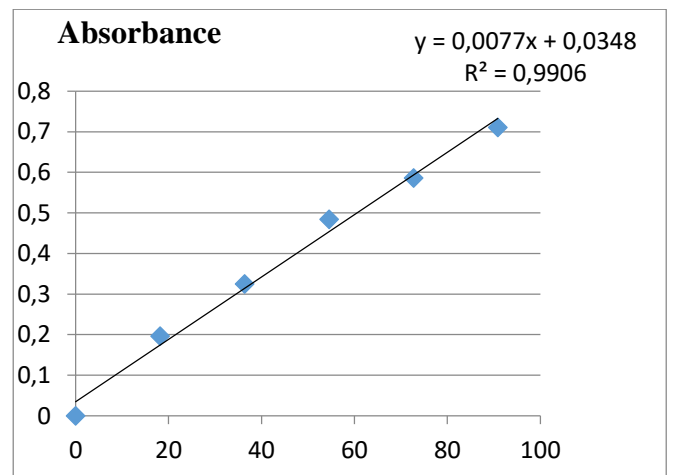
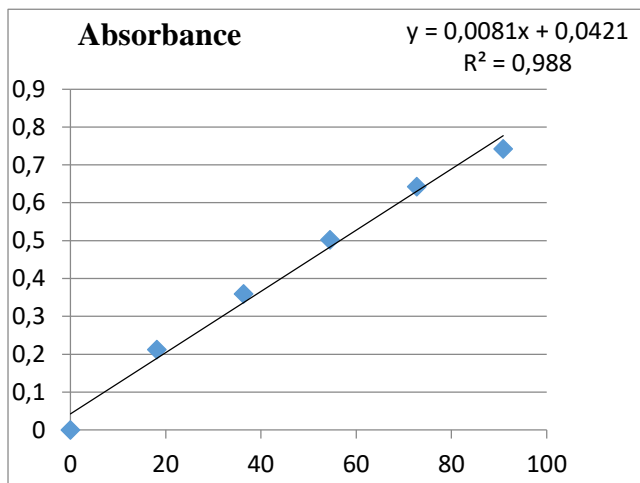
**Figure n°03 :** Courbe de détermination des IC50 de test au phosphomolybdate du café Arabica.



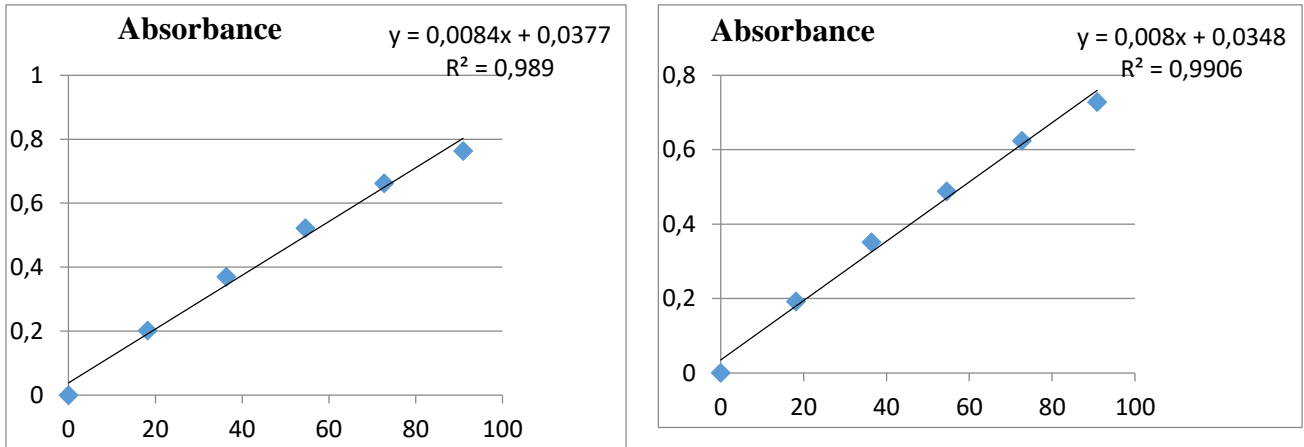
**Figure n°0 4 :** Courbe de détermination des IC50 de test au phosphomolybdate du café Robusta.



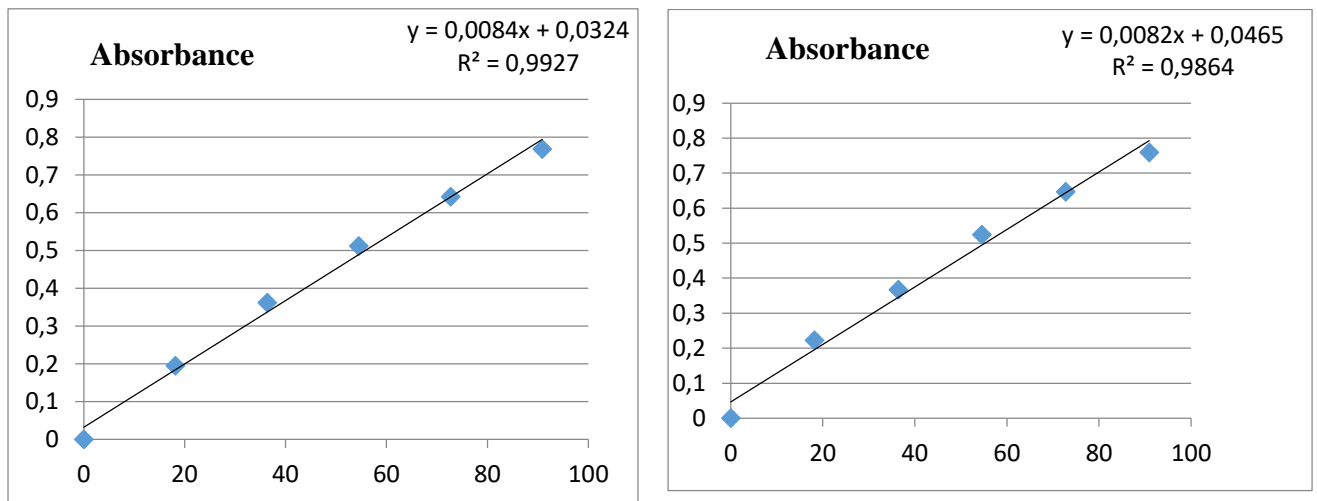
**Figure n°05:** Courbe de détermination des IC50 de test au phosphomolybdate du café Arabica pulpe Mech degla.



**Figure n°06:** Courbe de détermination des IC50 de test au phosphomolybdate du café Arabica pulpe Degla beida.



**Figure n°07:** Courbe de détermination des IC50 de test au phosphomolybdate du café Robusta pulpe Mech degla.



**Figure n°08:** Courbe de détermination des IC50 de test au phosphomolybdate du café robusta pulpe Degla beida.

**Annexes III : Questionnaire du café**

Date : .....

Age : ..... Sexe : Féminin  Masculin



Six échantillons de café codés (A, B, C, D, E et F), vous sont présentés, il vous est demandé de les déguster un par un et d'évaluer les caractéristiques décrites ci-dessous en attribuant à chacun de ces échantillons une note correspondante à l'impression ressentie de chaque descripteur.

**NB : Veuillez rincer votre bouche à chaque dégustation d'un échantillon.**

**1. La Couleur est-elle :**

- (1) Marron clair
- (2) Marron
- (3) Marron foncé
- (4) Marron Très foncé
- (5) Noir

Echantillon	A	B	C	D	E	F
Note						

**2. L'odeur est-elle :**

- (1) Très faible
- (2) Faible
- (3) Moyenne
- (4) Forte
- (5) Très forte

Echantillon	A	B	C	D	E	F
Note						

**3. Gout amère :**

- (1) Très faible
- (2) Faible
- (3) Moyen
- (4) Fort
- (5) Très fort

Echantillon	A	B	C	D	E	F
Note						

**4. Gout sucré :**

- (1) Très faible
- (2) Faible
- (3) Moyen
- (4) Fort
- (5) Très fort

Echantillon	A	B	C	D	E	F
Note						

**5. Gout Acide :**

## Annexes

---

- (1) Très faible
- (2) Faible
- (3) Moyen
- (4) Fort
- (5) Très fort

Echantillon	A	B	C	D	E	F
Note						

### 6. Gout astringent :

- (1) Très faible
- (2) Faible
- (3) Moyen
- (4) Fort
- (5) Très fort

Echantillon	A	B	C	D	E	F
Note						

### 7. Rémanence (gout persistant du café) :

- (1) Très faible
- (2) Faible
- (3) Moyen
- (4) Fort
- (5) Très fort

Echantillon	A	B	C	D	E	F
Note						

### 8. arôme ou gout identifié :

- (1) Fade
- (2) Grillé
- (3) Epicé
- (4) Brulé
- (5) Fruité

Echantillon	1	2	3	4	5	6
Note						

### 9. Préférence globale :

Attribuez pour chaque échantillon une note de préférence entre 1 à 9, sachant que le numéro 1 correspond à l'échantillon le moins préféré et le numéro 9 à celui le plus préféré, comme présenté dans l'échelle ci-dessous :

- 1 : Extrêmement désagréable,
- 2 : Très désagréable,
- 3 : Désagréable,
- 4 : Assez désagréable,
- 5 : Ni agréable ni désagréable,
- 6 : Assez agréable,
- 7 : Agréable,
- 8 : Très agréable,

## Annexes

---

9 : Extrêmement agréable.

<b>Echantillon</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
<b>Note</b>						

**Merci pour votre coopération**

## Résumé

Cette étude est menée dans le but d'enrichir un café avec les pulpes de deux variétés de dattes à faible valeur marchande (Mech degla et Degla-beida). Au préalable, une optimisation des conditions d'extraction des polyphénols totaux (PPT) de poudres de ces variétés par macération est réalisée. Ensuite, les teneurs en PPT, en flavonoïdes, flavonols, tannins et l'activité antioxydant ont été évaluées pour les extraits obtenus en adoptant les paramètres optimaux. D'autre part, quelques analyses physico-chimiques et sensorielles du café élaboré ont été réalisées. La valeur maximal en PPT de  $381.86 \pm 13.33$  mg EAG/100g MS pour la pulpe de Degla beida est atteinte avec l'éthanol 40% (v/v), un temps d'extraction de 120min et un ratio de 1/40 g/mL. Tandis que, le contenu en PPT maximal de la pulpe Mech degla est de  $341.45 \pm 53.28$  mg EAG/100g MS est obtenu avec l'éthanol 40% (v/v), un temps de 120min et un ratio de 1/50 g/mL et les teneurs en flavonoïdes, flavonols et tannins sont aussi plus importantes dans l'extrait de Degla beida. A partir des testes antioxydant nous avons déduit que la pulpe de datte Degla beida présente aussi un pouvoir antioxydant plus élevé avec des  $IC_{50}$  de  $53,68 \pm 1,37$ , et  $62.05 \pm 9.82$  pour les tests aux DPPH et phosphomolybdate, respectivement. En outre, les cafés préparés avec les poudres de dattes sont plus riches en antioxydants et présentent de meilleures activités antioxydants. D'après les analyses sensorielles les experts ont apprécié le café enrichi avec la poudre de la pulpe Degla beida.

**Mots clés :** Mech degla ; Degla beida ; Optimisation d'extraction ; Composés phénoliques ; Activité antioxydant ; Café.

## Abstract

This study was conducted with the aim of enriching a coffee with the pulp of two varieties of dates with low market value (Mech degla and Degla beida). Beforehand, an optimization of the conditions of extraction of total polyphenols (TPP) from powders of these varieties by maceration was carried out. Then, the contents of PPT, flavonoids, flavonols, tannins and antioxidant activity were evaluated for the extracts obtained by adopting the optimal parameters. On the other hand, some physico-chemical and sensory analyzes of the coffee produced have been carried out. The maximum PPT value of  $381.86 \pm 13.33$  mg EAG/100 g DM for the Degla beida pulp was reached with 40% (v/v) ethanol, an extraction time of 120 min and a ratio of 1/40 g/mL. While the maximum PPT content of the Mech degla pulp was  $341.45 \pm 53.28$  mg EAG/100 g DM was obtained with 40% (v/v) ethanol, a time of 120 min and a ratio of 1/50 g/mL and the contents of flavonoids, flavonols and tannins are also higher in the Dagla beida extract. From the antioxidant tests we have deduced that the Degla beida date pulp has also a higher antioxidant power with  $IC_{50}$  of  $53, 68 \pm 1,37$ , and  $62.05 \pm 9.82$  for the DPPH and phosphomolybdate tests, respectively. Also, the coffees prepared with the date powders were richer in antioxidants and showed better antioxidant activities. According to the sensory analyzes the experts appreciated the coffee enriched with the powder of the Degla beida pulp.

**Keywords :** Mech degla, Degla beida ; Optimization of extraction ; Phenolic compounds ; Antioxidant activity ; Coffee.