



RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET
POPULAIRE



MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE DES FRERES MENTOURI CONSTANTINE 1

FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE

Mémoire en vue d'obtention du diplôme de **MASTER**.

Domaine : Biologie.

Filière : Sciences biologiques.

Spécialité : Biochimie Appliquée.

Présenté par : BOUDARSA Nadjoua et DAOUI Narimane.

Thème

*Caractérisation chimique et biologique de
la mélasse des dattes.*

Soutenu le : 22/09/ 2021.

Jury d'évaluation :

Présidente : Dr MADI Aicha

Maitre de conférences (B),(UFMC1).

Encadreur : M^{me} AMOKRANE Serine

Maitre de recherche (B), (CRB+).

Examineur : Mr BENSOUICI Chawki

Maitre de recherche (B), (CRB+).

Année Universitaire

2020/2021

REMERCIEMENTS

Au terme de cette étude nous remercions avant tout Dieu le tout puissant, de nous avoir guidées durant les années d'études et qui nous a éclairé le chemin du savoir pour réaliser ce modeste travail.

On tient à exprimer notre profonde gratitude et nos sincères remerciements à notre promotrice de ce travail, M^{me} AMOKRANE maître de recherche (B), Centre de Recherche en Biotechnologie (CRBt), pour son assistance et ses conseils pour assurer le succès de ce travail.

Un grand merci au Dr.MADI, maître de conférences (B) à l'Université des Frères Mentouri Constantine 1, qui nous avons honoré en acceptant la présidence du jury de nos présent mémoire.

Nous sommes également reconnaissantes à Mr. BENSOUICI, maître de recherche (B), Centre de Recherche en Biotechnologie (CRBt), d'avoir acceptée de juger ce travail en qualité d'examinateur.

Au personnel du centre de recherche en biotechnologie (CRBT) et du laboratoire de biochimie de l'Université Frères Mentouri Constantine 1

Nous tenons à exprimer nos sincères remerciements pour nous avoir ouvert leurs portes et nous avoir permis de réaliser notre travail.

Dédicace

*À l'aide de dieu "Allah" tout puissant
qui m'a tracé le chemin de ma vie, j'ai pu réaliser ce
travail.*

*Je dédie ce travail spécialement aux mes chers
parents qui m'ont apporté son appui durant toutes
mes années d'études, pour ses sacrifices et soutien.*

A mes sœurs et à mon seul frère.

*Je remercie Mr. Boudarsa Nabil du laboratoire
biochimie de l'Université Frères Mentouri
Constantine 1 pour son aide quand nous en avions
besoin.*

*Je remercie toutes les personnes que je n'ai pas pu
citer leurs noms ici, et qui ont participé de près ou de
loin, directement ou indirectement à la réalisation
de ce travail.*

Nadjoua.

Dédicace

Je dédie ce travail :

*A celui qui m'a indiqué la bonne voie en une me
rappelant que la volonté fait les grands.*

A mon père

*A celle qui a attendue avec patience le fruit de son
Éducation.*

*A ma mère le meilleur de toutes les mamans qui est
pour moi un exemple remarquable de sacrifices et de
courage.*

A tous ceux qui me sont chers :

À mes sœurs mes frères

Je vous adore.

A mes grands-parents maternels et paternels

A tout la famille DAOU.

A mes professeurs de l'université.

A tous mes ami(e)s

Je vous aime.

Narimane.

TABLE DES MATIERES

Introduction générale	1
<u>Première partie : Revue Bibliographique</u>	
<u>Chapitre I : La mélasse (sirop) des dattes</u>	
1. Généralités	2
2. Situation de la production de sirop des dattes	2
2.1. Dans le monde.....	2
2.2. En Algérie.....	3
3. Les méthodes de préparation du sirop des dattes	3
3.1. Par pressurage (méthode traditionnelle)	3
3.2. Par trempage dans l'eau à basse température.....	3
3.3. Par trempage dans l'eau à haute température.....	3
3.4. Extraction avec les enzymes (cellulase et pectinase)	4
3.5. Extraction par diffusion.....	4
4. Composition biochimique du sirop des dattes	4
5. Propriétés du sirop des dattes	4
5.1. Propriétés organoleptiques	4
Gout.....	4
Couleur.....	5
5.2. Propriétés physiques et physico-chimiques	5
La viscosité	5
La densité.....	5
Pouvoir anticristallisant.....	5
PH.....	5
6. Utilisations et valeur nutritionnelle	6
<u>Chapitre II : Les composés phénoliques isolés du sirop de dattes</u>	
1. Structure des composés phénoliques	7
1.1. Classification des composés phénoliques	7
1.1.1. Les acides phénoliques.....	8
Acide phénols dérivés de l'acide benzoïque.....	8
Acide phénols dérivés de l'acide cinnamique	9
1.1.2. Les flavonoïdes.....	9
1.2.3. Les caroténoïdes.....	10
1.2. Intérêts et propriétés biologiques des polyphénols	11

Chapitre III : Méthodes d'extraction et activités biologique des composés phénoliques de mélasse des dattes.	
1. Méthodes d'extraction	13
1.1. La macération.....	13
1.2. Extraction au Soxhlet.....	14
1.3. Extraction assistée par ultrason.....	14
1.4. Extraction assistée par micro-ondes.....	15
2. Les activités biologiques des composés phénoliques	16
<u>Deuxième partie : Matériel et Méthodes</u>	
1. Echantillonnage	18
2. les propriétés physico-chimiques du sirop de dattes	18
2.1. Détermination de la teneur en eau	18
2.2. Détermination de la teneur en cendres et en matière organique	20
2.3. Détermination de la teneur en sucres totaux	21
2.4. Détermination du PH	22
3. Analyses phytochimique du sirop de dattes	23
3.1. Extraction des composés phénoliques à partir du sirop de dattes	23
3.2. Rendement de l'extraction.....	23
3.3. Analyses colorimétriques de l'extrait par spectrophotométrie UV-visible.....	25
3.3.1. Détermination de la teneur en phénols totaux (PT).....	25
3.3.2. Détermination de la teneur en flavonoïdes totaux (FT).....	25
3.4. Analyse chromatographique de l'extrait par CLHP.....	26
4. Evaluation des activités biologiques de l'extrait de sirop de dattes	28
4.1. Détermination du potentiel antioxydant d'échantillon	28
4.1.1. Activité du piégeage du radical 2,2 diphenyl-1-picryl hydrazyl (DPPH).....	28
4.1.2. Activité du piégeage du radical 2,2'-azinobis-(3- ethylbenzothiazoline-6-sulfonique) ABTS ⁺	29
4.1.3. Le pouvoir réducteur des ions cupriques (CUPRAC)	30
4.2. Détermination du potentiel enzymatique d'échantillon	30
4.2.1. L'activité anticholinestérase (anti-Alzheimer)	30
4.2.2. L'activité inhibitrice de l' α -amylase (antidiabétique).....	31
<u>Troisième partie : Résultats et Discussion</u>	
1. Analyses physico-chimique d'échantillon	32
1.1. Teneur en eau (taux d'humidité).....	32
1.2. Teneur en matière minérale	32
1.3. Teneur en sucres totaux.....	33
1.4. Le PH.....	33
2. Analyses phytochimique d'échantillon	34
2.1. Calcule du rendement d'extraction du sirop des dattes.....	34
3. Analyses colorimétrique par spectrophotométrie (UV-Visible)	34
3.1. Détermination de la teneur en phénols totaux (PT).....	35
3.2. Détermination de la teneur en flavonoïdes totaux (FT).....	36

4. Analyse chromatographique par CLHP	36
5. Evaluation du potentiel antioxydant d'échantillon	37
5.1. L'activité du piégeage du radical libre DPPH· (2,2-diphényle-1-picrylhydrazyl).....	37
5.2. L'activité antioxydante par réduction du cuivre (CUPRAC).....	39
5.3. L'activité du piégeage du radical-cation ABTS· (scavenging activity).....	40
6. Evaluation du potentiel enzymatique d'échantillon	42
6.1. L'activité antidiabétique d'échantillon.....	42
6.2. L'activité anti-Alzheimer d'échantillon.....	44
Conclusion générale	45
Références bibliographiques	47
Annexe I	56
Annexe II	58
Résumé	61
Abstract	62
ملخص	63

LISTE DES FIGURES

Figure 01	Le sirop de dattes	2
Figure 02	Structure du noyau phénol	7
Figure 03	Les différentes classes des composés phénoliques.....	8
Figure 04	Squelette de base des flavonoïdes	9
Figure 05	Famille des flavonoïdes	10
Figure 06	La structure chimique du B-carotène et du lycopène.....	11
Figure 07	L'extraction par macération	13
Figure 08	L'extraction au Soxhlet.....	14
Figure 09	L'extraction assistée par ultrason.....	15
Figure 10	L'extraction assistée par micro-ondes.....	16
Figure 11	La mélasse de dattes (photo original).....	18
Figure 12	La détermination de la matière sèche.....	19
Figure 13	La détermination de la matière organique	21
Figure 14	La détermination des sucres totaux	22
Figure 15	La détermination du PH	22
Figure 16	Protocol utilisé pour l'extraction des composés phénoliques à partir de la mélasse de dattes.....	24
Figure 17	Le lecteur de microplaque	26
Figure 18	La chromatographie liquide à haute performance	27
Figure 19	La détermination de rendement d'extraction.....	34
Figure 20	Teneur en phénol total et flavonoïdes de l'extrait de la mélasse des dattes.....	35
Figure 21	La plaque de dosage de l'activité anti radicalaire (DPPH) de l'extrait de la mélasse des dattes.....	38
Figure 22	Valeurs IC₅₀ du test DPPH de l'extrait de la mélasse des dattes.....	38
Figure 23	La plaque de dosage de l'activité anti radicalaire (CUPRAC) de l'extrait de la mélasse des dattes.....	39

Figure 24	Valeurs des A_{0.5} du test CUPRAC de l'extrait de la mélasse des dattes.....	40
Figure 25	La plaque de dosage de l'activité anti radicalaire (ABTS+) de l'extrait de la mélasse des dattes.....	41
Figure 26	Valeurs des IC₅₀ dans le test ABTS de l'extrait de la mélasse des dattes.....	41
Figure 27	La plaque de dosage de l'activité antidiabétique (alfa amylase) de l'extrait de la mélasse des dattes.....	43
Figure 28	Valeurs des IC₅₀ du test d'inhibition de l' α amylase de l'extrait de la mélasse des dattes.....	43
Figure 29	La plaque de dosage de l'activité anticholinestérase de l'extrait de la mélasse des dattes.....	44

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 01	Les activités biologiques des composés phénoliques.....	17
Tableau 02	Programme (temps et gradient de solvants) de la CLHP pour l'analyse qualitative de l'extrait.....	27
Tableau 03	Le pH, le taux d'humidité, et les teneurs en minéraux, en sucres totaux du sirop de dattes.....	32
Tableau 04	Résultats de l'évaluation des activités antioxydants et antiradicalaires du sirop de dattes.....	39

LISTE DES ABRÉVIATIONS

°Bx	Degré BRIX.
°C	Degré Celsius.
A_{0.5}	Concentration à A=0,5.
ABTS	2,2'-azinobis-(3-éthylbenzothiazoline-6-sulfonique).
ACHE	Acétylcholine estérase.
CLHP	Chromatographie Liquide à Haute Performance.
CUPRAC	Cupric Reducing Antioxidant Capacity.
DPPH	2,2-Di-Phényl-1 -Picryl-Hydrazyl.
DTNB	5,5-DiThio-Bis-(2-nitrobenzoic acid.
EAM	Extraction Assistée Par Micro-Ondes.
FC	Folin-Ciocalteu.
FT	Flavonoïdes Totaux.
HMF	Hydroxyl-Méthyl Furfural.
Hum	Humidité.
IC₅₀	Concentration d'inhibition à 50%.
KHz	Kilohertz.
MD	Mélasse de dattes.
MeOH	Méthanol.
MM	Matière Minérale.
MO	Matière Organique.
MS	Matière Sèche.
PH	Potentiel Hydrogène.
PT	Phénols totaux.
ST	Sucres totaux.
TSS	Taux Solide Soluble.
UV	Ultraviolet.

Introduction

La datte, fruit de palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.), 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 millions de tonnes plaçant ainsi l'Algérie au 4ème rang. Des producteurs de dattes avec 47000 t/an, dont 30% sont des dattes communes à faible valeur marchande, pour la plupart 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, les fibres diététiques et vitamines (El-Nagga et Abd El-Tawab, 2012). L'Algérie ne dispose d'aucune technologie de transformation, à l'exception du conditionnement et de la production de pâte "Ghars" à partir des dattes molles. Devant ce constat et pour mieux valoriser ce produit, la datte est utilisée comme matière première dans l'élaboration de nouveaux produits dont le sucre liquide, les pâtes de dattes ; des jus, la confiserie, l'alcool ainsi le **sirop de dattes**.

Le sirop de dattes est riche en glucides, sels minéraux, composés phénoliques et en teneur moyenne de flavonoïdes. Ces antioxydants diminuent le risque des maladies dégénératives et certains types de cancers par réduction du stress oxydatif et l'inhibition de l'oxydation des macromolécules (Abbes *et al.*, 2013). Compte tenu de sa richesse en sucre simple, le sirop de dattes peut remplacer le sucre blanc commercialisé utilisé pour la préparation des produits alimentaires tels que les boissons lactées et leur valorisation pourrait représenter une forte valeur ajoutée sur l'impact socio-économique. (Luquet, 1990). L'objectif de notre étude est l'évaluation du potentiel physico-chimique, biologique du sirop de dattes comme une initiative à sa valorisation ultérieure comme un substrat de production des biomolécules à intérêt industriels. Son utilisation à cette fin requiert une étude exhaustive de ses propriétés chimiques et biologiques pour une exploitation concevable et rationnel.

Le manuscrit de ce mémoire est présenté en trois deux parties. La partie bibliographique représente trois chapitres dans lesquels nous abordons une description succincte du sirop de dattes, des composés phénoliques et leurs intérêts, et enfin les méthodes d'extraction et les activités biologique des composés phénoliques de la mélasse des dattes. La partie pratique est consacrée, en premier lieu à l'analyse chimique et physico-chimique du sirop des dattes, puis à l'extraction de ces composés phénoliques et enfin à l'évaluation de ces activités antioxydantes et enzymatiques. Une troisième partie est dédiée à la présentation et la discussion des résultats obtenus.

Première partie
Revue bibliographique

CHAPITRE I : La mélasse (sirop) des dattes.

1. Généralités

La mélasse des dattes (sirop de dattes), une denrée alimentaire de certaines variétés de dattes locales connue localement comme « Rob AT-Tamr» (appellation impropre), ou «Dibs» dans le monde arabe (Mimouni, 2015).

Le sirop de dattes est un produit sucré, brun épais-foncé de couleur marron extrait à partir des dattes et typique de la cuisine Arabe. Son goût est plus doux que celui du sirop de saccharose et il a une bonne saveur runique (Alanazi, 2010).



Figure 01 : Le sirop de dattes (<https://green-fruits.com/fr/produit/sirop-de-dattes>).

2. Situation de la production de sirop de dattes

2.1. Dans le monde

Le sucre de canne et le sucre de betterave, font objet d'une grosse production industrielle, alors que le sirop de dattes commence à peine à être fabriqué industriellement bien qu'il soit depuis très longtemps confectionné par les familles phoenicultrices. Les Irakiens se sont intéressés à la technologie de la datte pour réduire leur dépendance envers l'étranger (Wagued, 1973).

2.2. En Algérie

Bien que le nombre de palmiers dattiers évolue d'une année à une autre dans presque toutes les wilayas phoenicoles, l'Algérie a cependant pris beaucoup de retard dans le domaine de la transformation des dattes, malgré que toutes les conditions s'appêtent à leur valorisation en particulier celle des dattes communes (Mimouni, 2009).

3. Les méthodes de préparation du sirop de dattes

3.1. Par pressurage (méthode traditionnelle)

Ce procédé repose sur la méthode du tassement, généralement effectué dans un sac en toile (Btana) considéré comme un moyen de conservation des dattes molles (Ibrahim et Khalil, 1997). Le lavage de dattes à l'eau ne sert pas à nettoyer seulement mais aussi à augmenter le taux d'humidité. L'effet de cette dernière combinée à l'effet du poids des dattes et de la température ; le miel s'attire, leur rendement est très faible variant entre 10 à 15% du poids de la datte. (Mimouni, 2015). Le miel obtenu est un produit naturel très concentré, portant l'odeur, le goût et la couleur de la datte utilisé (Atef et Mohamed, 1998).

3.2. Par trempage dans l'eau à basse température

Les dattes sont mises à tremper dans de l'eau tiède pendant plusieurs heures. Après filtration et élimination des fibres et des noyaux, l'extrait obtenu est de nouveau mis au chauffage sur un feu doux, pour faire évaporer l'eau et augmenter sa concentration (El-Ogaidi, 2000).

3.3. Par trempage dans l'eau à haute température

Cette méthode est la plus utilisée, Elle consiste à tremper les dattes dans l'eau à haute température (jusqu'à 90°C) en utilisant directement ou indirectement la vapeur d'eau, le chauffage permet une extraction plus poussée. La filtration de l'extrait a donné un jus contenant des impuretés qui sont séparées de la solution de sucre par carbonatation (Mimouni, 2009). Le miel obtenu porte une couleur foncée avec le goût et l'odeur d'un sucre brûlé à cause d'utilisation de la température élevée (Hassan, 2000).

3.4. Extraction avec les enzymes (cellulase et pectinase)

Dans cette méthode c'est la pâte de dattes qui a trempé dans l'eau puis maintenue en ébullition, suivie d'une filtration et enfin un traitement enzymatique de la solution (cellulase et pectinase) pour la clarification (Chikhrouhou *et al.*, 2006 ; Al-Sharnoubi *et al.*, 2014).

3.5. Extraction par diffusion

Cette méthode est basée sur la macération de dattes dans l'eau (à 80°C) durant 24 heures. Après décantation et passage à travers une gaze un jus est récupéré ensuite condensé pour obtenir un produit concentré ayant un degré de Brix compris entre 72 – 75° Brix, température 60°C. Cette température est choisie pour éviter la déstabilisation des sucres (Mimouni et Siboukeur, 2011).

4. Composition biochimique du sirop des dattes

Les sirops des dattes contiennent essentiellement un mélange de sucres qui diffèrent par un certain nombre de propriétés, mais qui du point de vue alimentaire ont globalement la même valeur énergétique. Généralement, la composition biochimique du sirop de dattes se résume ainsi : un degré Brix compris entre 70 à 75 % ce qui permet sa conservation au-delà de deux ans, sans risque d'altération, une teneur en eau de 12 - 25% du poids frais et une teneur élevée en sucres totaux ($\geq 80\%$) dont la majorité est sous forme de sucres réducteurs, les éléments minéraux, les protéines sont présentes en faibles quantités 0-2 % et les fibres solubles (pectines) de 1-4% (Mimouni, 2009).

5. Propriétés du sirop des dattes

5.1. Propriétés organoleptiques

➤ Goût

Le sirop de dattes est caractérisé par un goût relativement sucré, à cause de sa teneur en fructose, ose à pouvoir sucrant élevé. Son goût rappelle celui de la datte dont il est issu (Entezari *et al.*, 2004). La plupart des édulcorants à haut pouvoir sucrant possèdent des arrière-goûts qui se superposent au goût sucré et résulte d'impuretés qui sont parfois indéfinissables au point de ne pas se ranger parmi les trois goûts fondamentaux (salé, acide, ou amer) (Multon et Lapatre, 1984).

➤ **Couleur**

D'après Abdelfattah (1990), le sirop de datte il peut prendre une couleur noir- rougeâtre dans des flacons transparents. Selon Munier (1973), le sirop de dattes est un produit stable d'une couleur plus ou moins brune.

5.2. Propriétés physiques et physico-chimiques

➤ **La viscosité**

La viscosité est une propriété physique importante du sirop de dattes, elle détermine les conditions de stockage du produit. La viscosité augmente lorsque la teneur en eau diminue, elle est proportionnelle au **TSS** dans le sirop, ce qui lui donne un pouvoir sucrant élevé. Le sirop de 72 à 75% de teneur en matières sèches, à une viscosité de 500 centpoises (Guerin *et al.*,1982). Selon Abdelfattah (1990), le sirop de dattes est un produit très visqueux, ceci est dû à la faible humidité. Cette propriété est importante pour préserver la qualité du produit durant deux ans et empêche la prolifération des microorganismes.

➤ **La densité**

La densité moyenne d'un sirop est fonction de leur concentration. Cette dernière est inversement proportionnelle à la température ambiante (Guerin *et al.*, 1982). La densité de sirop de dattes est très élevée grâce au taux de solides soluble s'existant dans ce produit, ce caractère permet leur stockage pendant une longue durée (Abdelfattah, 1990).

➤ **Pouvoir anticristallisant**

Le pouvoir anticristallisant dépend au rapport (fructose/glucose) plus ce rapport est élevé, plus la cristallisation est faible. Pour le jus de dattes ce rapport est plus élevé, Donc le jus de datte ne cristallise pas (Siboukeur, 1997).

➤ **pH**

Le sirop présente un **pH**= 4,9, cette valeur est relativement faible comparativement au **pH** des dattes entières (**pH**= 5,8). La diminution du **pH** peut être due à la présence d'une quantité élevée d'eau dans le sirop, ce qui permet d'entraîner les acides préexistants de la datte vers son extrait. Ces acides organiques (acide acétique, acide citrique) sont produits par des microorganismes tels que les levures et les moisissures qui se trouvent naturellement dans les dattes (Mekki *et al.*, 1983).

6. Utilisations et valeur nutritionnelle du sirop de dattes

Des instituts diététiques modernes dans le monde entier recommandent l'utilisation régulière de dattes et ses sous-produits pour leurs effets sur l'organisme (Abbes *et al.*, 2011). Le sirop de dattes fournit une bonne source d'énergie rapide en raison de son haute teneur en sucre ce qui justifier son multi usage comme :

- Source de sucre liquide approprié à de nombreux produits alimentaires tels que : la base de la boisson, les produits de boulangerie, de la crème glacée (Abbes *et al.*, 2011 ; Besbes *et al.*,2009).
- Edulcorant et l'agent aromatisant pour les produits laitiers comme le lait fermenté (Abbes *et al.*,2015).
- Dans la préparation des gâteaux, des biscuits et pains sucrés et pour une utilisation directe sur crêpes.

CHAPITRE II : les composés phénoliques isolés du sirop de dattes.

1. Structure des composés phénoliques

Les polyphénols sont des métabolites secondaires présents chez toutes les plantes vasculaires (Lebham, 2005). Ils comprennent plus de 8000 structures phénoliques présentes dans tous les organes de la plante (Beta *et al.*, 2005). Ils regroupent un vaste ensemble de substances chimiques comprenant au moins un noyau aromatique, auquel sont directement liés un ou plusieurs groupes hydroxyles, libres ou engagés dans une autre fonction chimique (**Figure 02**) (éther, méthylique, ester, sucre...) (Bruneton, 1993).

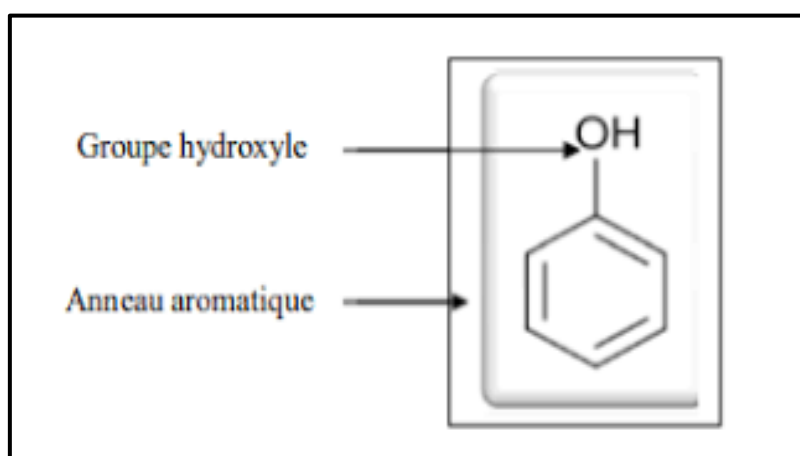


Figure 02 : structure du noyau phénol (Andrikopoulos, 2007).

Les polyphénols naturels vont de molécules simples, comme les acides phénoliques, à des composés hautement polymérisés comme les tanins.

1.1. Classification des composés phénoliques

Selon Dacosta (2003), on répartit généralement les composés phénoliques en plusieurs classes (**Figure 03**).

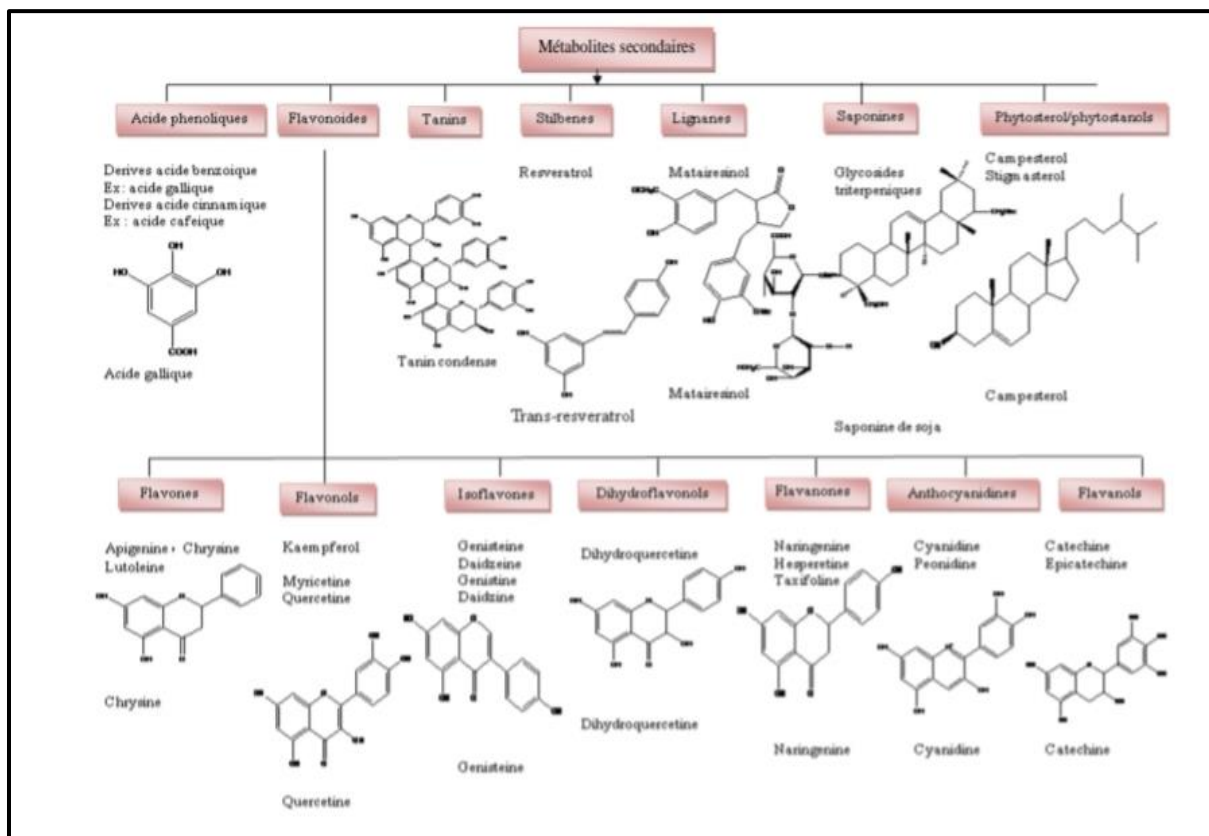


Figure 03 : Les différentes classes des composés phénoliques.

Les sirops de dattes sont très riches en polyphénols totaux et ont une teneur moyenne en **flavonoïdes** totaux mais faible en **caroténoïdes**

1.1.1. Les acides phénoliques

Le terme d'acide phénol peut s'appliquer à tous les composés organiques possédant au moins une fonction carboxylique et un hydroxyle phénolique. En phytochimie, l'emploi de cette dénomination est réservé aux seuls dérivés des acides benzoïque et cinnamique.

✓ Acide phénols dérivés de l'acide benzoïque

Les acides phénols en C6-C1, dérivés hydroxylés de l'acide benzoïque, sont très communs, aussi bien sous forme libre que combinés à l'état d'ester ou d'hétéroside. L'acide gallique et son dimère (l'acide hexahydroxydiphénique) sont les éléments constitutifs des tannins hydrolysables. D'autres aldéhydes correspondants à ces acides, comme la vanilline, est très utilisé dans le secteur pharmaceutique (Bruneton, 1993).

✓ Acide phénols dérivés de l'acide cinnamique

La plupart des acides phénols en **C6-C3** (acides *p*-coumarique, caféique, férulique, sinapique) ont une distribution très large ; les autres (acides *o*-coumarique, *o*-férulique) sont peu fréquents (Bruneton, 1993). Les acides cinnamique et caféique sont des représentants communs du groupe de dérivésphénylpropaniques qui diffère par son degré d'hydroxylation et de méthylation (Cowan, 1999).

1.1.2. Les flavonoïdes

Le terme flavonoïdes désigne une très large gamme de composés naturels appartenant à la famille des polyphénols. Ils sont considérés comme des pigments quasi universels des végétaux. Les flavonoïdes sont des dérivés du noyau flavone ou 2-phenyl chromone portant des fonctions phénols libres, éthers ou glycosides. (Milane, 2004). Structuralement, les flavonoïdes ont un squelette de base commun constitué de 15 atomes de carbone assemblés en trois cycles nommés **A**, **C** et **B**. Selon la structure du cycle intermédiaire (cycle **C**) (**Figure 04**).

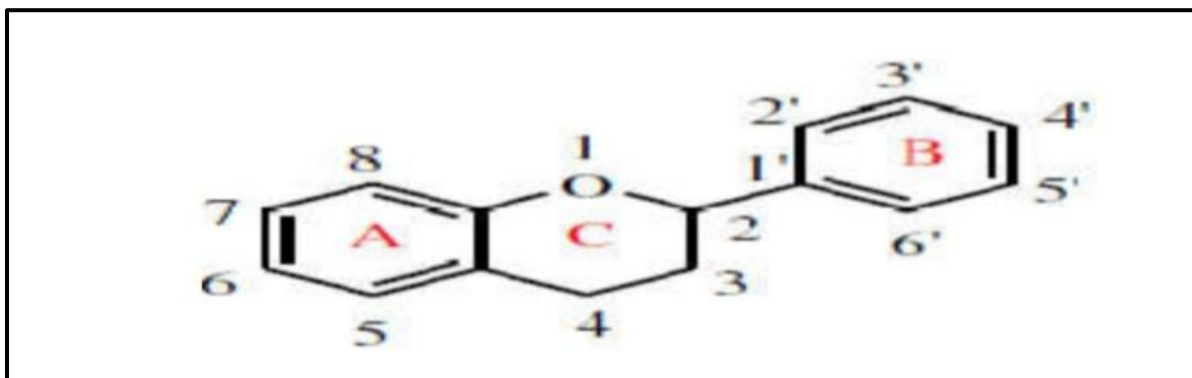


Figure 04 : Squelette de base des flavonoïdes (Crozier, 2003).

Il existe plusieurs classes des flavonoïdes, dont les principales sont les flavones, les flavanols, les isoflavones, les flavanones (**Figure 05**).

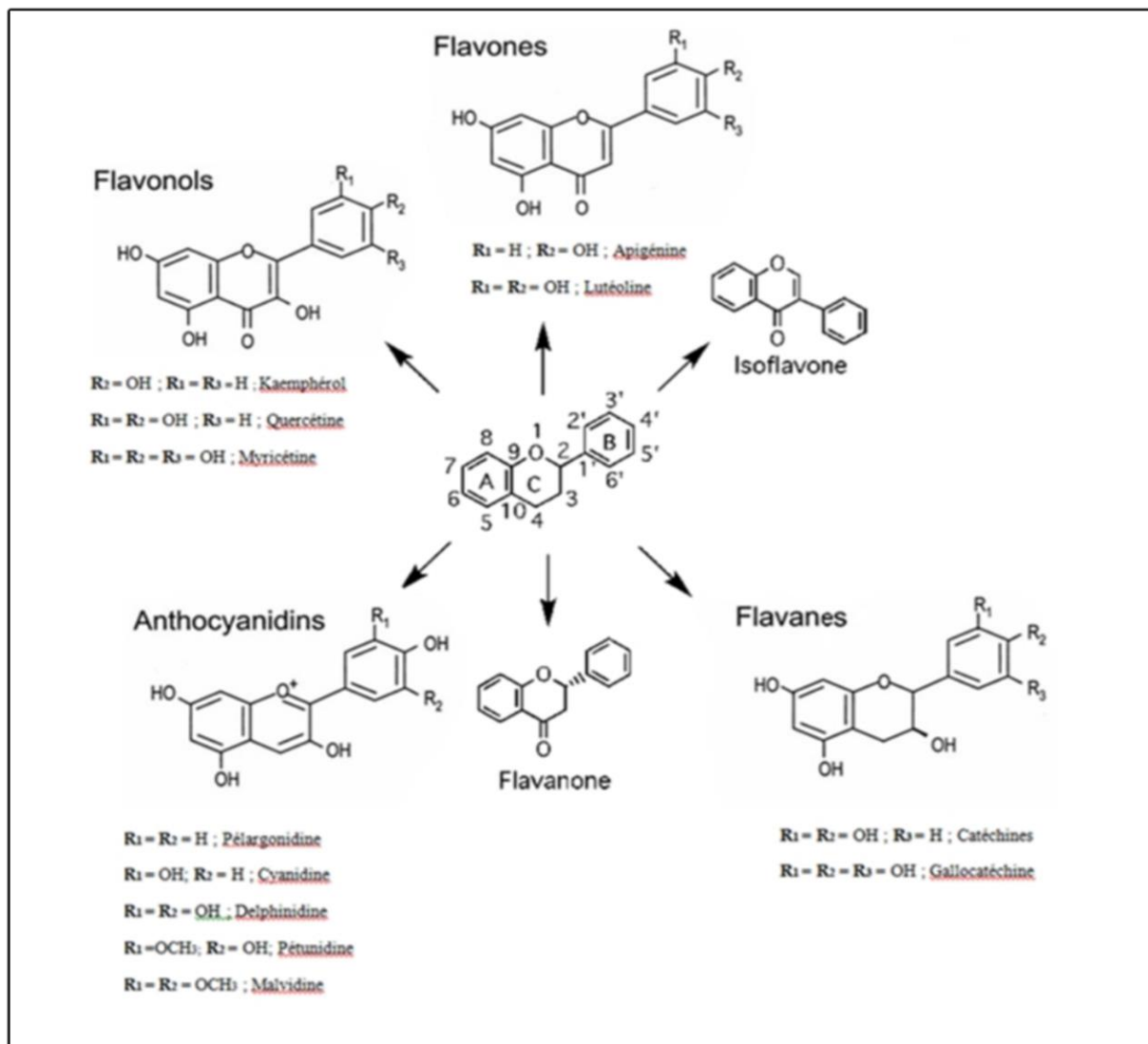


Figure 05 : Famille des flavonoïdes d'après (Manach *et al.*, 2004).

1.1.3. Les caroténoïdes

Sont des pigments colorés dont la couleur varie du jaune au rouge. Environ 700 caroténoïdes ont été isolés à partir de produits naturels (Britton *et al.*, 2008) mais seulement une vingtaine sont détectables dans les tissus ou le sérum humain. Ils sont naturellement synthétisés par des plantes, certains champignons, des algues et quelques bactéries (Liu *et al.*, 2000 ; Astray *et al.*, 2009 ; Achir *et al.*, 2010). Chez les plantes et les algues qui contiennent des caroténoïdes, ceux-ci se trouvent dans les chloroplastes et les chromoplastes.

Parmi les caroténoïdes, le lycopène et le β -carotène, pigments de couleur rouge et orange, sont très abondants dans les plantes et les fruits (**Figure 06**). Ils sont également absorbés par le corps humain depuis l'alimentation et possèdent pour celui-ci des propriétés avantageuses.

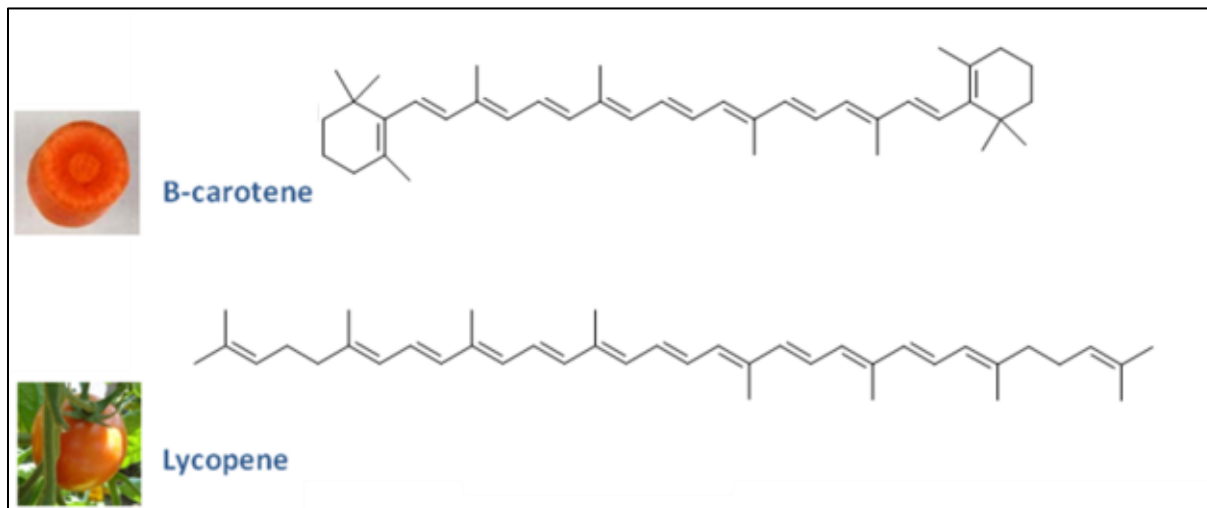


Figure 06 :la structure chimique du B-carotène et du lycopène.

1.2. Intérêts et propriétés biologiques des polyphénols

Les polyphénols prennent une importance croissante, notamment grâce à leurs propriétés et ces effets bénéfiques sur la santé des êtres humains ou chez les végétaux. Des travaux plus anciens, ont montré que les phénols seraient associés à de nombreux processus physiologiques ; croissance cellulaires, différenciation, organogenèse, dormance des bourgeons, floraison et tubérisation (Alibert *et al.*, 1977). Parmi les principales fonctions des composés phénoliques, la pigmentation des plantes qui présentent une large gamme de couleurs qui varient du jaune (chalcone, aurone et flavone), à l'orange (caroténoïdes), au rouge orange (caroténoïdes), au rouge, au vert et au bleu, l'importance de cette variété de couleurs pour les plantes réside dans l'attraction des insectes qui apportent le pollen amorçant ainsi la fécondation et la reproduction chez les plantes. Ils sont susceptibles d'assurer la protection des tissus contre les effets nocifs des rayonnements UV et des insectes (Hadi, 2004). Selon (Aron, 2007) ; la capacité d'une espèce végétale à résister à l'attaque des insectes et des microorganismes est souvent corrélée avec la teneur en composés phénoliques.

Les polyphénols ont la capacité de modifier de nombreux facteurs impliqués dans la genèse de différentes maladies telles que : le cancer, l'ischémie cardiaque, l'athérosclérose et l'hypertension. Selon Martin et Andriantsitohaina. (2002), la consommation d'aliments riches en polyphénols réduit le développement de ces maladies. L'apport alimentaire quotidien en composés phénoliques chez l'homme devrait se situer entre 100 et 1000 mg. (Roberfroid, 2002).

Chapitre III : Méthodes d'extraction et activités biologique des composés phénoliques de mélasse des dattes.

1. Méthodes d'extraction

La complexité de la structure et la variabilité (avec les saisons, les récoltes, . . .) de la matière végétale ainsi que la large variété des composés à extraire (différents poids moléculaires, polarité, lien avec la structure, . . .) ont conduit à l'apparition d'une grande variété de méthode d'extraction et le choix de la bonne méthode dépendra de la nature des composés (classes des molécules phénoliques spécifiques : des flavonoïdes, acides phénoliques, etc.), de la nature de l'échantillon (graines, feuilles, ramilles) et de son état physique. Parmi les méthodes d'extraction utilisées nous citons.

1.1. La macération

Elle consiste à mettre en contact le matériel végétal avec un solvant d'extraction avec ou sans agitation, à température ambiante ou élevée pour une durée déterminée. Elle est basée sur la solubilité des composés bioactifs dans le solvant d'extraction et elle est influencée par une série de facteur incluant la nature du matériel végétal, la concentration en solutés de l'échantillon, la nature du solvant, la durée d'extraction...etc. (**Figure 07**) (Spigno et Defaveri, 2007).

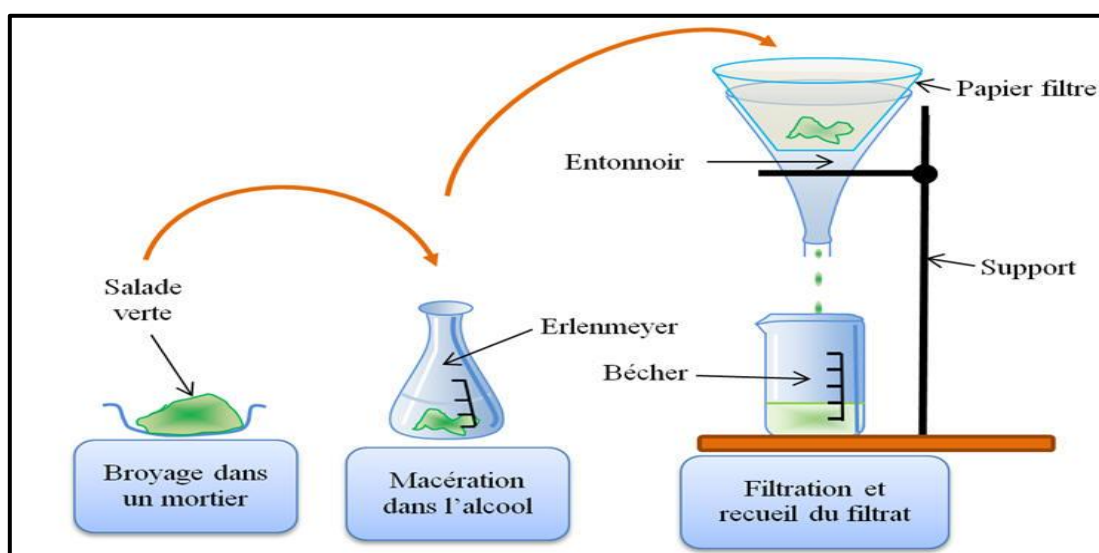


Figure 07 : L'extraction par macération.

1.2. Extraction au Soxhlet

L'extracteur au Soxhlet permet le traitement des solides (matière végétale) avec des solvants en phase liquide ou partiellement vaporisés. Il est simple et convenable permettant de répéter infiniment le cycle d'extraction avec un solvant frais jusqu'à épuisement complet du soluté dans la matière première, d'où vient son efficacité élevée (**Figure 08**) (Penchev, 2010 ; Nicolas, 2012).

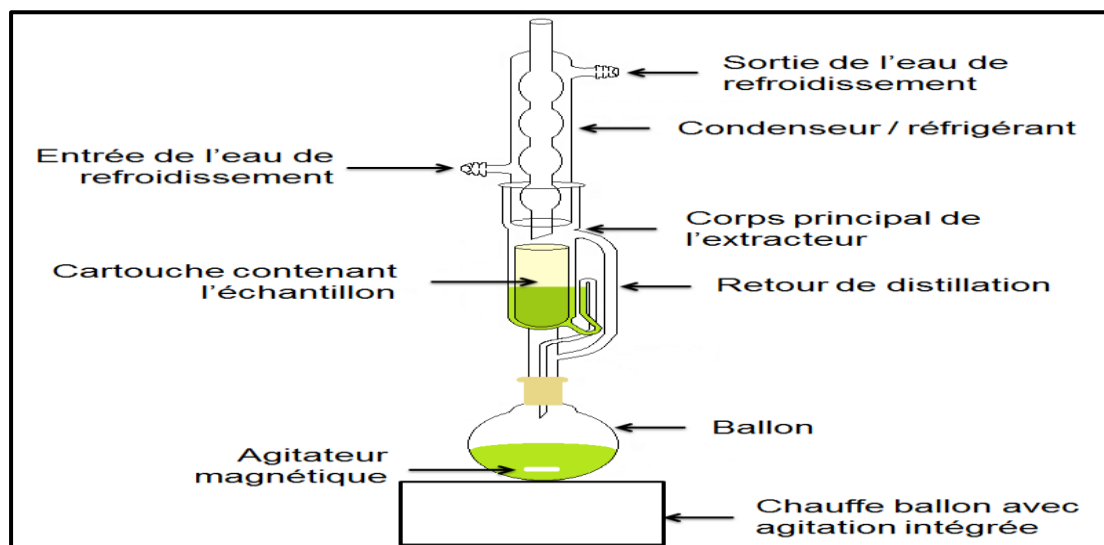


Figure 08 : l'extraction au Soxhlet.

1.3. Extraction assistée par Ultrason

C'est un procédé d'extraction d'une substance de n'importe quelle matrice vers une phase liquide appropriée (milieu d'extraction), assistée par des ondes ultrasonores (> 20KHz de fréquence) qui se propagent à travers les milieux liquides. C'est un nouvel outil permettant d'augmenter les rendements ou/et d'accélérer les cinétiques d'extraction, et simple à mettre en place. Permet d'effectuer plusieurs extractions simultanément (**Figure 09**) (Achat, 2013).



Figure 09 : L'extraction assistée par ultrason.

1.4. Extraction assistée par micro-ondes

Les micro-ondes peuvent pénétrer les matières biologiques et agir sur les molécules polaires telles que l'eau pour leur communiquer un mouvement de fluctuation ce qui se traduit donc par une augmentation de la température de la matière en question à la profondeur de pénétration. L'extraction assistée par Micro-ondes (**EAM**) offre un transfert rapide d'énergie et un chauffage simultané de l'ensemble « solvant et matrice végétale solide ». En absorbant l'énergie des microondes, l'eau présente dans la matrice végétale favorise la rupture des cellules facilitant ainsi la libération des produits chimiques de la matrice et améliorant leur extraction (**Figure 10**) (Michel, 2011 ; Florent, 2011).

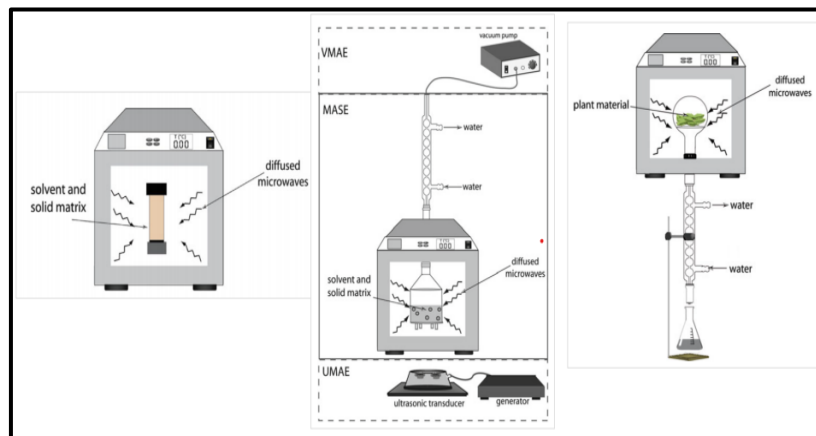


Figure 10 : L'extraction assistée par micro-ondes.

2. Les activités biologiques des composées phénoliques

Les polyphénols sont parallèlement dotées de plusieurs activités biologiques : antioxydants (Baydar et Baydar, 2013), antiagrégants plaquettaires, anti-inflammatoires, anti thrombotiques, anti tumoraux (Nani, 2017 ; Falleh *et al.*, 2013) (**Tableau 01**). Ils sont dotés d'un certain pouvoir astringent, par lequel on explique leurs propriétés vasculoprotectrices, cicatrisantes et anti-diarrhéiques.

Tableau01 : Les activités biologiques des composés phénoliques (Frankel *et al.*, 1995).

Polyphénols	Activités	Auteurs
Acides phénols (cinnamique et benzoïque)	Antibactériens Antifongiques Antioxydants	(Didry et al, 1982) (Ravn et al, 1984) (Hayase et Kato, 1984)
Coumarines	Protectrices vasculaires et anti œdémateuses	(Mabry et Ulubelen, 1980)
Flavonoïdes	Anti tumorale Anti carcinogène Anti-inflammatoires Hypotenseurs et diurétiques Antioxydants	(Stavric et Matula, 1992) (Das et al, 1994) (Bidet et al, 1987) (Bruneton, 1993) (Aruoma et al, 1995)
Anthocyanes	Protection des veines et capillaires	(Bruneton, 1993)
Pro anthocyanidines	Effets stabilisants sur le collagène Antioxydants Anti tumorales Antifongiques Anti-inflammatoires	(Bahorun et al, 1996) (De Oliveira et al, 1972) (Brownlee et al, 1992) (Kreofsky et al, 1992)
Tanins galliques et catéchiques	Antioxydants	(Okuda et al, 1983)

Deuxième partie

Matériels et méthodes

1. Echantillonnage

L'échantillon de la mélasse de dattes (sirop de dattes) est fourni auprès d'un magasin sis au centre-ville de la wilaya de Biskra (**Figure 11**). Le choix de tel substrat dans notre étude est principalement dû à son importance en tant que résidus valorisés dans la production de biomolécules à intérêt industriel. A notre niveau, et selon les conditions imposées relatives à la pandémie de covid19, nous avons pu élaborer que quelques analyses préliminaires chimiques et biologique de la mélasse de dattes. D'autres analyses approfondies tels que l'analyse chimique et physico-chimique détaillée du substrat, la culture des microorganismes en présence du sirop de dattes ainsi que le suivie de la production de biomolécules sont nécessaires pour achever l'objectif cité en ci-dessus. Elles seront accomplies dès que le moment le permet.



Figure 11 : La mélasse de dattes (photo original).

2. Les propriétés physico-chimiques du sirop de dattes

2.1. Détermination de la teneur en eau

✓ Principe

Elle est déterminée par dessiccation dans une étuve maintenue à 105°C jusqu'à ce que le poids devienne constant. La différence de poids correspond à la perte d'humidité et le résidu caractérise la teneur en matière sèche de l'échantillon.

✓ Mode opératoire

5g du sirop de datte humide sont pesés séparément dans des creusets en porcelaine préalablement tarés, ils sont par la suite placés dans une étuve maintenue à 105.5°C pendant 24 heures jusqu'au poids constant. Les creusets sont mis dans un dessiccateur pendant au moins une demi-heure pour se refroidir. La matière sèche (**MS**) est calculée selon l'expression suivante :

$$MS (\%) = \frac{P2 - Tc}{P1 - Tc} * 100$$

Où : **P1** : poids de l'échantillon avant séchage (g).

P2 : poids de l'échantillon après dessiccation (g).

Tc : poids de creuset vide taré (g).

Le taux d'humidité est calculé à partir de la formule suivante :

$$\% \text{ d'humidité} = 100 - \%MS$$

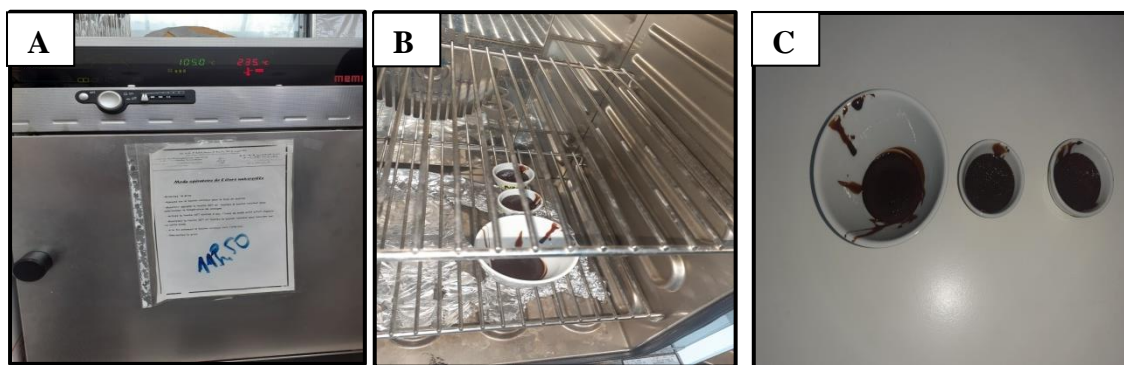


Figure 12 : La détermination de la matière sèche.

A : Etuve ventilée ; **B** : Les creusés à l'étuve ; **C** : Echantillons secs.

2.2. Détermination de la teneur en cendres et en matière organique

✓ Principe

Lorsque l'échantillon, préalablement séché, est soumis à une incinération à 550°C, la matière organique se consume et la matière résiduelle constitue la matière minérale qui se trouve sous forme de cendres blanches.

✓ Mode opératoire

La matière sèche déjà obtenue (sirop de dattes) est pesée dans un creuset en porcelaine préalablement taré, ils sont placés dans un four à moufle porté à 550°C pendant 8 heures. Après refroidissement des creusets dans le four, ils sont par la suite placés dans un dessiccateur pendant au moins une demi-heure. Le résidu obtenu représente les cendres qui, par différence, donne la matière organique contenue dans l'échantillon. Le pourcentage des cendres est calculé par l'expression suivante :

$$\text{MM (\%)} = \frac{\text{P3-Tc}}{\text{P2-Tc}} * 100$$

Où : **P3** : poids de creuset après incinération.

P2 : poids de creuset après dessiccation.

Tc : poids de creuset vide.

La teneur en matière organique représente le complément à 100 des cendres :

$$\% \text{MO} = 100 - \% \text{cendres}$$

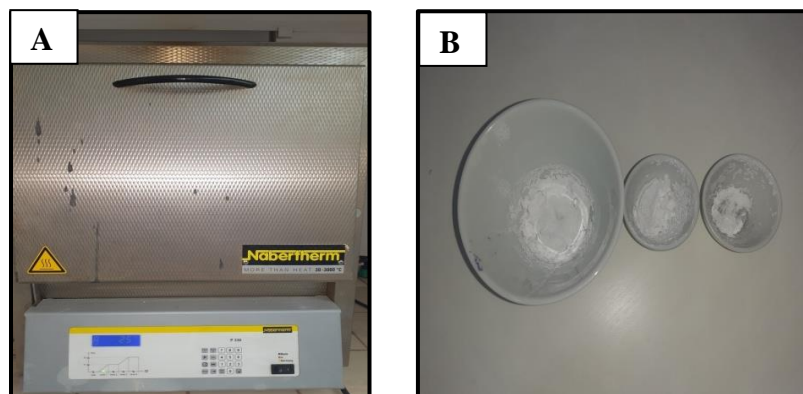


Figure 13 : La détermination de la matière organique.

A : Four à moufle ; **B :** Echantillons incinérés.

2.3. Détermination de la teneur en sucres totaux

✓ **Principe :**

Les sucres totaux sont déterminés selon la méthode de Dubois *et al.*, (1956) dont le principe repose sur fait que l'acide sulfurique concentré provoque à chaud, le départ de plusieurs molécules d'eau à partir des oses. Cette déshydratation s'accompagne par la formation d'un hydroxy-méthyl furfural (**HMF**) dans le cas d'hexose et d'un furfural dans le cas d'un pentose. Ces composés se condensent avec le phénol pour donner des complexes colorés (jaune-orange). L'intensité de la coloration est proportionnelle à la concentration des oses. La densité optique est mesurée à 490nm à l'aide d'un spectrophotomètre.

✓ **Mode opératoire :**

Dans des tubes Eppendorf on ajoute 200µl d'échantillon (1mg dans un 1ml eau distillée) et 200µl de phénol 5%. 1ml d'acide sulfurique (**H₂SO₄**) à 96% est par la suite ajoutés ; après une phase d'agitation dans le vortex, les tubes sont maintenus dans l'étuve à 100°C pendant 5min, puis laissés dans l'obscurité pendant 30min. La lecture de l'absorbance est faite à 490nm via un spectrophotomètre (Cary 60 UV-VI). La teneur en sucres totaux est exprimée en se référant à la courbe d'étalonnage établie à différentes concentrations du glucose.

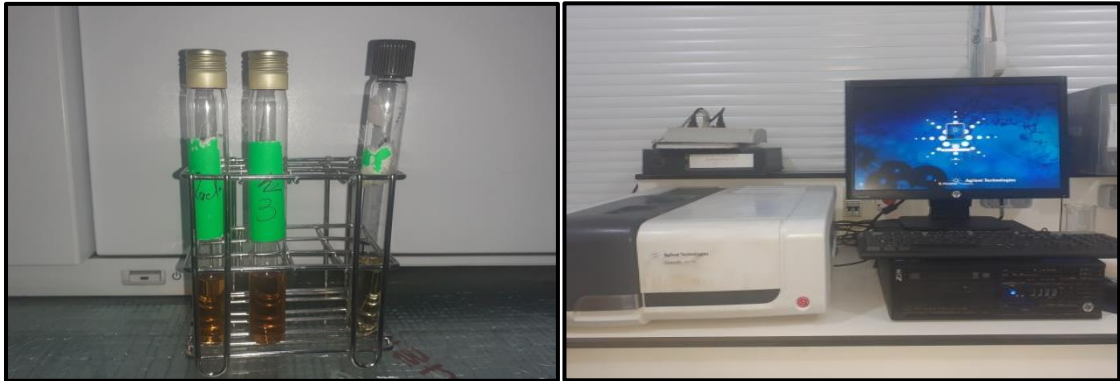


Figure 14 : La détermination des sucres totaux.

2.4. Détermination du PH

Le **pH** de sirop de dattes est déterminé à l'aide d'un pH mètre. Les pH-mètres sont apparemment faciles à utiliser et donnent une lecture directe du **pH** d'une solution d'essai. Cependant, pour des résultats fiables, il est important que toutes les mesures de **pH** soient effectuées de manière légère et cohérente. Une électrode de verre dont le potentiel dépend de la concentration en **H₃O⁺** de la solution, est plongée dans la solution. Une fois le pH-mètre étalonné, on relève la valeur du **pH** (Lawn et Prechard, 2003). Le résultat représente la moyenne de trois répétitions

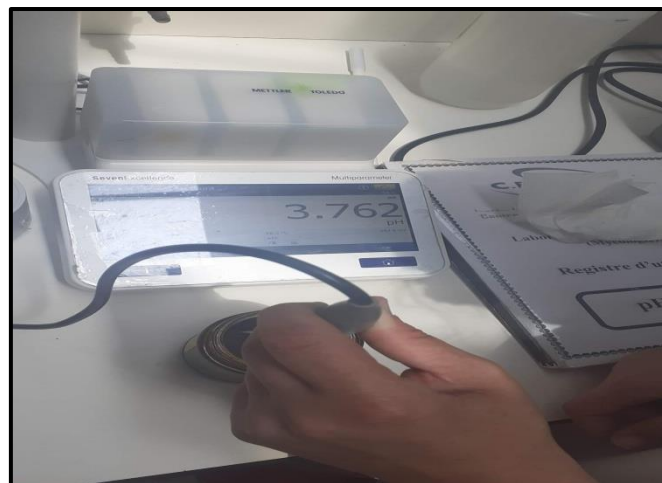


Figure 15 : La détermination du **PH**.

3. Analyses phytochimique du sirop de dattes

L'extrait brut du sirop de dattes est préparé et analysé en termes de leurs contenus en quelques composants phytochimiques, à l'instar des phénols totaux, des flavonoïdes. Une analyse chromatographique par **CLHP** est ainsi investiguée.

3.1. Extraction des composés phénoliques à partir du sirop de dattes

✓ Principe

Dans notre travail, nous avons utilisé l'extraction par macération, c'est une opération qui consiste à laisser le substrat en contact prolongé avec un solvant pour en extraire les principes actifs. C'est une extraction qui se fait à température ambiante et sous agitation continue.

✓ Mode opératoire

48g de l'échantillon ont été macérés dans 240ml d'une solution hydrométhanolique (80 : 20 % ; 1 : 5 p/v) à température ambiante et sous agitation continue pendant 24 heures. Le mélange est centrifugé à 3500 pendant 15 minutes deux fois. Les surnageants sont combinés puis évaporé à sec au moyen d'un évaporateur rotatif à 45°C (**Figure 16**).

3.2. Rendement de l'extraction

Après l'extraction, le rendement est calculé en comparant le poids de l'extrait après évaporation avec le poids initial par la formule suivante :

$$R (\%) = m / M * 100$$

Où : **m** : poids de l'extrait après l'évaporation.

M : poids de mélasse datte (sirop) de départ

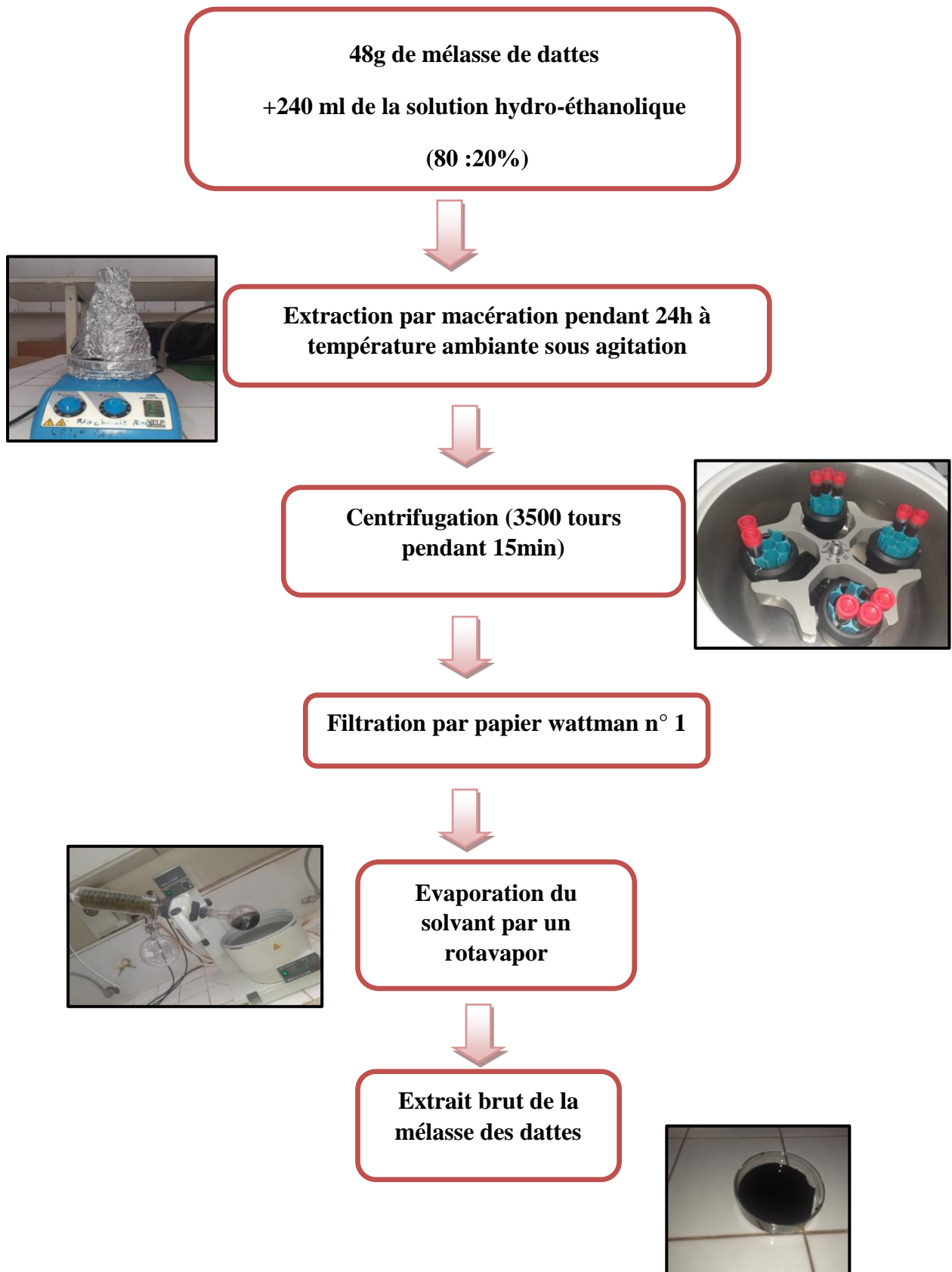


Figure 16 : Protocole utilisé pour l'extraction des composés phénoliques à partir de la mélasse des dattes.

3.3. Analyses colorimétriques de l'extrait par spectrophotométrie UV-visible

C'est un ensemble de tests qualitatifs utilisés pour connaître la composition phytochimique (composés secondaires) globale des extraits en utilisant des réactions colorimétriques et des réactifs chimiques spécifiques. Notre étude sera focalisée sur la famille des composés phénoliques, particulièrement les phénols totaux et les flavonoïdes. Tous les dosages sont effectués en triplet

3.3.1. Détermination de la teneur en phénols totaux (PT)

✓ Principe

Le réactif de Folin- Ciocalteu est constitué par un mélange d'acide phosphotungstique ($\text{H}_3\text{PW}_{12}\text{O}_{40}$) et d'acide phosphomolybdique ($\text{H}_3\text{PMo}_{12}\text{O}_{40}$). Il est réduit, lors de l'oxydation des phénols, en un mélange d'oxydes bleus de tungstène (W_8O_{23}) et de molybdène (Mo_8O_{23}) (Ribereau-Gayon *et al.*, 1976). Cette coloration bleue dont l'intensité est proportionnelle aux taux de composés phénoliques présents dans le milieu donne un maximum d'absorption à 760nm.

✓ Mode opératoire

La teneur des extraits des plantes en phénols totaux est déterminée par la méthode de Singleton et Rossi (1965) en utilisant le réactif de Folin–Ciocalteu (**FC**). 20µl d'extrait sont introduits dans une microplaque de 96 puits (200µl pour chaque puits) auxquels 100µl de Folin-Ciocalteu (10%) sont ajoutés. Après 3min, 75µl de carbonate de sodium (7,5%) sont additionnés. Le mélange est laissé à l'obscurité pendant 2h à température ambiante. L'absorbance est mesurée par la suite à 765nm via un lecteur microplaque (Multimode Reader, ENSPRO[®], Singapore). La teneur en phénols totaux est exprimée (µg Eq de l'acide gallique/mg MS) en se référant à la courbe d'étalonnage établie à différentes concentrations de l'acide gallique (**Annexe II**).

3.3.2. Détermination de la teneur en flavonoïdes totaux (FT)

✓ Principe

L'estimation de la teneur en flavonoïdes totaux contenus dans les extraits de dattes est réalisée par la méthode de Bahorun *et al.*, (1996). Les flavonoïdes possèdent un groupement hydroxyle **OH** libre, en position 5 qui est susceptible de donner avec le groupement **CO**, un complexe coloré avec le chlorure d'aluminium (Boulekbatche, 2005). Les flavonoïdes forment

des complexes jaunâtres par 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 (Ribéreau-Gayon, 1968).

✓ Mode opératoire

La quantification des flavonoïdes a été effectuée par la méthode colorimétrique d'aluminium nitrate décrite par Turkoglu *et al.*, (2007). Dans une microplaque de 96 puits, une quantité de 50µl d'extrait (1µg/1ml de méthanol) est mélangée avec 130µl de méthanol et un volume de 10µl de l'acétate potassium (CH_3COOK) (9,8g dans 100ml d'eau distillé) et un volume de 10µl d'aluminium nitrate ($\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$). En Parallèle, le blanc est préparé avec 150µl de MeOH et 50µl d'extrait. Après l'incubation pendant 40min à température ambiante, l'absorbance est mesurée à 415nm via un lecteur microplaque (Multimode Reader, ENSPRO[®], Singapore). La teneur en flavonoïdes totaux est exprimée (µg Eq de la quercétine/mg MS) en se référant à la courbe d'étalonnage établie à différentes concentrations de la quercétine (**Annexe II**).



Figure 17 : Le lecteur de microplaque.

3.4. Analyse chromatographique de l'extrait par CLHP

Dans notre étude, Une **CLHP** analytique de type **Agilent** est utilisée, elle est constituée d'une colonne Hypersil ODS C18 de porosité 5µm, un détecteur à barrettes diodes (DAD, 1100), un système d'injection automatique et un détecteur spectrophotométrique UV2000.

La phase mobile est constituée par un mélange de solvants (gradient d'élution) : Acétonitrile – Eau (acidifiée avec 0.05% d'acide phosphorique). Les deux phases doivent être filtrées dans un système sous vide et dégazées dans un bain à ultrason. L'échantillon est dissout dans le

méthanol puis filtré à travers un filtre millipore 0.22 μ m. La séparation a été faite à température ambiante sous un débit constant de 0.5 ml/min avec un gradient de solvant programmé selon le **Tableau 02**. Le volume d'injection est de 20 μ l.



Figure 18 : La chromatographie liquide à haute performance (CLHP, Agilent).

Tableau 02 : Programme (temps et gradient de solvants) de la CLHP pour l'analyse qualitative de l'extrait.		
T (min)	Acétonitrile	Eau
0	0	100
5	10	90
15	10	90
25	20	80
33	25	75
38	35	65
43	50	50
45	65	35
50	75	25
55	80	20
60	90	10
65	100	0
70	100	0

4. Evaluation des activités biologiques de l'extrait de sirop de dattes

4.1. Détermination du potentiel antioxydant des échantillons

4.1.1. Activité du piégeage du radical 2,2 diphenyl-1-picryl hydrazyl (DPPH)

✓ Principe

Le 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (**DPPH**) est un radical libre stable de coloration violette foncée, il absorbe à 517nm, lorsqu'il est réduit, en présence de composés antiradicalaires, il change de couleur en virant au jaune. Les absorbances mesurées à 517nm servent à calculer le pourcentage d'inhibition du radical **DPPH** qui est proportionnel au pouvoir antioxydant de l'échantillon

✓ Mode opératoire

Dans une plaque à 96 puits, 40µl d'échantillon dilué dans des solutions de méthanol à différentes concentrations sont introduits. Ils sont par la suite supplémentés par 160µl de la solution de **DPPH** préalablement préparée. Après 20min d'incubation à l'obscurité et à température ambiante, l'absorbance est mesurée à 517nm via un lecteur microplaque (Multimode Reader, ENSPRO[®], Singapore) (Bois, 1959). Un contrôle positif représenté par une solution d'un antioxydant standard (**Trolox, L'acide ascorbique**) et un blanc préparé en mélangeant 40µl de méthanol avec 160µl de la solution de **DPPH** sont introduits dans la plaque et traités dans les mêmes conditions. Le pourcentage de neutralisation du radical de **DPPH** est calculé selon la formule suivante :

$$\text{Inhibition (\%)} = \frac{A_{\text{Blanc}} - A_{\text{échantillon}}}{A_{\text{Blanc}}} * 100$$

Où : A_{Blanc} : l'Absorbance de la réaction contenant que les réactifs.

$A_{\text{échantillon}}$: l'Absorbance de la réaction contenant les réactifs et l'échantillon.

En calculant les pourcentages d'inhibition, une courbe de régression linéaire reliant les différentes concentrations et les pourcentages d'inhibition est obtenue. A partir de cet abaque, on détermine l'**IC₅₀** qui correspond à la concentration de l'échantillon qui entraîne 50% d'inhibition. Notons que l'activité antioxydante est inversement proportionnelle à la valeur de l'**IC₅₀**. Ainsi, l'échantillon qui présente l'**IC₅₀** la plus faible est celui qui présente l'activité antiradicalaire la plus importante.

4.1.2. Activité du piégeage du radical 2,2'-azinobis-(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonique) (ABTS^{•+}).

✓ Principe

L'**ABTS^{•+}** est un radical libre stable. Il est très utilisé pour évaluer le pouvoir antioxydant des fluides biologiques, des huiles essentielles, des extraits ou bien des composés purs. Ce radical cation est facilement formé par oxydation en présence de persulfate de potassium pour donner une solution colorée en vert bleu. Le radical formé est stable avec des coefficients d'extinction molaire élevés à 416, 650 et 734nm. La concentration de ce radical peut être déterminée en mesurant l'absorbance à ces longueurs d'onde.

✓ Mode opératoire

Dans une plaque à 96 puits, 40µl d'échantillon à différentes concentrations sont incubés avec 160µl de la solution **ABTS+** pendant 10 minutes à température ambiante et dans l'obscurité. L'absorbance est mesurée à 734nm via un lecteur microplaque (Multimode Reader, ENSPRO[®], Singapore) contre un blanc sans échantillon préparé dans les mêmes conditions (40µl méthanol avec un volume de 160µl de la solution **ABTS+**).

Le pouvoir antiradicalaires de l'extrait est exprimé en pourcentage d'inhibition du radical **ABTS+** :

$$\text{Inhibition (\%)} = \frac{A_{\text{Blanc}} - A_{\text{Extrait}}}{A_{\text{Blanc}}} * 100$$

Où : **A Blanc** : l'Absorbance de la réaction contenant que les réactifs.

A échantillon : l'Absorbance de la réaction contenant les réactifs et l'échantillon.

4.1.3. Le pouvoir réducteur des ions cupriques (CUPRAC)

✓ Principe

Ce dosage est basé sur la réduction de Cu^{+2} en Cu^{+} par l'action combinée de tous les antioxydants ou les réducteurs dans un milieu aqueux-éthanolique ($\text{pH}= 7,0$) en présence de Néocuproïne (2,9-diméthyl-1,10-phénanthroline), par les polyphénols, donnant un complexe Cu^{+} avec un pic d'absorption maximale à 450nm. Ce procédé est capable de mesurer à la fois des antioxydants hydrophiles et hydrophobes.

✓ Mode opératoire

Un volume de 40 μl d'extrait ainsi que les différentes concentrations sont mélangés avec 60 μl du tampon, 50 μl de la solution $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ et 50 μl de solution neocuprine. La couleur du milieu réactionnel change alors du blanc au jaune orangé (APAK *et al.*, 2004). Un contrôle positif représenté par deux antioxydants de synthèse (**Trolox**, **Acide ascorbique**) et un blanc préparé en remplaçant l'extrait par le méthanol est introduit dans la plaque et traités dans les mêmes conditions. Après 1h d'incubation à température ambiante à l'obscurité, l'absorbance est mesurée à 450nm par un lecteur microplaque (Multimode Reader, ENSPRO[®], Singapore).

4.2. Détermination du potentiel enzymatique d'échantillon

4.2.1. L'activité anticholinestérase (Anti-Alzheimer)

Elle est déterminée selon la méthode d'Ellman *et al.*, (1961). 150 μl de tampon phosphate de sodium (100Mm, $\text{pH}= 8,0$), 10 μl d'une solution d'échantillon dissoute dans l'éthanol à différentes concentrations et un volume de 20 μl l'**AChE** ($5,32 \times 10^{-3}$ U) ont été mélangés et incubés pendant 15min à 37°C. Après la pré-incubation, 10 μl de **DTNB** (0,5mM) ont été ajoutés. Ensuite, la réaction a été initiée par l'addition de 10 μl d'iodure d'acétylthiocholine (0,71mM). Les hydrolyses de ces substrats ont été suivies par spectrophotométrie à une longueur d'onde de 412nm, en utilisant un lecteur de microplaques à 96 puits (Multimode Reader, ENSPRO[®], Singapore). Les mesures et les calculs ont été évalués en utilisant le logiciel PRO Softmax v5.2. La galanthamine a été utilisé comme composé de référence.

Le pourcentage d'inhibition de l'**AChE** a été déterminé par comparaison des vitesses de réaction d'échantillons par rapport à l'échantillon témoin (éthanol dans le tampon phosphate, $\text{pH}= 8$) en utilisant la formule :

$$\text{Inhibition (\%)} = \frac{E - S}{E} * 100$$

Où : **E** : est l'activité de l'enzyme sans échantillon d'essai.

S : est l'activité de l'enzyme avec l'échantillon de test.

4.2.2. L'activité inhibitrice de l' α -amylase (antidiabétique)

L'activité inhibitrice de l' α -amylase a été réalisée en utilisant la méthode iode / iodure de potassium (**IKI**) (Zengin *et al.*, 2014) avec quelques modifications. La solution d'échantillon (25 μ L) a été mélangée avec une solution d' α -amylase (50 μ l) dans du tampon phosphate (**pH**= 6,9 avec du chlorure de sodium 6mM) dans une microplaque à 96 puits et incubée pendant 10min à 37°C. Après la pré-incubation, la réaction a été initiée avec l'addition d'une solution d'amidon (50 μ L, 1%). De même, un blanc a été préparé en ajoutant une solution d'échantillon à tous les réactifs de réaction sans solution d'enzyme (**α -amylase**). Le mélange réactionnel a été incubé 10min à 37°C. La réaction a ensuite été arrêtée par addition de **HCl** (25 μ L, 1M). Ceci a été suivi de l'ajout de 100 μ l de la solution d'iodo-ioduré de potassium **IKI** (5mM de **I₂** et 5mM de **KI**).

Les absorbances de l'échantillon et du blanc ont été lues à 630nm. L'absorbance du blanc a été soustraite de celle de l'échantillon et l'activité inhibitrice de l' α -amylase a été exprimée en équivalents d'acarbose. Les résultats ont été exprimés en% d'inhibition, calculée à l'aide de la formule suivante :

$$\text{INH (\%)} = [1 - \{(A_c - A_e) - (A_s - A_b) / (A_c - A_e)\}] \times 100$$

Où : **A_c**=Absorbance [Amidon+IKI+HCl+Vol de solvant d'extrait+Vol tampon Enzyme].

A_e=Absorbance [Enzyme+Amidon+IKI+HCL+Vol de solvant d'extrait].

A_s=Absorbance [Enzyme+Extrait+Amidon+IKI+HCl].

A_b=Absorbance [Extrait+IKI+125 μ l de tampon].

Troisième partie

Résultats et discussion

1. Analyses physico-chimique d'échantillon

Les résultats du **pH** ainsi que la composition chimique approximative du sirop de dattes sont illustrés dans **le tableau 03**.

1.1. Teneur en eau (taux d'humidité)

Le taux d'humidité du sirop de dattes enregistré dans notre étude est estimé à 25.2%. Notre résultat est pratiquement similaire à celui obtenue par Raiesi *et al.*, (2014) estimée à 27,90%. Cependant, il est supérieur à ceux enregistrés par Al-Hooti *et al.*, (2002), étant de l'ordre de 16,76 et 16,25% pour deux sirops préparés à partir de deux variétés de dattes Birhi et Safri, respectivement. Benahmed (2012) a rapporté un taux d'humidité du sirop de dattes largement supérieur au notre estimé au double, soient 59.92%.

Les variations des taux d'humidité sont probablement dues aux différents procédés d'extraction (conditions de température, de pression...etc.) et ainsi que la variété des dattes utilisées.

Tableau 03 : le pH, le taux d'humidité, et les teneurs en minéraux, en sucres totaux du sirop de dattes.				
Echantillon	Hum	MM	ST	PH
Sirop de dattes	25.2 ± 0.006	3.19 ± 0.08	80.1 ± 0.16	3.76
Hum : humidité ; MM : matière minérale ; ST : sucres totaux ; PH : potentiel d'hydrogène.				
Les résultats sont exprimés comme la moyenne de trois répétitions ± écart type.				

1.2. Teneur en matière minérale

Le contenu du sirop de dattes en matières minérales est de l'ordre de 3.19% MS. Nos résultats sont compatibles avec ceux de Hassan et Ganbi (2012) ayant signalé un taux de cendre de l'ordre de 3.58% MS. De même, Mimouni (2012) a rapporté un taux de matière minérale égale à 1.46% MS pour la variété de Deglet Nour (Demi Molle). Similairement, ce même auteur

(2015) a rapporté un taux de 0.96% MS pour la variété de Ghars (Molle). Les teneurs en éléments minéraux peuvent être influencés non seulement par la variété de datte utilisée, mais ils semblent aussi être dépendant des techniques et des conditions d'extraction lors de la cuisson des dattes. Mimouni et Siboukeur (2009) affirme que la teneur en cendres serait d'autant plus élevée que la température d'extraction est élevée : les teneurs en éléments paraissent relativement plus importantes avec la température d'extraction 90°C.

1.3. Teneur en sucres totaux

Le taux des sucres totaux dans notre échantillon est évalué à 80% MS. La quasi-totalité du poids sec de la mélasse des dattes est représenté par des sucres. Concordèrent avec la bibliographie, la mélasse des dattes contient des grandes proportions en sucres représentées majoritairement par le glucose et le fructose, et une faible quantité de saccharose, qui peut être inverti en sucres simples lors de l'extraction sous l'effet thermique et l'acidité du milieu (Mimouni, 2009). Notre résultat est supérieur à celui rapporté par Amellal. (2008) variant entre 63.8 à 77.3 % MS pour la teneur en sucres totaux de la mélasse des dattes extraites à partir de trois variétés de dattes provenant de la wilaya de Biskra.

Plusieurs auteures s'accordent sur fait que les teneurs en sucres des dattes varient en fonction de la variété utilisée, du climat et du stade de maturation.

1.4. Le pH

L'acidité de la mélasse des dattes est extrêmement importante dans l'industrie car le **pH** est un facteur déterminant pour les caractères organoleptiques et hygiénique du produit (Madani et Seddiki, 2019). La valeur du **pH** du sirop de dattes enregistrée dans cette étude est égale à 3.76. Cette acidité plus ou moins élevée est probablement due à la présence des acides organiques dans les fruits des dattes ainsi la quantité d'eau utilisée durant les procédés d'extraction (Farahnaky *et al.*, 2016),

Notre résultat semble être plus faible par rapport à ceux obtenus par Benahmed (2012) pour la variété Ghars (**pH**= 5.64), et celui enregistré par Mimouni (2015), à savoir 4.41. De même, Ferhan *et al.*, (2017) montrent que le **pH** de sirop de dattes de la variété « Irak » varie de 4.5 à

2. Analyses phytochimique d'échantillon

2.1. Calcule du rendement d'extraction du sirop des dattes

C'est le poids de l'extrait après l'évaporation (**m**) sur le poids initial du sirop des dattes (**M**).

$$R\% = m/M * 100$$

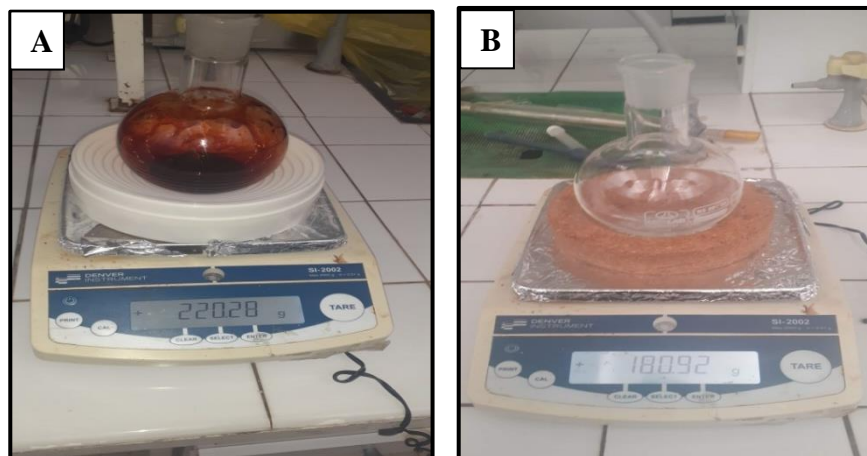


Figure 19 : La détermination du rendement d'extraction.

A : Le ballon avec l'extrait ; **B** : Le ballon vide.

Le rendement de l'extraction du sirop des dattes dans cet étude est égale à 82%. Les résultats rapportés par Mimoun (2015) pour quatre sirops de dattes de 4 variétés différentes révèlent que ; le résultat dans notre étude est supérieur par rapport aux rendements des sirops issus des variétés Ghars (61.8%) et Tinissine (61%), ce résultat est aussi largement supérieur comparativement aux rendements des sirops issus de la variété Tantbouchet et Deglet Nour, qui sont de l'ordre de 48.20% et 30% respectivement.

3. Analyses colorimétriques par spectrophotométrie (UV-Visible)

L'extrait brut du sirop de dattes préparé par macération a été analysé quantitativement par spectrophotométrie UV-visible pour déterminer son contenu en phénols totaux et en flavonoïdes.

3.1. Détermination de la teneur en phénols totaux (PT)

Les résultats du dosage des composés phénoliques totaux sont illustrés dans la **figure 20**. Dans cette étude, la teneur de l'extrait du sirop de dattes en composés phénoliques totaux exprimée en μg équivalent d'acide gallique/mg d'extrait est de l'ordre de 56.94. Cette quantité est relativement faible à celles rapportées par Abbes *et al.*, (2013) pour deux sirops de dattes tunisiens extraits à partir de ceux variétés, soient 409,9 pour la variété « Allig » et 529,3 mg EAG/100g pour la variété de Deglet Nour. Ainsi, elle est inférieure à celle enregistrée par Benmeddour *et al.*, (2012) pour deux variétés de dattes algériennes : 225,57 (variété Deglet Nour) à 945,59mg EAG/100g (variété Ghazi).

Cependant, notre résultat est proche de celui de rapportée par Ouchmoukh *et al.*, (2007) variant entre 79 et 130 mg EAG/100g pour plusieurs variétés de mélasse des dattes algériens. Les différences constatées entre les taux de polyphénols totaux peuvent être expliquées par différents facteurs dont la variété, le stade de maturité des dattes, les conditions de culture, l'origine géographique, les conditions de stockage des dattes, le solvant d'extraction.

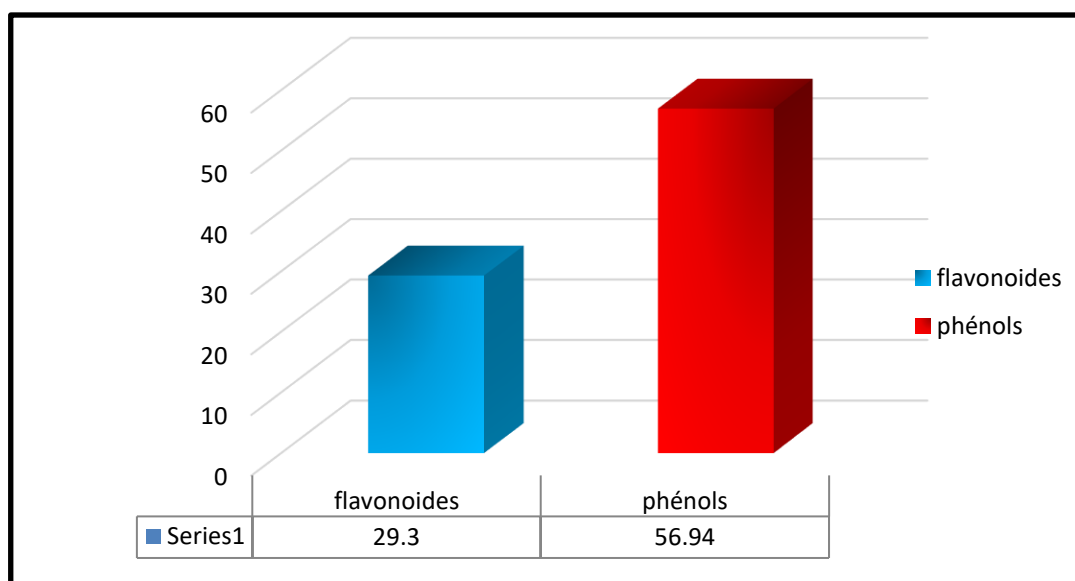


Figure 20 : Teneur en phénol totale (μg GAE/mg) et flavonoïdes (μg QE/mg) de l'extrait de la mélasse des dattes.

3.2. Détermination de la teneur en flavonoïdes totaux (FT)

Les résultats exprimés en termes de μg d'équivalent de la Quercétine/mg d'extrait sont exposés dans **la figure 20**. La teneur obtenue dans cette étude est égale à 29.3. Selon Abbes *et al.*, (2013), le sirop de datte tunisien possède une quantité des flavonoïdes estimée à 92,2 pour la variété Allig et 194,5 mg/g (EC) pour la variété Deglet Nour. Dans le même contexte, pour des sirops de dattes proviennent du Yémen, Al-Mamary *et al.*, (2014) rapportent des teneurs variant de 310 à 554 mg EQ/100g. Ces différences peuvent être majoritairement attribuées, en plus de celle précédemment citées, au traitement thermique (préparation du sirop de datte) et/ou aux conditions de la préparation des extraits (solvant utilisé, durée de l'extraction et la technique d'extraction utilisé).

En conclusion, dans le sirop de dattes, il y a moins de composés phénoliques et de flavonoïdes que dans la chair des fruits, cela peut être dû à la méthode d'extraction, en particulier lors de l'utilisation l'extraction thermique, ce qui peut conduire à la perte de ces composés.

4. Analyse chromatographique d'échantillon par CLHP

Contrairement aux analyses quantitatives par spectrophotomètre UV-visible, l'analyse des composés phénoliques qualitativement par **CLHP** révèle la richesse et la diversité des extraits en polyphénols. En fait, la vaste gamme de polarité des phénols nécessite souvent de travailler en gradients d'élution constitué dans notre étude d'eau acidifiée et de méthanol. Il a été suivi à 280 ; 325 et 350nm réputée comme étant les longueurs d'onde caractéristiques des composés phénoliques d'une manière générale.

A 280nm et à 325nm les profils obtenus pour l'extrait du sirop des dattes sont très intenses avec un nombre de pics pratiquement égale, estimé à 64 et 65, respectivement (**annexe II**). À titre d'exemple, les composants majoritaires apparus dans le profil chromatographique obtenu à 280nm détiennent un temps de rétention égale à 16.640 (pic n° 12) et 40.906 (pic n°34), respectivement. En contrepartie, les deux autres profils obtenus à 325 et 350nm ne montrent aucune dominance des composés comparativement aux autres. Tous les pics sont apparus superposés.

Il nous est toutefois impossible d'identifier ces composants majoritaires présents dans nos extraits car leurs temps de rétention ne correspondent pas à ceux enregistrés dans notre bibliothèque. Étant donné que le temps de rétention d'un composant dans un mélange de

molécules dépend de la nature de la phase stationnaire, de la composition de la phase mobile, des conditions analytiques.

5. Évaluation du potentiel antioxydant d'échantillon

Compte tenu de la complexité des processus d'oxydation, il manifeste clairement qu'une seule méthode n'est pas suffisante pour caractériser le potentiel oxydant d'un échantillon, il faut donc combiner plusieurs tests complémentaires pour pouvoir offrir des résultats cohérents et exhaustifs. En conséquence, dans notre étude et à notre niveau, nous avons choisis trois principaux tests antioxydants dont les principes reposent sur le changement de couleur suivie par la lecture de l'absorbance à des longueurs d'ondes spécifiques. Il s'agit de l'activité du piégeage du radical libre **DPPH**, l'activité du piégeage du radical-cation **ABTS^{•+}** et l'activité antioxydante par réduction du cuivre (**CUPRAC**). L'acide ascorbique, Trolox sont connus pour leurs propriétés antioxydantes et ils sont utilisés comme control positif.

Les résultats de l'évaluation des activités antioxydante et antiradicalaires du sirop de dattes sont illustrés dans **le tableau 04**.

5.1. L'activité du piégeage du radical libre DPPH (2,2-diphényle-1-picrylhydrazyl)

Dans cette étude, l'activité antiradicalaire de l'extrait de sirop des dattes a été évaluée par la mesure des concentrations inhibitrices à 50% (**IC₅₀**) ; en se basant sur la capacité d'une substance à réduire le radical DPPH ; par rapport à un antioxydant standard (Trolox et l'acide ascorbique) (**Figure 21 , Tableau 04**).

Selon la valeur d'**IC₅₀** obtenu dans notre étude (supérieure à 800 µg/ml), il ressort que l'extrait du sirop de dattes possède une très faible activité vis-à-vis le piégeage du radical **DPPH** comparativement au standards (**IC₅₀**= 5.12±0.21µg/ml). Cela confirme la possibilité qu'il contient une faible quantité de composés accepteurs de radicaux. Plusieurs études ont montré une relation étroite entre la structure des composés phénoliques et leur pouvoir antioxydant. De plus la réduction du **DPPH[•]** n'est généralement pas due à l'action d'un seul composé mais aux interactions entre plusieurs composés, ces interactions peuvent exister dans un extrait pas dans un autre, conduisant ainsi à cette différence d'activité entre les différents composants.

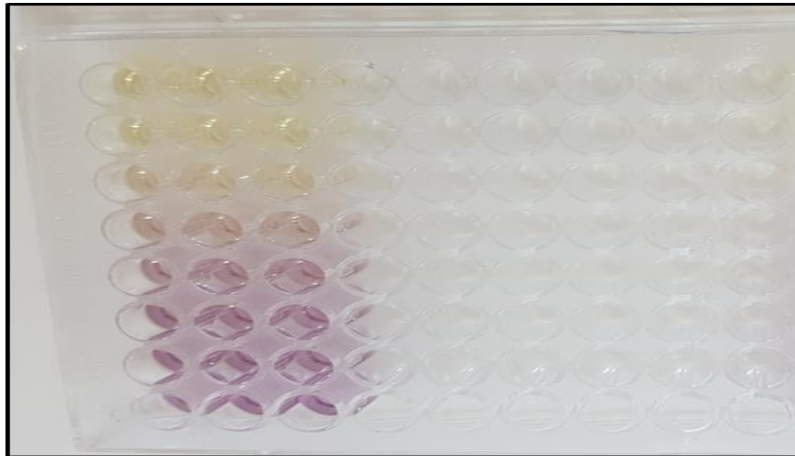


Figure 21 : La plaque de dosage de l'activité anti radicalaire (**DPPH**) de l'extrait de la mélasse des dattes.

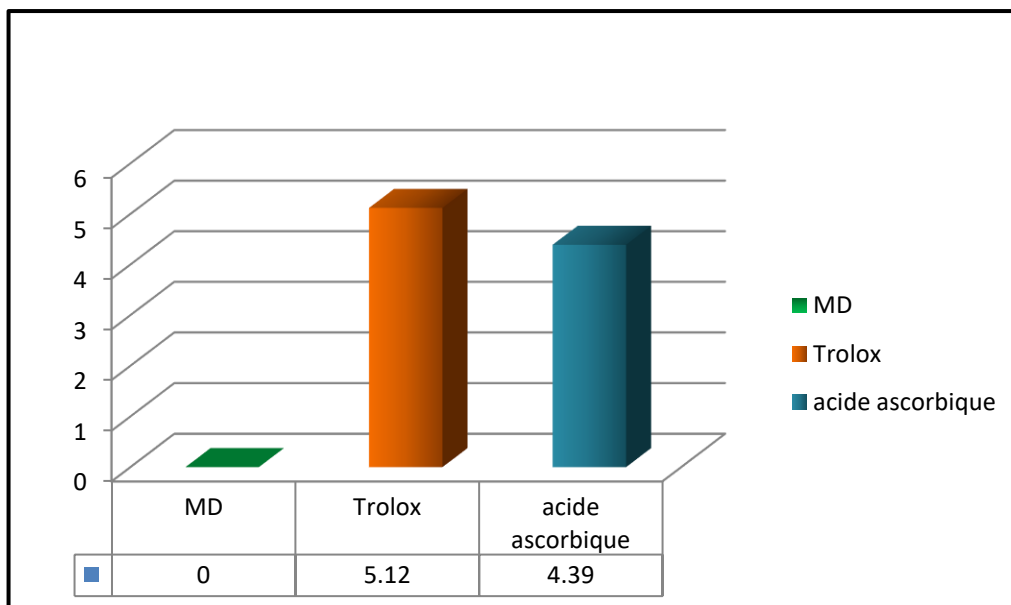


Figure 22 : Valeurs **IC₅₀** du test **DPPH** de l'extrait de la mélasse des dates
(MD : Mélasse des dattes).

La valeur d'**IC₅₀** obtenue dans cette présente étude est largement inférieures par rapport à celles rapportées par Djermoune *et al.*, (2015) ainsi que Abbes *et al.*, (2013) pour des sirops de dattes algérien et tunisien (variété de Kentichi) dont l'**IC₅₀** sont estimés à 15,71 mg et 18,84 mg/ ml.

Tableau 04 : Résultats de l'évaluation des activités antioxydantes et antiradicalaires du sirop de dattes.

Activité / Echantillons	Inhibition du DPPH° IC ₅₀ (mg/ml)	Inhibition de l'ABTS+ IC ₅₀ (mg/ml)	Inhibition du CUPRAC A _{0.5} (µg/ml)
Sirop de dattes	>800	754.24± 26.83	658.70 ±73.61
Trolox	5.12± 0.21	3.21± 0.06	8.69± 0.14
Acide ascorbique	4.39± 0.01	3.04± 0.05	8.31± 0.14

5.2. L'activité antioxydante par réduction du cuivre (CUPRAC)

L'activité antioxydante par la méthode (CUPRAC) est basée sur la mesure de l'absorbance à 450 nm de la réduction en présence d'un antioxydant du complexe stable Neocuproinecuivre (II) de couleur bleu en complexe stable Neocuproine-cuivre (I) de couleur orange.

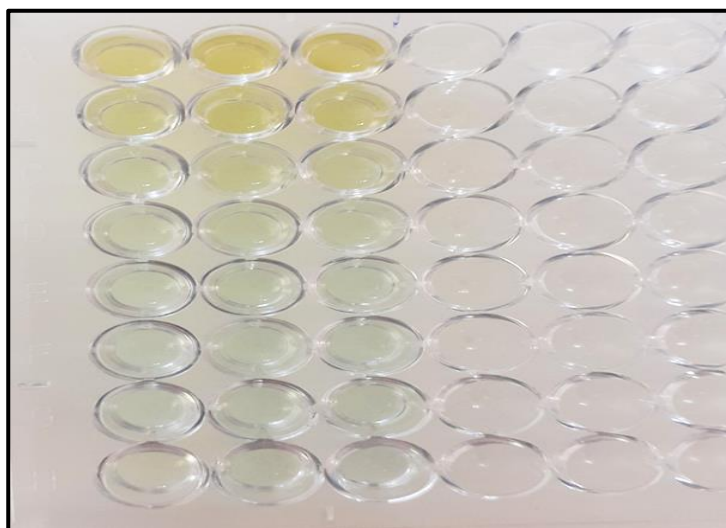


Figure 23 : La plaque de dosage de l'activité anti radicalaire (CUPRAC) de l'extrait de la mélasse des dattes.

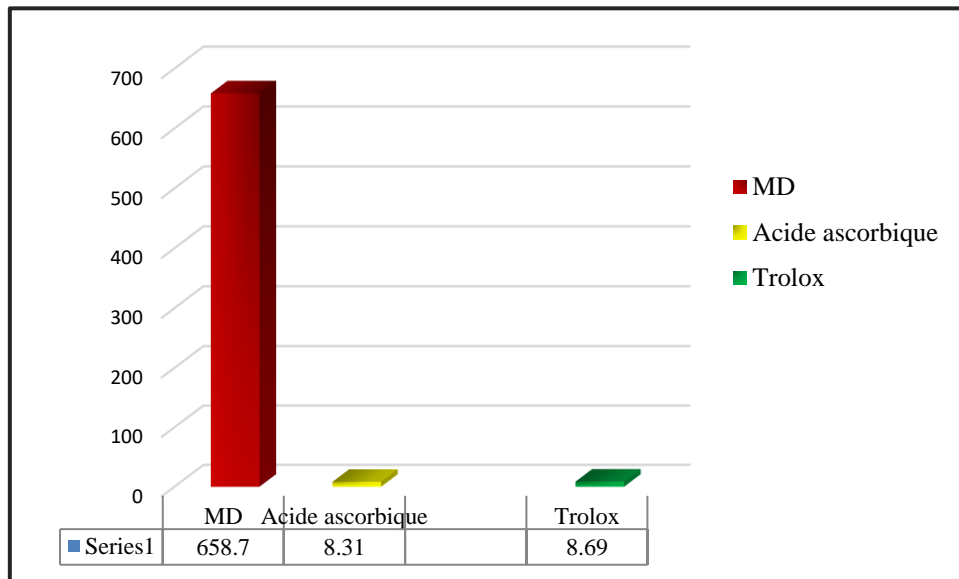


Figure 24 : Valeurs des $A_{0.5}$ du test CUPRAC de l'extrait de la mélasse des dattes
(MD : Mélasse des dattes).

D'après la **figure 24** l'extrait de sirop des dattes présente une valeur $A_{0.5}$ de l'ordre de $658.70 \pm 73.61 \mu\text{g/ml}$. En comparaison avec les standards, la valeur $A_{0.5}$ de l'extrait est plus faible que le standard Trolox ($A_{0.5} : 8.69 \pm 0.14 \mu\text{g/ml}$) ; et l'acide ascorbique ($A_{0.5} : 8.31 \pm 0.15 \mu\text{g/ml}$). Cela signifie que l'extrait de sirop de dattes étudié ici montre une activité **CUPRAC** moyenne. La nature de la composition des échantillons en matière de leurs contenus en composés phénoliques et non phénoliques pourrait, à un certain degré, justifier ce constat.

5.3. L'activité du piégeage du radical-cation ABTS+ (scavenging activity)

L'**ABTS** (acide 2,2'-azino-bis(3-éthylbenzothiazoline-6-sulphonique)) est un composé organique stable utilisé dans l'évaluation de l'activité antiradicalaire, avec un pic d'absorption à 734 nm. En présence d'un antioxydant donneur d'hydrogène, le cation **ABTS•+** subit une réduction et passe de la couleur bleu-vert à un état neutre incolore. Les résultats sont présentés dans la **figure 25** et le **tableau 04**.

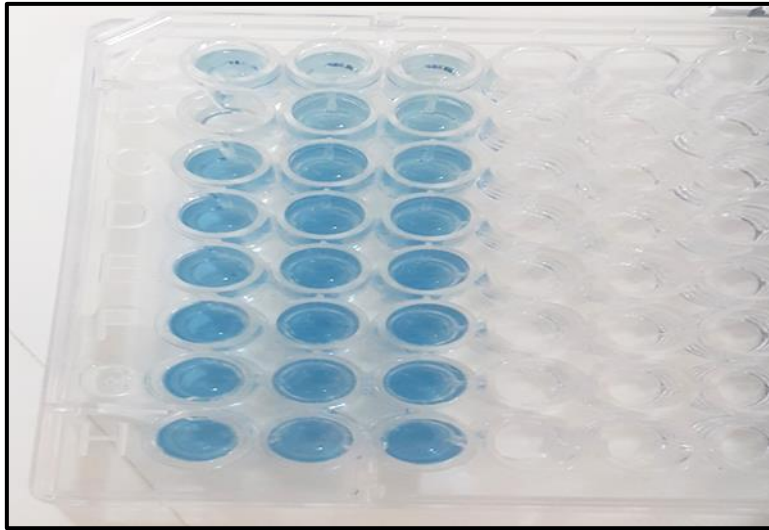


Figure 25 : La plaque de dosage de l'activité anti radicalaire (**ABTS+**) de l'extrait de la mélasse des dattes.

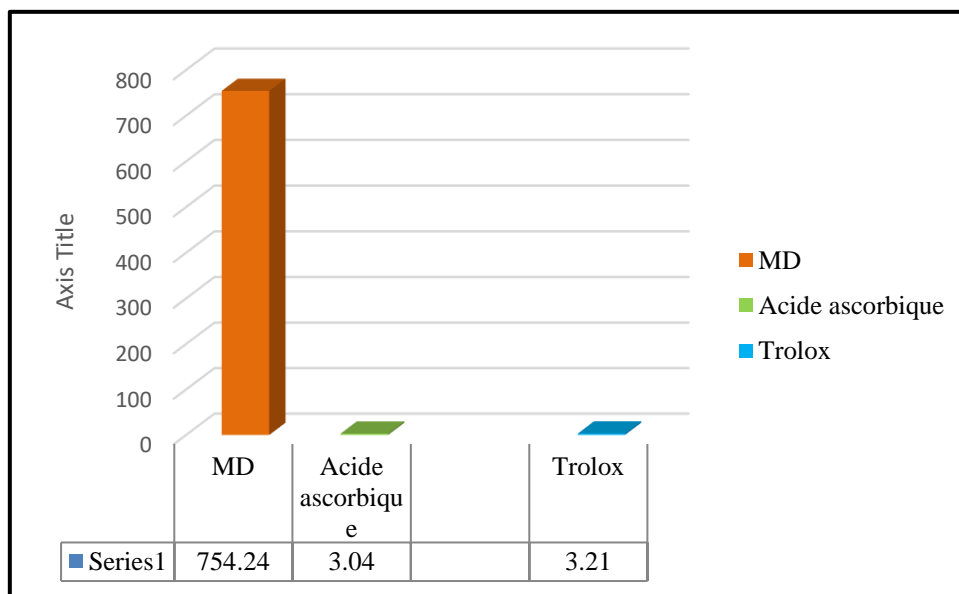


Figure 26 : Valeurs des IC_{50} dans le test **ABTS** de l'extrait de la mélasse des dattes (MD : Mélasse des dattes).

Les résultats du test **ABTS** ont révélé que le sirop de datte étudiée présente une activité antiradicalaire modérée avec un IC_{50} égale à $757.24 \pm 26.83 \mu\text{g/ml}$ en comparaison avec les deux standards Trolox et l'acide ascorbique dont l' IC_{50} est de l'ordre de : 3.21 ± 0.06 , $3.04 \pm 0.05 \mu\text{g/ml}$

respectivement). La composition chimique et phytochimique de la mélasse pourrait avoir un effet significatif sur la capacité antioxydante de ce dernier.

En conclusion, les antioxydants contenus dans le sirop de dattes sont affectés par les conditions de transformation. Selon Abbes, *et al.*, (2013), les activités antioxydantes et les teneurs totales en phénols dans le sirop de dattes sont plus grande lorsqu'elle est traitée à des températures plus basses, par exemple (60°C).

6. Évaluation du potentiel enzymatique d'échantillon

Pour déterminer la capacité antidiabétique et Alzheimer des échantillons étudiés, deux enzymes potentielles thérapeutiques ont été ciblés : l'alpha amylase pour le diabète le cholinestérase pour Alzheimer.

6.1. L'activité antidiabétique d'échantillon

L'activité enzymatique des différentes fractions de l'extrait de sirop de dattes a été évaluée en mesurant leurs capacités à inhiber l'enzyme alpha-amylase. Dans cette étude, l'activité inhibitrice de l'enzyme alpha-amylase de l'extrait de sirop de dattes a été évaluée par la détermination des concentrations inhibitrices **IC₅₀** par rapport au standard l'acarbose en se basant sur la capacité d'une substance à inhiber cette enzyme. L'étude de l'activité antidiabétique a montré que tous l'échantillon testé dans notre étude ne présentent aucune activité vis-à-vis les enzymes responsables de la maladie du diabète.

Dans ce même contexte, les effets inhibiteurs des polyphénols sur l'activité de l'enzyme α -amylase ont montré une relation structure-activité, beaucoup de structures moléculaires influençant l'inhibition telles que : L'hydroxylation des flavonoïdes améliore l'effet inhibiteur sur l'a-amylase ; la présence d'une liaison 2,3 insaturée en conjonction avec un groupe 4-carbonyle a été associée à une inhibition plus forte; La glycosylation des flavonoïdes a diminué l'effet inhibiteur sur l'a-amylase en fonction du site de conjugaison et de la classe de la fraction sucre; La méthylation et la méthoxylation des flavonoïdes ont manifestement affaibli l'effet inhibiteur. etc (Jianbo *et al.*, 2013). De ce fait, nous supposant que la méthode de préparation de la mélasse, particulièrement le traitement thermique, a apporté des changements induisant l'inhibition de l'activité de quelques polyphénols vis-à-vis les enzymes responsables de ladite maladie.

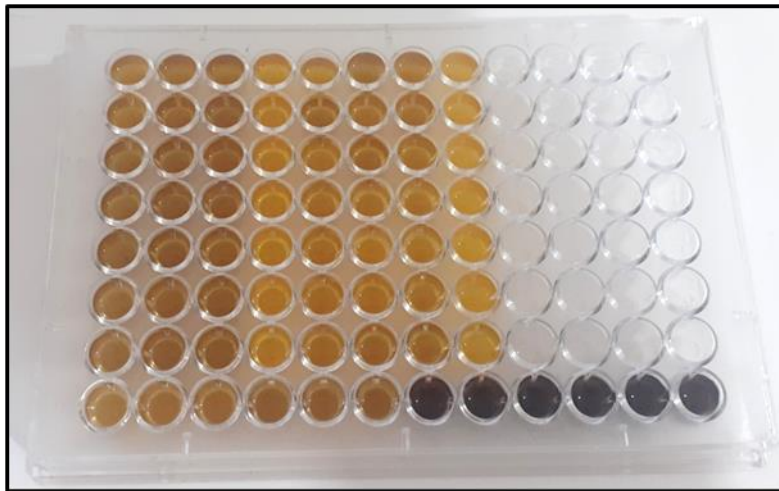


Figure 27 : La plaque de dosage de l'activité antidiabétique (alfa amylase) de l'extrait de la mélasse des dattes.

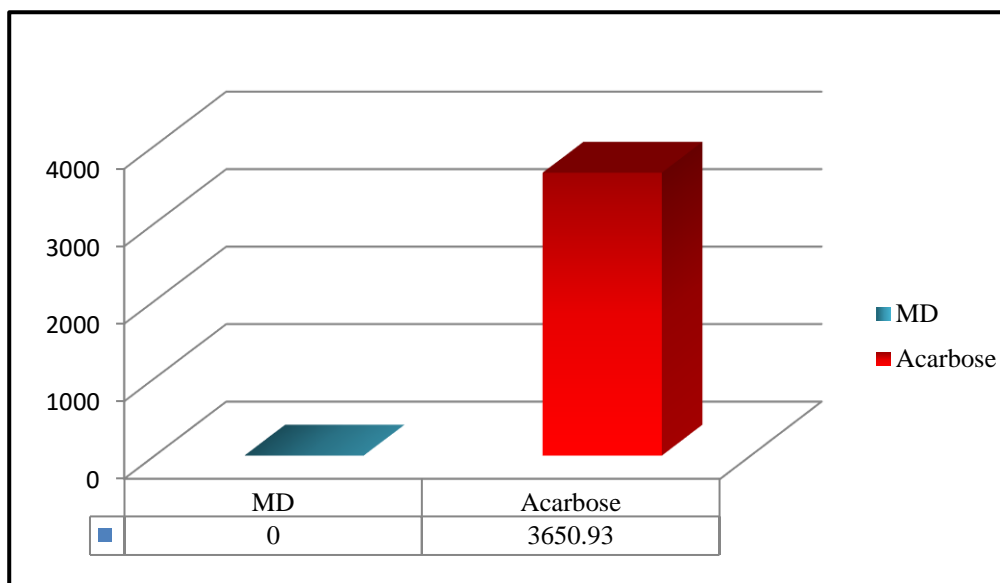


Figure 28 : Valeurs des IC₅₀ du test d'inhibition de l' α -amylase de l'extrait de la mélasse des dattes (MD : Mélasse des dattes).

6.2. L'activité anti-Alzheimer de l'échantillon

L'activité anti-Alzheimer de l'extrait de sirop de dattes est testée par la méthode d'inhibition du cholinestérase. L'étude de l'activité anti-AChE a montré que l'échantillon testé dans notre étude ne présente aucune activité vis-à-vis l'enzyme responsable de la maladie d'Alzheimer.

Ce résultat est tout à fait logique ou l'absence de cette activité pourrait avoir deux aspects : soit un **aspect quantitatif** ou la présence des composants secondaires dans la mélasse des dattes était en quantité inférieures aux seuils d'inhibition, soit un aspect qualitatif ou le traitement thermique lors de la préparation du sirop à inhiber les acteurs responsables des réaction promotrices vis-à-vis les enzymes responsables de la maladie.

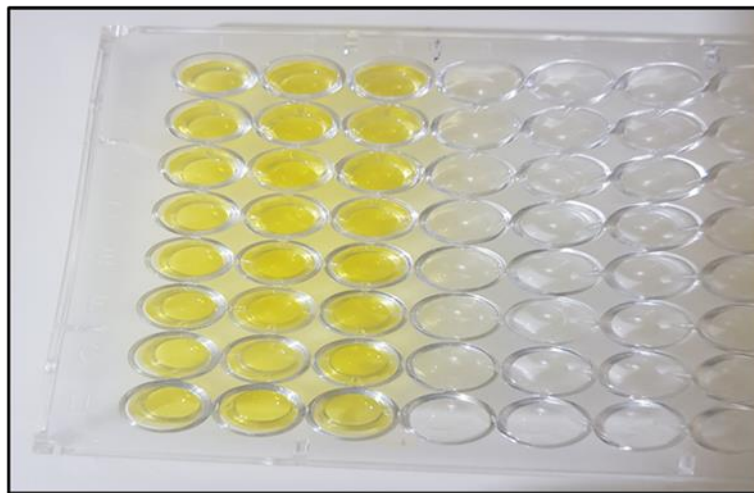


Figure 29 : La plaque de dosage de l'activité anticholinestérase de l'extrait de la mélasse des dattes.

Conclusion générale

La datte est un fruit constitue la matière première pour l'élaboration d'un bon nombre de produit alimentaire, parmi lesquels, le sirop (mélasse). Cette production utilise des techniques et des processus d'obtention traditionnel. La valorisation des dattes par des procédés biotechnologiques, et leur transformation en sirop, en l'occurrence, peut contribuer à sauvegarder la biodiversité et donc à préserver le patrimoine phoenicicole saharien.

L'objectif de notre étude est l'évaluation du potentiel physico-chimique et biologique du sirop de dattes comme une initiative à sa valorisation ultérieure comme un substrat de production des biomolécules à intérêt industriels. Son utilisation à cette fin requiert une étude exhaustive de ses propriétés chimiques et biologiques pour une exploitation concevable et rationnel. L'étude de caractéristiques physico-chimiques du sirop des dattes montrent un substrat légèrement sec, acide, très riches en sucres totaux (80%MS) et très pauvres en minéraux (3%MS). La présente étude a permis le dosage des deux classes d'antioxydants (composés phénoliques totaux et flavonoïdes) présents dans l'extrait de sirop de dattes Algérien. Les résultats révèlent une faible teneur en phénols totaux (57 $\mu\text{g QE/mg}$) dont 50% est représenté par les flavonoïdes (29.3 $\mu\text{g QE/mg}$).

L'évaluation du potentiel biologique de sirop de dattes est réalisée à travers l'évaluation de son potentiel antioxydant et enzymatique. Le premier est fait par trois méthodes différentes : Le piégeage du radical libre **DPPH** ; le test de réduction du cuivre **CUPRAC**, et le piégeage du radical libre **ABTS**⁺. Cependant le deuxième est évalué à travers l'étude de son pouvoir antidiabétique et anti-Alzheimer. Les résultats de ces tests montrent que l'extrait présente des activités antiradicalaires et antioxydants très faibles par rapport aux standards. Son faible teneur en composés secondaires à l'instar des composés phénoliques et flavonoïdes pourrait justifier ce présent constat. Les différentes étapes de préparation du sirop, particulièrement le traitement thermique en utilisant des hautes températures, pourrait influencer la composition phytochimique du substrat.

Similairement, l'évaluation du potentiel enzymatique a montré que l'extrait du sirop de dattes est inactif vis-à-vis les deux enzymes responsables du diabète (alpha amylase) et l'Alzheimer (cholinestérase). Cela pourrait être traduit par un aspect quantitatif ou qualitatif comme déjà rapporté dans la littérature. En fin, la valorisation des dattes communes par ses transformations alimentaires tels que les boissons lactées et leur valorisation pourrait représenter une forte valeur ajoutée sur l'impact socio-économique.

Afin d'élargir cette étude, d'autre aspect peuvent être développés tel que :

- ✚ Effectuer des recherches plus approfondies sur le pouvoir antioxydant, le pouvoir antimicrobien, les effets thérapeutiques ...etc.de ce produit ;
- ✚ Améliorer les conditions de la production et la transformation du sirop de dattes.

Références bibliographiques

A

- Abbès, F., Bouaziz, M. A., Blecker, C., Masmoudi, M., Attia, H., & Besbes, S. (2011).** Date syrup: effect of hydrolytic enzymes (pectinase/cellulase) on physico-chemical characteristics, sensory and functional properties. *LWT-Food science and Technology*, 44(8), 1827-1834.
- Abbès, F., Kchaou, W., Blecker, C., Ongena, M., Lognay, G., Attia, H., & Besbes, S. (2013).** Effect of processing conditions on phenolic compounds and antioxidant properties of date syrup. *Industrial Crops and Products*, 44, 634-642.
- Abbès, F., Masmoudi, M., Kchaou, W., Danthine, S., Blecker, C., Attia, H., & Besbes, S. (2015).** Effect of enzymatic treatment on rheological properties, glass temperature transition and microstructure of date syrup. *LWT-Food Science and Technology*, 60(1), 339-345.
- Abdelfattah, A. C. (1990).** La datte et le palmier dattier, Ed. Dar El-Talae, Caire.
- Achat, S. (2013, November).** Polyphénols de l'alimentation : extraction, pouvoir antioxydant et interactions avec des ions métalliques. Avignon. Thèse de doctorat en Chimie. Université de Corse-pascal paoli. 234 p.
- Achir, N., Randrianatoandro, V. A., Bohuon, P., Laffargue, A. et Avallone, S. (2010).** Kinetic study of Carotene and lutein degradation in oils during heat treatment. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 112, 349-361.
- Alanazi, F. K. (2010).** Utilization of date syrup as a tablet binder, comparative study. *Saudi Pharmaceutical Journal*, 18(2), 81-89.
- Al-Hooti, S. N., Sidhu, J. S., Al-Saqer, J. M., & Al-Othman, A. (2002).** Chemical composition and quality of date syrup as affected by pectinase/cellulase enzyme treatment. *Food chemistry*, 79(2), 215-220.
- Alibert, G. (1977).** Organisation subcellulaire des voies de synthèse des composés phénoliques. *Physiol. Veg.* 15 : 279-301.
- Al-Mamary, M., Al-Habori, M., & Al-Zubairi, A. S. (2014).** The in vitro antioxidant activity of different types of palm dates (*Phoenix dactylifera*) syrups. *Arabian Journal of Chemistry*, 7(6), 964-971.

AL-Sharnoubi, G.A., Aleid, S.M., Al-Otaibi, M.M. (2014). Nutritional quality of biscuit supplemented with wheat bran and date palm fruits (*Phoenix dactylifera L.*). Food and Nutrition Sciences. 3 : 322-328.

Amellal nee Chibane, H. (2008). Aptitudes technologiques de quelques variétés communes de dattes: formulation d'un yaourt naturellement sucré et aromatisé (Doctoral dissertation, Université de Boumerdès-M'hamed Bougara).

Apak, R., Güçlü, K., Özyürek, M., & Karademir, S. E. (2004). Novel total antioxidant capacity index for dietary polyphenols and vitamins C and E, using their cupric ion reducing capability in the presence of neocuproine: CUPRAC method. Journal of agricultural and food chemistry, 52(26), 7970-7981.

Aron P.M (2007.) Composition of Flavonoid Phenolic Polymers Isolated from red wine during maceration and significance of flavan-3-ols in foods pertaining to biological activity. Thèse master. Oregon State University, 194 p.

Astray, G., Gonzalez-Barreiro, C., Mejuto, J. C., Rial-Otero, R. et Simal-Gandara, J. (2009). A review on the use of cyclodextrins in foods. Food Hydrocolloids, 23, 1631-1640.

Atef, M.I. ET Mohamed, I. H. (1998). Dattes des palmiers : Culture, soins et production dans la région arabe. Université d'Alexandrie. Egypt.

B

Bahorun, T., Gressier, B., Trotin, F., Brunet, C., Dine, T., Luyckx, M., ... & Pinkas, M. (1996). Oxygen species scavenging activity of phenolic extracts from hawthorn fresh plant organs and pharmaceutical preparations. Arzneimittel-forschung, 46(11), 1086-1089.

Baydar, N. G., & Baydar, H. (2013). Phenolic compounds, antiradical activity and antioxidant capacity of oil-bearing rose (*Rosa damascena Mill.*) extracts. Industrial Crops and Products, 41, 375-380.

Benahmed, D. (2012). Analyse des aptitudes technologiques des poudres de dattes (*Phoenix dactylifera-L*) améliorées par la spiruline. étude des propriétés rhéologiques, nutritionnelles et antibactériennes, (Doctoral dissertation, Université de Boumerdès-M'hamed Bougara).

Benmeddour, Z., Mehinagic, E., Le Meurlay, D., & Louaileche, H. (2012). Phenolic composition and antioxidant capacities of ten Algerian date (*Phoenix dactylifera* L.) cultivars: a comparative study. *Journal of Functional Foods*, 5(1), 346-354.

Besbes, S., Drira, L., Blecker, C., Deroanne, C., & Attia, H. (2009). Adding value to hard date (*Phoenix dactylifera* L.) : Compositional, functional and sensory characteristics of date jam. *Food chemistry*, 112(2), 406-411.

Beta, T., Nam, S., Dexter, J. E., & Sapirstein, H. D. (2005). Phenolic content and antioxidant activity of pearled wheat and roller-milled fractions. *Cereal chemistry*, 82(4), 390-393.

Bruneton J, 1993. *Pharmacognosie et phytochimie plantes médicinales*. Paris, France: Lavoisier. 278-279p.

Boulekbache née Makhlouf, L. (2005). *Activité biologiques et caractérisation des polyphénols extraits d'une plante médicinale* (Doctoral dissertation, Béjaia, Université Abderahmane Mira. Faculté des

Britton, G., Liaaen-Jensen, S. et Pfander, H. (2008). *Special Molecules, Special Properties. Carotenoids*. G. Britton, S. Liaaen-Jensen et H. Pfander. Basel-Boston-Berlin, BirkhäuserVerlag. 4, 1-6.

Bruneton, J. (1993). *Pharmacognosie et phytochimie des plantes médicinales*. 2ème édition. Tec & Doc. Paris.

C

Cheikh-Rouhou, S., Baklouti, S., Hadj-Taïeb, N., Besbes, S., Chaabouni, S., Blecker, C., & Attia, H. (2006). Élaboration d'une boisson à partir d'écart de triage de dattes : clarification par traitement enzymatique et microfiltration. *Fruits*, 61(6), 389-399.

Cowan, M. M. (1999). Plant products as antimicrobial agents. *Clinical microbiology reviews*, 12(4), 564-582.

Crozier, A. (2003). Classification and biosynthesis of secondary plant products: an overview. *Plants: diet and health. The report of a British Nutrition Foundation Task Force*, 27-48.

D

Dacosta, Y. (2003). Les phytonutriments bioactifs : 669 références bibliographiques. Ed. Yves Dacosta.

Dubois, M., Gilles, K. A., Hamilton, J. K., Rebers, P. T., & Smith, F. (1956). Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Analytical chemistry*, 28(3), 350-356.

E

Ellman, G. L., Courtney, K. D., Andres Jr, V., & Featherstone, R. M. (1961). A new and rapid colorimetric determination of acetylcholinesterase activity. *Biochemical pharmacology*, 7(2), 88-95.

El-Nagga, E. A., & Abd El-Tawab, Y. A. (2012). Compositional characteristics of date syrup extracted by different methods in some fermented dairy products. *Annals of Agricultural Sciences*, 57(1), 29-36.

El-Ogaidi, A. K. H. (2000). Le palmier dattier science technologique Agronomique et industrielle. Dar ezahran, Oman.

Entezari, M. H., Nazary, S. H., & Khodaparast, M. H. (2004). The direct effect of ultrasound on the extraction of date syrup and its micro-organisms. *Ultrasonics Sonochemistry*, 11(6), 379-384.

F

Falleh, H., Trabelsi, N., Bonenfant-Magné, M., Le Floch, G., Abdely, C., Magné, C., & Ksouri, R. (2013). Polyphenol content and biological activities of Mesembryan the mumedule organs after fractionation. *Industrial Crops and Products*, 42, 145-152.

Farahnaky, A., Mansoori, N., Majzoobi, M., & Badii, F. (2016). Physicochemical and sorption isotherm properties of date syrup powder: Antiplasticizing effect of maltodextrin. *Food and bioproducts processing*, 98, 133-141.

Farhan, H., Egzar, H., and Sahab.E. (2017). Physical and chemical properties of home made dates syrup (molasses) from middle Iraq cities. *International Journal of Scientific and Research Publications*, Volume 7.2250-3153

Florent, D. (2011). Caractérisation de nouvelles molécules et variabilité chimique de trois plantes du continuum Corse-Sardaigne : *Chamaemelummixtum*, *Anthemismaritima* et *Eryngiummaritimum* (Doctoral dissertation, Université Pascal Paoli).234 p.

Frankel, E. N., Waterhouse, A. L., &Teissedre, P. L. (1995). Principal phenolic phytochemicals in selected California wines and their antioxidant activity in inhibiting oxidation of humanlow-density lipoproteins. *Journal of Agricultural and Food chemistry*, 43(4), 890-894.

G

Ganbi, H. (2012). Production of Nutritious High Quality Date (*Phoenix dactylifera*) Fruits Syrup (Dibs) by using some Novel Technological Approaches. *Journal of Applied Sciences Research.*, 8(3), 1524-1538.

Guerin, B., Gauthier, A., &Orthieb, J. (1982). Série de synthèse bibliographique : les sirops (saccharose, glucose, fructose et autre édulcorants): valeur technologique et utilisation. APRIA,(18), Paris, 123.

H

Hadi. M. (2004). La quercétine et ses dérivés : molécules à caractère pro-oxydant ou capteurs de radicaux libres ; études et applications thérapeutiques (Doctoral dissertation, Thèse Doctorat, Université Louis Pasteur. 155).

Hassan, B. (2000). Production de sirop de dattes et de dattes à haute teneur en fructose à l'échelle industrielle. Université Elmalek Saoud d'Arabie Saoudite.

Henoune, N., Zaidi, F. E., & Djermoune, S. (2015). Composition chimique et teneur en composés phénoliques des graines de *Moringa oleifera*.

<https://green-fruits.com/fr/produit/sirop-de-dattes>.

I

Ibrahim, M. A., et Khallil, H. N. M. (1997). Le palmier dattier protection et production. Ed Iskandaria : 432 – 627.

L

- Lawn, R., & Prichard, E. (2003).** Measurement of PH. Royal Society of Chemistry.
- Lebham, 2005.** Thèse au Laboratoire d'Ecophysiologie et de Biotechnologie des Halophytes et des Algues au sein de l'Institut Universitaire Européen de la Mer (IUEM) Université de Bretagne Occidentale (UBO).
- Liu, J., Ong, W., Román, E., Lynn, M. J. et Kaifer, A. E. (2000).** Cyclodextrin-Modified Gold Nanospheres. *Langmuir*, 16, 7, 3000-3002.
- Luquet, F. M., & Bonjean-Linczowski, Y. (1990).** Les produits laitiers, transformation et technologies. Technique et documentation, Lavoisier, paris.

M

- Madani, R et Seddiki, R. (2019).** Comparaison des différents types d'extraction de sirop de datte. Mémoire de Master. Université Kasdi Merbah Ouargla, 62p.
- Manach, C., Scalbert, A., Morand, C., Rémésy, C., & Jiménez, L. (2004).** Polyphenols: food sources and bioavailability. *The American journal of clinical nutrition*, 79(5), 727-747.
- Martin, S., & Andriantsitohaina, R. (2002, December).** Mécanismes de la protection cardiaque et vasculaire des polyphénols au niveau de l'endothélium. In *Annales de Cardiologie et d'Angéiologie* (Vol. 51, No. 6, pp. 304-315). Elsevier Masson.
- Mekki, Q., Hassan, S., & Turner, P. (1983).** Bromocriptine lowers intraocular pressure without affecting blood pressure. *The Lancet*, 321(8336), 1250-1251.
- Michel, T. (2011).** Nouvelles méthodologies d'extraction, de fractionnement et d'identification : application aux molécules bioactives de l'argousier (*Hippophaerhamnoides*) (Doctoral dissertation, Université d'Orléans). 288 p.
- Milane, H. (2004).** La quercétine et ses dérivés : molécules à caractère pro-oxydant ou capteurs de radicaux libres ; études et applications thérapeutiques (Doctoral dissertation, Université Louis Pasteur (Strasbourg) (1971-2008)).

Mimouni, Y. (2015). Développement de produits diététiques hypoglycémiants à base de dattes molles variété « Ghars », la plus répandue dans la cuvette de Ouargla (Doctoral dissertation, Université de Biskra).

Mimouni, Y. et Siboukeur, O. (2009) : Mise au point d'une technique d'extraction de sirops de dattes ; comparaison avec les sirops à haute teneur en fructose (HFCS) issus de l'amidonnerie, *Anales des sciences et technologies*, Vol. 3, N°1

Mimouni, Y. (2009). Mise au point d'une technique d'extraction de sirops de dattes; comparaison avec les sirops à haute teneur en fructose (HFCS) issus de l'amidonnerie. Mémoire de Magister. Université Kasdi Marbah Ouargla.

Mimouni, Y., & Siboukeur, O. E. K. (2011). Étude des propriétés nutritives et diététiques des sirops de dattes extraites par diffusion, en comparaison avec les sirops à haute teneur en fructose (isoglucoses), issues de l'industrie de l'amidon. *Ann. Sci. Tech*, 3(1), 1-11.

Multon, J.L., et Lapatre, F. (1984). Additifs et auxiliaires de fabrication dans les industries Agroalimentaires. Ed APRIA, Paris : 53 – 276.

Munier, P. (1973). Le palmier dattier-techniques agricoles et productions tropicales. France: Maisonneuve et Larousse.

N

Nani, A. (2017). Effets des polyphénols de mil sur le cancer de l'os et son mode d'action sur le système immunitaire, Thèse de Doctorat université Abou bekrbelkaid- Tlemcen.

Nicolas, V. (2012). Contribution chimique a la définition de la qualité : exemples des spiritueux de myrte (*Myrtuscommunis l.*) et de cedrat (*Citrus medica l.*) (Doctoral dissertation, Thèse de doctorat en chimie. Université de Corse-pascal Paoli. 252 p).

O

Ouchemoukh, S., Louaileche, H., & Schweitzer, P. (2007). Physicochemical characteristics and pollen spectrum of some Algerian honeys. *Food control*, 18(1), 52-58.

P

Penchev, P. I. (2010). Étude des procédés d'extraction et de purification de produits bioactifs à partir de plantes par couplage de techniques séparatives à basses et hautes pressions (Doctoral dissertation). Université de Toulouse. 239 p.

R

Raiesi Ardali, F., Rahimi, E., Tahery, S., & Shariati, M. A. (2014). Production of a new drink by using date syrup and milk. *Journal of Food Biosciences and Technology*, 4(JFBT (Vol. 4-No. 2)), 67-72.

Ribéreau-Gayon, P. (1968). Les Composés phénoliques des végétaux : par Pascal Ribéreau-Gayon... Dunod.

Roberfroid, M. B., & Pascal, G. (2002). Aliments fonctionnels. Tec & Doc-Lavoisier, Paris. 308p.

S

Salta, F. N., Mylona, A., Chiou, A., Boskou, G., & Andrikopoulos, N. K. (2007). Oxidative stability of edible vegetable oils enriched in polyphenols with olive leaf extract. *Food Science and Technology International*, 13(6), 413-421.

Siboukeur, O. (1997). Qualité nutritionnelle, hygiénique et organoleptique du jus de dattes. Mémoire de Magister, INA, El Harrach, Alger.

Singleton, V. L., & Rossi, J. A. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American journal of Enology and Viticulture*, 16(3), 144-158.

Spigno, G., Tramelli, L., & De Faveri, D. M. (2007). Effects of extraction time, temperature and solvent on concentration and antioxidant activity of grape marc phenolics. *Journal of food engineering*, 81(1), 200-208.

T

Tawab, Y. A. (2012). Compositional characteristics of date syrup extracted by different methods in some fermented dairy products. *Annals of Agricultural Sciences*, 57(1), 29-36.

Turkoglu, A., Duru, M. E., Mercan, N., Kivrak, I., & Gezer, K. (2007). Antioxidant and antimicrobial activities of *Laetiporus sulphureus* (Bull.) Murrill. *Food Chemistry*, 101(1), 267-273.

W

Wagued, A. (1973). Le palmier dattier, Ed. Elkahira, Caire : 177 – 178.

Z

Zengin, G., Sarikurkcu, C., Aktumsek, A., & Ceylan, R. (2014). *Sideritis galatica* Bornm.: a source of multifunctional agents for the management of oxidative damage, Alzheimer's's and diabetes mellitus. *journal of functional foods*, 11, 538-547.

Annexes

Annexe I : Tableaux des résultats des tests réalisés.

Annexe 01 : Les résultats du test CUPRAC de l'extrait de la mélasse des dattes.

	12.5	25	50	100	200	400	800	A _{0,5} (µg/ml)
Mélasse de dattes	0.12±0.00	0.12±0.01	0.15±0.01	0,16±0.01	0,21±0.02	0,34±0.02	0,58±0,06	658.70±73.61
	0.390 µg	0.781 µg	1.562 µg	3.125 µg	6.25 µg	12.5	25	A_{0,5} (µg/ml)
Trolox	0.12±0.01	0.14±0.00	0.18±0.01	0.25±0.00	0.40±0.01	0.67±0.02	1.34±0.13	8.69±0.14
Ascorbic acid	0.11±0.01	0.12±0.01	0.18±0.03	0.24±0.01	0.41±0.01	0.71±0.02	1.38±0.11	8.31±0.15

Annexe 02 : Les résultats du test DPPH de l'extrait de la mélasse des dattes.

	12.5	25	50	100	200	400	800	IC ₅₀ (µg/ml)
Mélasse de dattes	NA	NA	NA	6,56±3,23	11,53±2,90	23,62±0,67	39,92±5,29	>800
	0.78125	1.5625	3.125	6.25	12.5	25	50	IC₅₀ (µg/ml)
Trolox	6.42±0.91	13.33±2.14	30.19±0.67	61.48±2.98	87.16±0.28	88.46±0.11	87.72±0.47	5.12±0.21
Ascorbic acid	0.31±1.02	12.90±0.28	29.69±0.39	76.67±0.37	84.94±0.84	87.78±0.49	86.36±0.21	4.39±0.01

Annexe 03 : Les résultats du test ABTS de l'extrait de la mélasse des dattes.

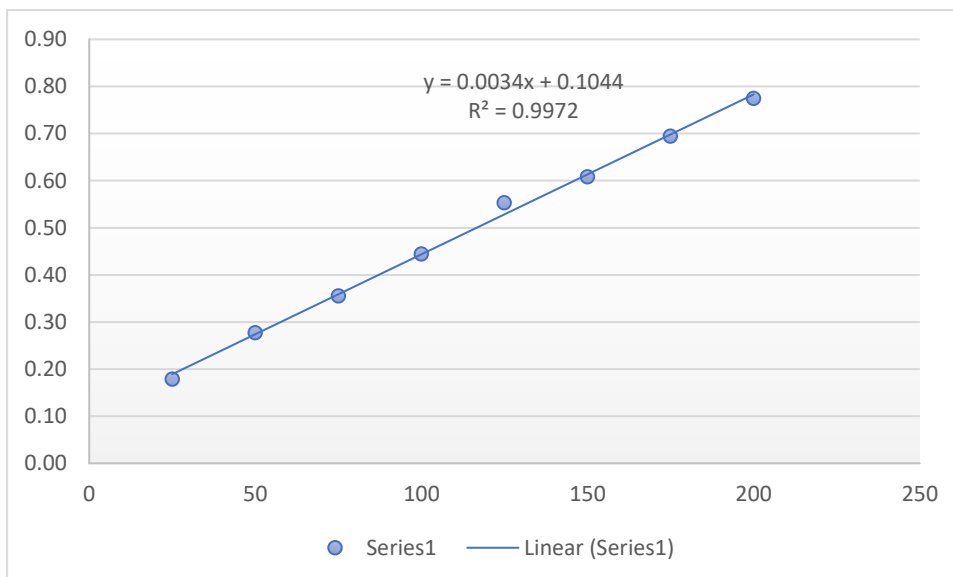
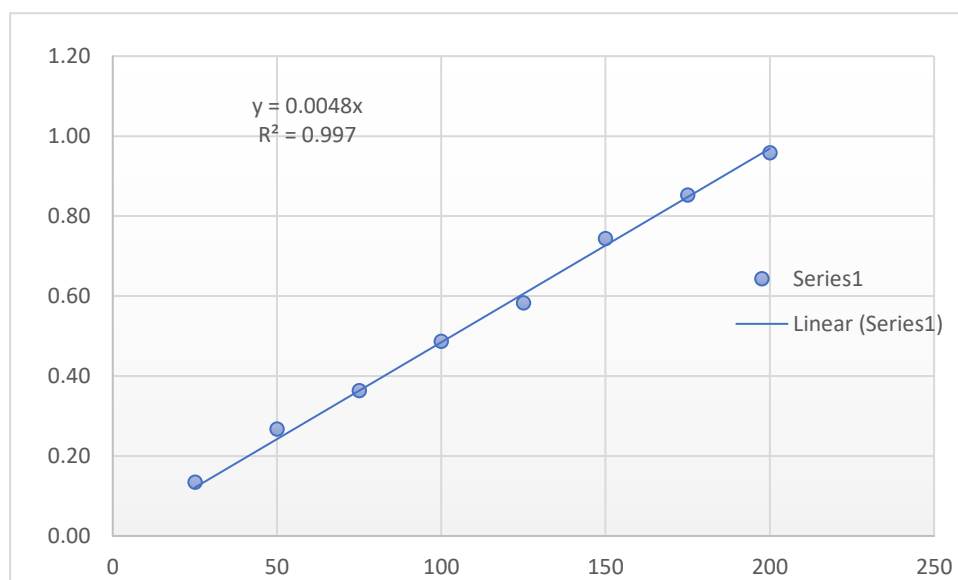
	12.5	25	50	100	200	400	800	IC ₅₀ (µg/ml)
Mélasse des dattes	NA	NA	3,54±3,68	4,17±2,23	11,99±3,56	28,19±2,83	53,12±2,47	754,24±26,83
	0.78125	1.5625	3.125	6.25	12.5	25	50	IC₅₀ (µg/ml)
Trolox	14.74±0.37	26.15±0.65	51.70±1.51	89.72±0.67	92.89±0.19	92.89±0.19	91.84±1.19	3.21±0.06
Ascorbic acid	13.43±0.82	28.76±0.67	52.94±0.94	93.21±0.11	93.08±0.19	92.40±0.88	92.96±0.11	3.04±0.05

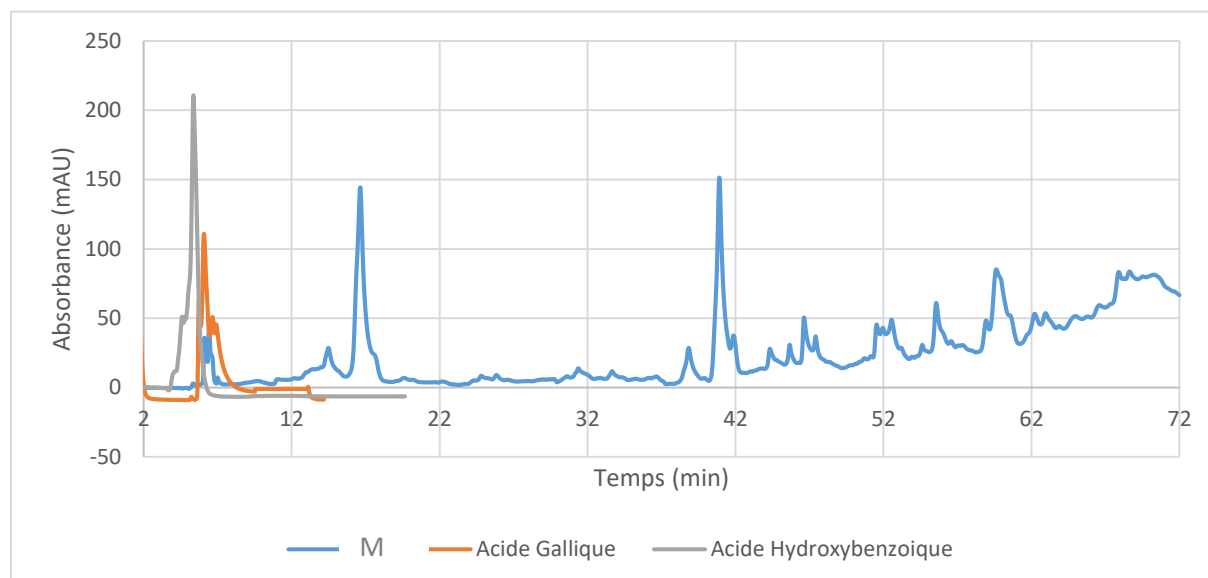
Annexe 04 : Les résultats de l'activité inhibitrice du α -amylase de l'extrait de la mélasse des dattes.

	% d'inhibition							
Extraits	6.25 μg	12.5 μg	25 μg	50 μg	100 μg	200 μg	400 μg	IC₅₀ (μg/ml)
Mélasse des dattes	NA	NA	NA	NA	NA	11,38 \pm 1,26	11,63 \pm 0,05	>400
	62,5 μg	125 μg	250 μg	500 μg	1000 μg	2000 μg	4000 μg	IC₅₀ (μg/ml)
Acarbose	7,76 \pm 0,17	8,08 \pm 0,30	9,46 \pm 0,11	10,70 \pm 0,96	31,81 \pm 2,89	37,21 \pm 3,54	53,05 \pm 1,59	3650,93 \pm 10,70

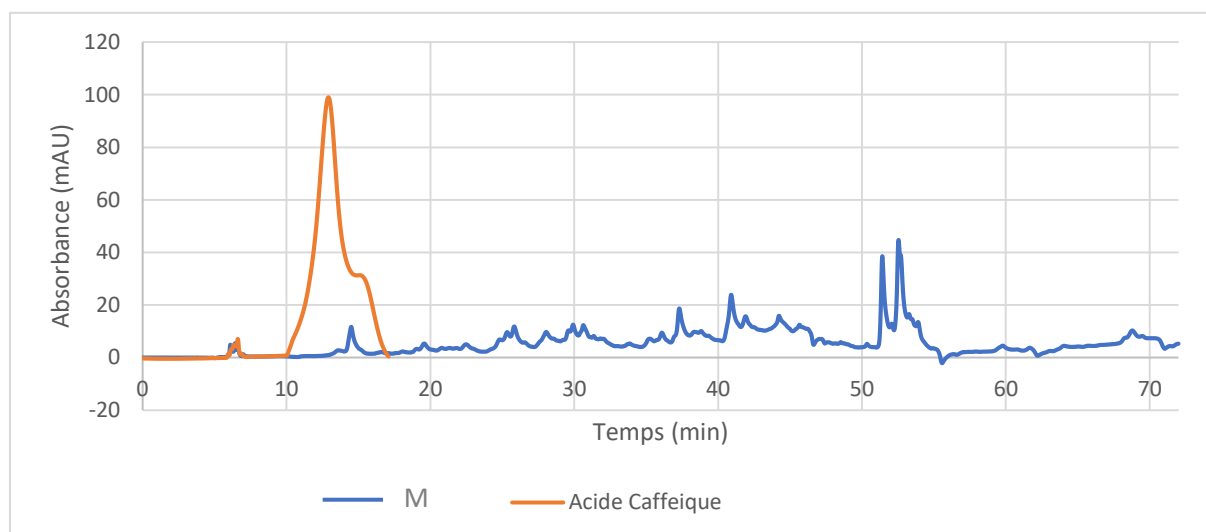
Annexe 05 : Les résultats du dosage du phénol et flavonoïdes totaux de l'extrait de la mélasse des dattes.

Extrait	Total phenolics (μg GAE/mg)	Flavonoïdes (μg QE/mg)
Mélasse des dattes	56,94 \pm 5,60	29,30 \pm 3,97

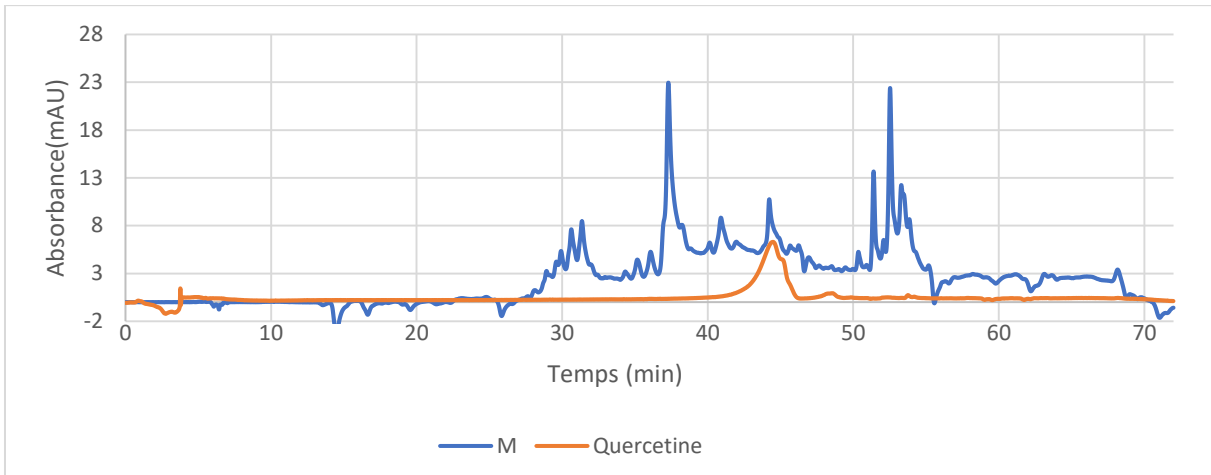
ANNEXE II : Courbes d'étalonnage et résultats CLHP.**Courbe d'étalonnage de l'acide gallique.****Courbe d'étalonnage de la quercétine.**



**Le profil chromatographique de l'extrait de la mélasse des dattes à 280nm
(M : Mélasse des dattes).**

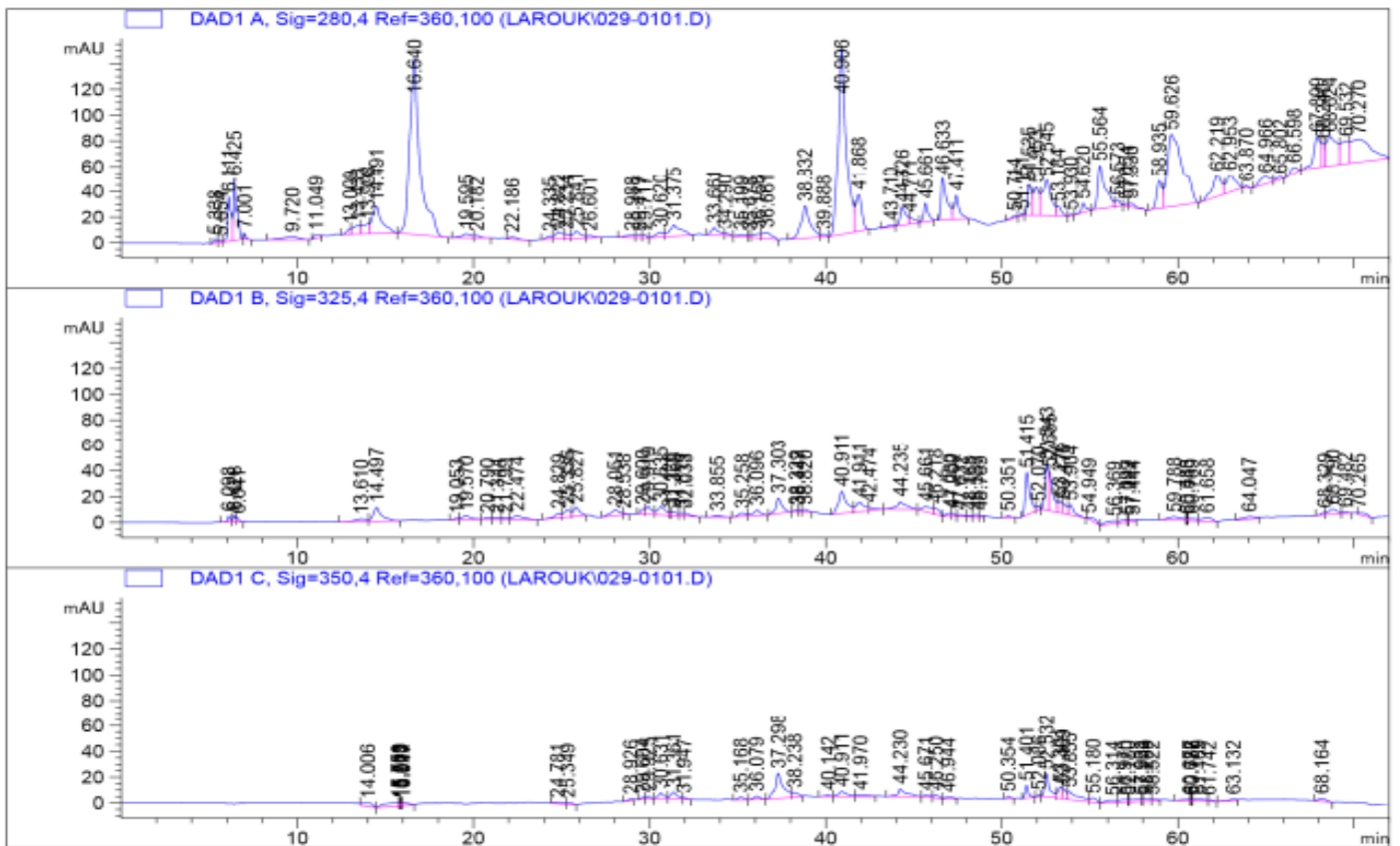


**Le profil chromatographique de l'extrait de la mélasse des dattes à 325nm
(M : Mélasse des dattes).**



Le profile Chromatographique de l'extrait de la mélasse des dattes à 350nm

(M : Mélasse des dattes).



Les chromatogrammes du temps de rétention de l'extrait de la mélasse des dattes pendant les 3 signaux : 350nm, 325nm et 360nm.

Résumé

Résumé

La présente étude a pour but l'évaluation du potentiel physico-chimique et biologique du sirop de datte comme une initiative à sa valorisation ultérieure comme un substrat de production des biomolécules à intérêt industriel. La procédure suivie a été, en 1er lieu consacré à l'analyse de la composition biochimique du sirop des dattes pour déterminer quelques propriétés physico-chimiques ; (la teneur en eau, cendres et matière organique, sucre, **pH**) puis à l'extraction de ses composés phénoliques et enfin à l'évaluation de ses activités antioxydantes, enzymatiques (antidiabétique+anti-Alzheimer).

À la lumière des résultats des analyses physico-chimiques, le sirop de dattes étudié est caractérisé par un pH acide, une teneur en glucides très élevée ainsi qu'en matière minérale, un taux faible d'humidité. Le dosage de phénols totaux et flavonoïdes totaux a montré des teneurs faibles en ces derniers. En ce qui concerne les activités biologiques, pour l'activité antioxydante, le sirop de dattes a marqué une variation dans les résultats du faible à la moyenne, et même l'absence totale d'une activité antioxydante et antiradicalaire tout ça dépend sur le test réalisé. Concernant les activités enzymatiques ; les résultats obtenus ont montré que le sirop de dattes présente une faible activité anti diabétique, cependant aucune activité anti-Alzheimer a été détectée.

En perspective, à l'avenir, il serait intéressant d'encore évaluer l'activité antioxydante bien que les autres activités en utilisant d'autres tests pour obtenir mieux des résultats, de procédé à une méthode d'extraction de sirop de datte en améliorant les conditions de la production et de la transformation, et enfin de tester les effets thérapeutiques de ses sous-produits aussi tester l'effet d'autre concentrations de sirop de datte à fin d'améliorer les caractéristiques de la boisson élaborée.

Mots clés : le sirop de dattes, valorisation, composés phénoliques, activités biologiques.

Abstract

The present study aims at evaluating the physico-chemical and biological potential of date syrup as an initiative for its further valorisation as a substrate for the production of biomolecules of industrial interest. The procedure followed was, in the first place, devoted to the analysis of the biochemical composition of date syrup to determine some physicochemical properties; (water content, ash and organic matter, sugar, **pH**), then to the extraction of its phenolic compounds and finally to the evaluation of its antioxidant, enzymatic (antidiabetic and anti-Alzheimer).

In the light of the results of the physico-chemical analyses, the date syrup studied is characterised by an acid **pH**, a very high carbohydrate and mineral content, and a low moisture content. The determination of total phenols and total flavonoids showed low results. Regarding the biological activities, for the antioxidant activity, the date syrup marked a variation in the results from weak to average, and even the total absence of an antioxidant and antiradical activity all depends on the realised test. Concerning the enzymatic activities; the results obtained showed that date syrup presents a weak antidiabetic activity, however no anti-Alzheimer activity was detected.

In the future, it would be interesting to further evaluate the antioxidant activity as well as the other activities using other tests to obtain better results, to proceed to a method of extraction of date syrup by improving the conditions of production and processing, and finally to test the therapeutic effects of its by-products as well as to test the effect of other concentrations of date syrup in order to improve the characteristics of the elaborated drink.

Key words : date syrup, valorisation, phenolic compounds, biological activities.

ملخص

الغرض من هذه الدراسة هو تقييم الإمكانيات الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية لشراب التمر كمبادرة لتثمينه اللاحق كركيزة لإنتاج الجزيئات الحيوية ذات الأهمية الصناعية. الإجراء المتبع مخصص لتحليل التركيب الكيميائي الحيوي لشراب التمر لتحديد بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية ; (محتوى الماء والرماد والمواد العضوية والسكر ودرجة الحموضة) ثم إلى استخراج مركباته الفينولية وأخيرا إلى تقييم الانشطة المضاد للأكسدة، الانشطة الأنزيمية (مضاد لمرض السكر ومضاد لمرض الزهايمر).

في ضوء نتائج التحليلات الفيزيائية والكيميائية، يتميز شراب التمر المدروس بدرجة حموضة حمضية، ومحتوى عالي جدا من الكربوهيدرات والمواد المعدنية، ومستوى منخفض من الرطوبة. أظهر فحص إجمالي الفينولات ومجموع الفلافونويد مستويات منخفضة. فيما يتعلق بالأنشطة البيولوجية، بالنسبة للنشاط المضاد للأكسدة، تميز شراب التمر بتباين في النتائج من منخفضة إلى متوسطة، وحتى الغياب التام للنشاط المضاد للأكسدة هذا يعتمد على الاختبار الذي تم إجراؤه. فيما يتعلق بالأنشطة الأنزيمية؛ أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها أن شراب التمر له نشاط منخفض مضاد للسكري، ولكن لم يتم اكتشاف أي نشاط مضاد لمرض الزهايمر.

في المستقبل، سيكون من المثير للاهتمام مواصلة تقييم النشاط المضاد للأكسدة وكذلك الأنشطة الأخرى باستخدام اختبارات أخرى للحصول على نتائج أفضل، ايجاد طريقة أخرى لاستخراج شراب التمر عن طريق تحسين ظروف الإنتاج والمعالجة، وأخيرا اختبار الآثار العلاجية لمنتجاته الثانوية وأيضا اختبار تأثير تركيزات أخرى من شراب التمر من أجل تحسين خصائص الشراب المتقن.

كلمات مفتاحية: شراب التمر، تثمين، المركبات الفينولية، الأنشطة البيولوجية.

Université Des Frères Mentouri Constantine -Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie Département de Biochimie et biologie cellulaire et moléculaire	
Nom : BOUDARSA, DAOUI Prénom : Nadjoua, Narimane	Date de soutenance : 22/09/2021
<u>Intitulé</u> Caractérisation chimique et biologiques de la mélasse des dattes	
<p><i>Résumé</i></p> <p>La présente étude a pour but l'évaluation du potentiel physico-chimique et biologique du sirop de datte comme une initiative à sa valorisation ultérieure comme un substrat de production des biomolécules à intérêt industriel. La procédure suivie a été, en 1er lieu consacré à l'analyse de la composition biochimique du sirop des dattes pour déterminer quelques propriétés physico-chimiques ; (la teneur en eau, cendres et matière organique, sucre, pH) puis à l'extraction de ses composés phénoliques et enfin à l'évaluation de ses activités antioxydantes, enzymatiques (antidiabétique et anti-Alzheimer).</p> <p>À la lumière des résultats des analyses physico-chimiques, le sirop de dattes étudié est caractérisé par un pH acide, une teneur en glucides très élevée ainsi qu'en matière minérale, un taux faible d'humidité. Le dosage de phénols totaux et flavonoïdes totaux a montré des teneurs faibles en ces derniers. En ce qui concerne les activités biologiques, pour l'activité antioxydante, le sirop de dattes a marqué une variation dans les résultats du faible à la moyenne, et même l'absence totale d'une activité antioxydante et antiradicalaire tout ça dépend sur le test réalisé. Concernant les activités enzymatiques ; les résultats obtenus ont montré que le sirop de dattes présente une faible activité anti diabétique, cependant aucune activité anti-Alzheimer a été détectée.</p> <p>En perspective, à l'avenir, il serait intéressant d'encore évaluer l'activité antioxydante bien que les autres activités en utilisant d'autres tests pour obtenir mieux des résultats, de procédé à une méthode d'extraction de sirop de datte en améliorant les conditions de la production et de la transformation, et enfin de tester les effets thérapeutiques de ses sous-produits aussi tester l'effet d'autre concentrations de sirop de datte à fin d'amélioré les caractéristiques de la boisson élaborée.</p> <p>Mots clés : le sirop de dattes, valorisation, composés phénoliques, activités biologiques.</p>	
<p>Laboratoires de recherche :</p> <p>*Laboratoire d'analyse des aliments, C.R.Bt.</p> <p>*Laboratoire d'analyse et contrôle qualité, C.R.Bt.</p>	