

République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جامعة امحمد بوقرة بومرداس
Université M'hamed Bougara Boumerdès



Faculté des Sciences
Département de Biologie

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

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences biologiques

Spécialité : Biochimie appliquée

Thème

**Etude des composés biochimiques et évaluation de
quelques activités biologiques des dattes**

Présenté par :

M^{lle} HAREK Chaimaa et M^{me} BENHACENE Djemana

Soutenue le 15/07/2021 devant le jury :

M^{me} ISSAAD N.

M^r BENMOULOUD A.

M^{me} OUZID Y.

M^{me} Halli L.

MAA (UMBB)

MCB (UMBB)

MCB (UMBB)

CRD (Saidal, Alger)

Présidente

Promoteur

Examinatrice

Co-Promoteur

2020-2021

Remerciements

*Nous remercions en premier lieu **ALLAH** le tous puissant de nous avoir illuminé
et ouvert les portes du savoir,
et de nous avoir donné la volonté et le courage, la puissance et la patience pour accomplir ce
modeste travail.*

*Nos profonds remerciements s'adressent en premier lieu à notre promoteur
M^r BENMOULOUD Abdelouafi Maitre de conférences B à l'UMBB
pour avoir accepté de nous encadrer avec bienveillance,
pour son aide, ses précieux conseils, sa confiance, sa patience, ses encouragements pendant
les moments les plus difficiles.
Vraiment merci pour une qualité d'encadrement si sérieuse et si consistante.*

*Nous adressons également nos vifs remerciements à **M^{me} ISSAAD N.**
Maitre assistante à l'UMBB
qui nous a fait l'honneur en acceptant de présider le jury de mémoire.*

*Nous exprimons nos vifs remerciements à **M^{me} OUZID Y.**
Maitre de conférences B à l'UMBB
pour l'honneur qu'elle nous a fait en acceptant de faire partie de ce jury et
d'examiner ce mémoire.*

*Nos saluons également **M^{me} Halli L.**
Responsable de laboratoire Substance naturelle (Saidal, Alger).*

*Nous saluons infiniment **M^r DJEZIRI** chef de laboratoire de science alimentaire à bloc de
recherche de l'INH
pour son aide et ces précieux conseils.*

*Nos profondes reconnaissances et nos vifs remerciements à **M^r Hamza, M^{me} Farida et M^{me}
Hayet.***

*Nos sincères remerciements et gratitude s'adressent à l'ensemble des enseignants du
Département de Biologie et spécialement de notre spécialité
Biochimie appliquée.
A tous nos ami(e)s.*

*A tous les étudiant(e)s de Master II Biochimie appliquée
de la promotion 2020/2021.*

*A toute personne qui a participé de près ou de loin, directement ou indirectement dans la
préparation de ce modeste travail.*

Dédicace

Avec l'aide de Dieu le tout puissant, j'ai pu achever ce modeste travail que je dédie:

*A **Mon très cher Père** : Aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, l'estime,
le dévouement et le respect que j'ai toujours pour vous.*

Rien au monde ne vaut les efforts fournis jour et nuit pour mon éducation et mon bien être.

*A **Ma très chère mère** qui a œuvré pour ma réussite, de part son amour,
son soutien, son assistance et sa présence dans ma vie ainsi que tous les sacrifices
consentis et ses précieux conseils, reçois à travers ce travail l'expression de mes
sentiments et de mon éternelle gratitude.*

*Ce travail est le fruit des sacrifices que vous avez consentis pour mon éducation
et ma formation le long de ces années.*

A Mes soeurs en particulier ma jumelle Maroua

A mes frères, tantes, oncles, cousines, et cousin

A Mes amie : Sameh, Asmaa, Zayneb, Wafa, Lynda

A ma binôme Djemana

Chaimaa

Dédicace

Avec l'aide de Dieu le tout puissant, j'ai pu achever ce modeste travail que je dédie:

***A Ma très chère mère** qui a oeuvré pour ma réussite, de part son amour, son soutien, son assistance et sa présence dans ma vie ainsi que tous les sacrifices consentis et ses précieux conseils, reçois à travers ce travail l'expression de mes sentiments et de mon éternelle gratitude.*

***A Mon très cher Père** : Aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, l'estime, le dévouement et le respect que j'ai toujours pour vous. Rien au monde ne vaut les efforts fournis jour et nuit pour mon éducation et mon bien être. Ce travail est le fruit des sacrifices que vous avez consentis pour mon éducation et ma formation le long de ces années.*

A celui que j'aime beaucoup et qui m'a soutenue tout au long de ce projet :

*Mon marié : **Mohammed***

A Mes soeurs : Amira, Hadjer, Nour El yakin, Meriem

A mes tantes

A Mes amie : Sameh, Saada, Nour El houda, Yakouta, Nawel, Lynda, Ikram

A ma binôme Chaimaa

Djemana

Liste des Abréviations

AA	: Acide ascorbique
AG	: Acide gllique
Al	: Aluminium
Alcl3	: Chlorure d'aluminium
°B	: Degré de Brix
C	: Contrôle
°C	: Degré Celsius
CD	: Cendre
Cm	: Centimètre
Cr	: Chrome
CV	: Coefficient de variation
D	: Dalton
DB	: Degla Beida
DD	: Datte de désert
DN	: Deglet Nour
DO	: Densité Optique
DPPH	: 1,1-Di Phenyl-2-Picryl Hydrazyl
EAG	: Equivalent Acide Gallique
EQ	: Equivalents Quercétine
éq	: équivalent
ET	: Ecart type
FeCl₃	: Chlorure de fer
g	: Gramme
HPLC	: Chromatographie en phase liquide haute performance
H	: Humidité
HM	: Hmira
IC50	: Concentration inhibitrice de 50% d'hémolyse
IR	: Indice de réfraction
Kg	: Kilogramme
M	: Masse
MF	: Matière fraîche
mg	: Milligramme
Mha	: Million hectar
MO	: Matière organique
MS	: Matière Sèche
ms/cm	: Millisiemens par centimètres
MT	: Million tonne
Na₂s₂o₃	: Thiosulfate de sodium
NDB	: Noyau Degla Beida
NDD	: Noyau Datte de désert
NDN	: Noyau Deglet Nour

NHM	: Noyau Hmira
nm	: Nanomètre
OMS	: Organisation Mondiale de la Santé
P	: Poids
pH	: Potentiel hydrogène
TSS	: Taux de solide soluble
UMBB	: Université M'hamed Bougara Boumerdès
µg	: Microgramme
µ.s	: Microsiemens
UV	: Ultra violet

Sommaire

Introduction	1
Rappels bibliographique	
I. Généralités sur les dattes.....	2
I.1. Répartition géographique du palmier dattier.....	2
I.2. Description de la datte.....	2
I.3. Morphologie de la datte.....	2
I.4. Formation et maturation de la datte.....	3
I.5. Classification de la datte selon la consistance	3
I.6. Variétés de dattes	4
I.6.1. Deglet Nour.....	4
I.6.2. Variétés communes	4
I.6.2.1. Hmira.....	4
I.6.2.2. Datte de désert.....	4
I.6.2.3. Ghars.....	5
I.6.2.4. Degla Beida.....	5
I.6.2.5. Mech Degla.....	5
II. Composition biochimique de la datte.....	6
II.1. Composition biochimique de la partie comestible (pulpe)	6
II.2. Composition biochimique de la partie non comestible "Noyau "	8
III. Caractéristiques physicochimiques des dattes.....	8
III.1. Teneur en eau.....	8
III.2. pH.....	8
III.3. Teneur en cendre.....	8
III.4. Conductivité électrique	8
III.5. Acidité	8
III.6. Degré de Brix°	8
III.7. Indice de réfraction.....	8
IV. Composition biochimique.....	8
IV.1. Métabolites secondaires.....	9
IV.1.1. Polyphénols.....	9
IV.1.2. Coumarines.....	10
IV.1.3. Composés azotés(Alcaloïdes).....	10
IV.1.4. Composés isoprénoïdes.....	11
IV.1.5. Saponines.....	11
V. Activité biologique.....	11
V.1. Activité antioxydant	11
VI. Valeur nutritionnelle des dattes.....	12
VI.1. Différentes utilisations des dattes.....	12
VI.1.1. Utilisations alimentaires.....	12
VI.1.2. Utilisations médicinales	12
Matériel et Méthodes	
I. Matériel	13

I.1. Matériel non biologique	13
I.2. Matériel végétal	13
I.2.1. Préparation de la poudre.....	13
I.2.1.1. Séparations pulpe- noyau.....	13
I.2.1.2. Lavage.....	13
I.2.1.3. Séchage.....	13
I.2.1.4. Broyage.....	13
II. Méthode d'analyse	13
II.1. Caractérisation morphologique de pulpe et noyaux de dattes	13
II.2. Caractérisation physico-chimique	14
II.2.1. Détermination du pH	14
II.2.2 Teneur en eau.....	14
II.2.3. Détermination de la conductivité électrique.....	14
II.2.4. Détermination de la teneur en cendres.....	15
II.2.5. Détermination de la densité.....	15
II.2.6. Détermination du taux solide soluble (TSS ou Brix°).....	15
III.Extraction à froid par macération	15
IV. Analyse quantitatif des composés phénoliques	16
IV.1. Dosage des polyphénols	16
IV.3. Dosage des flavonoïdes	16
V. Activité antioxydante	17
V.1. Test au DPPH (2,2-diphényl-1-picryl hydrazyle)	17

Résultats et discussion

I. Analyse physicochimique	18
I.1. pH	18
I.1.1. Pulpe des dattes.....	18
I.1.2. Noyau des dattes.....	18
I.2. Détermination de la teneur en eau	19
I.2.1. Le taux d'humidité de la pulpe de datte.....	19
I.2.2. Le taux d'humidité du noyau de datte.....	19
I.3. Conductivité électrique	20
I.3.1. Conductivité électrique de pulpe de datte.....	20
I.3.2. Conductivité électrique de noyau de datte.....	20
I.4. Teneur en cendre	20
I.4.1. Teneur en cendre de pulpe de datte.....	20
I.4.2. La teneur en cendre de noyau de datte.....	21
I.5. Indice de réfraction	21
I.5.1. Indice de réfraction pour la pulpe de datte	21
I.5.2 Indice de réfraction pour le noyau de datte.....	21
I.6. Degré de Brix	21
I.9.1. Degré de Brix pour la pulpe de dattes	22
I.9.2. Degré de Brix pour le noyaux de dattes.....	22
I.7. Densité	22
I.10.1. Densité de la pulpe de dattes.....	22
I.10.2. Densité des noyaux de datte.....	22
II. Teneur en Polyphénol	22

III. Flavonoïde	23
IV. Activité antioxydante.....	24
Conclusion et perspectives	25
Références bibliographiques.....	26
Résumés	36

INTRODUCTION

Introduction

Le palmier dattier a longtemps été l'une des cultures fruitières les plus importantes des pays du sud, où les dattes sont les principales sources de revenus et l'aliment de base de certaines populations locales. De plus, cette culture n'est pas seulement une source de revenus d'un point de vue économique, mais aussi une clé pour fixer les populations et créer ou maintenir des centres de vie.

La culture de la datte a augmenté au cours des dernières décennies, passant de 1,05 millions d'hectare de superficie cultivé et 6,44 millions de tonne de production en 2000 à 1,09 Mha et 8,53 MT en 2018. Ces données suggèrent également une augmentation importante de rendement des cultures (**FAOSTAT, 2020**). L'Algérie est classée parmi les principaux pays producteurs de dattes (4^{ème} rang mondial avec 14% de la production mondiale) (**Ministère de commerce, 2017**).

La datte est un produit alimentaire très nutritif riche en sucres simples tels que le glucose et le fructose (65 à 80 %). Il constitue une bonne source de fibres, de minéraux essentiels et de vitamines (**Tassoult et al., 2021**). Dans notre pays est surtout dans le sud ; il existe des variétés de datte commerciale à l'échelle national et international c'est Deglet Nour pour sa haute qualité nutritionnelle ; comme il existe aussi des variétés de seconde qualité comme Hmira et Degla Beida.

Alors que le fruit de la datte est un élément de confiserie essentiel commercialisé comme divers produits alimentaires en raison de sa haute valeur nutritionnelle, les grains qui constituent environ 10% de la masse de fruit sont principalement un sous-produit. Les grains de dattes sont principalement utilisés comme complément dans les aliments pour animaux.

Afin d'étudier les composés biochimiques et évaluer quelques activités biologiques des dattes, nous avons réalisé des analyses physicochimiques, déterminations des composés phénoliques et évaluation de l'activité antioxydante des dattes et leurs noyaux.

Ce travail est subdivisé en deux parties :

- La première partie consiste en une synthèse bibliographique donnant des notions générales sur les dattes, les composés phénoliques et leur intérêt, ainsi que l'activité antioxydante.
- La deuxième partie est une étude expérimentale qui comprend :
 - Une partie décrivant le matériel ainsi que les méthodes et les protocoles expérimentaux utilisés pour la préparation des extraits de dattes.
 - L'estimation de la teneur de ces extraits en composés phénoliques totaux, en flavonoïdes par des méthodes spectrophotométriques, suivie par l'étude de leur activité antioxydante.
- Suivie par une discussion à la lumière de la littérature et enfin une conclusion générale clôturera ce mémoire.

RAPPELS
BIBLIOGRAPHIQUES

I. Généralités sur les dattes

I.1. Répartition géographique du palmier dattier

Dans le monde, le palmier dattier fait l'objet d'une plantation intensive en Afrique méditerranéenne et au Moyen-Orient. L'Espagne est l'unique pays Européen producteur de dattes principalement dans la célèbre palmeraie d'Elche (**Toutain, 1996**).

Aux Etats-Unis d'Amérique, le palmier dattier fût introduit au 18^{ème} siècle. Sa culture n'a débutée réellement que vers les années 1900 avec l'importation des variétés Irakiennes.

Le palmier dattier est également cultivé à plus faible échelle au Mexique, en Argentine et en Australie (**Bouguedoura, 1991**).

En Algérie, la palmeraie est essentiellement concentrée dans le sud-est, son importance décroissant en allant vers l'ouest et le sud, la palmeraie Algérienne est située comme suit : dans le sud-est (El-Oued, Ouargla et Biskra) qui possède 67% de la palmeraie Algérienne, le sud-ouest (Adrar et Béchar) avec 21% de palmeraie, l'extrême Sud (Ghardaïa, Tamanrasset, Illizi et Tindouf) avec 10% et d'autres régions qui représentent 2% de la palmeraie (**Messar, 1996**).

La classification botanique du palmier dattier donnée par **Djerbi (1994)** est la suivante :

Embranchement	Angiospermes
Classe	Monocotylédones
Ordre	Palmales
Famille	Palmacées
Genre	<i>Phoenix</i>
Espèce	<i>Phoenix dactylifera L.1753</i>

I.2. Description de la datte

La datte est une baie, de forme généralement allongée, oblongue ou arrondie, leurs dimensions sont très variables de 1,5 à 8 cm de longueur et d'un poids de 2 à 20 g. Leur couleur va du blanc jaunâtre au sombre très foncé presque noir, en passant par les ambres, rouges et bruns. La datte contient une seule graine dite « noyau » (**Etienne, 2002**).

I.3. Morphologie de la datte

La datte est constituée de deux parties, une partie non comestible « noyau » et une partie comestible « pulpe ou chair ».

La partie comestible de la datte est constituée des éléments suivants (**Espiard, 2002**) :

- **Péricarpe** ou enveloppe cellulosique fine dénommée peau.
- **Mésocarpe** généralement charnu, de consistance variable selon sa teneur en sucre et de couleur soutenue.
- **Endocarpe** de teinte plus claire et de texture fibreuse, parfois réduit à une membrane parcheminée entourant le noyau.

I.4. Formation et maturation de la datte

Au cours de l'évolution physiologique du fruit qui débute par la fécondation de l'ovule, le fruit se forme. Il s'agit de la nouaison. Le fruit se développe en changeant de taille, de couleur, d'aspect et de consistance, jusqu'au stade dit de «Tmar» où le fruit est mûr. En même temps, sa composition chimique évolue. Durant son évolution qui dure environ 200 jours, la datte passe par des stades successifs qui sont au nombre de cinq.

- **Stade I (Hababouk) :** stade qui suit la pollinisation.
- **Stade II (Kimiri) :** caractérisé par le grossissement des dattes (augmentation du poids et du volume), un taux d'humidité élevé, une accumulation de sucres réducteurs et une très forte acidité.
- **Stade III (Khalal) :** marqué par une augmentation rapide de la teneur en sucres totaux, du saccharose et de la matière solide, alors que l'acidité et le taux d'humidité décroissent.
- **Stade IV (Routab) :** la datte devient molle et perd son astringence (les tannins sous la peau précipitent sous forme insoluble).
- **Stade V (Tamr ou Mûr) :** correspond à l'étape finale de la maturation du fruit ; la datte a alors perdu presque toute son eau.

Les dattes au stade Bser sont de couleur jaune, mielleuse au stade Routabe et brun foncé à maturité. L'épicarpe est vitreux brillant, collé et légèrement plissé. Le mésocarpe est charnu, de consistance molle et de texture fibreuse (**Bessas et al., 2008**).

I.5. Classification de la datte selon la consistance

La classification des dattes peut être basée sur la forme, la texture et les propriétés organoleptiques de la datte.

La consistance est le caractère sur le quel les dattes sont réparties en 3 catégories (**Espiard, 2002**) :

- **Les dattes molles :** taux d'humidité supérieur ou égal à 30%, elles sont à base de sucres invertis (fructose, glucose) de texture fibreuse et aqueuse tel que Ghars, Hamraia, Litima...etc.
- **Les dattes demi-molles :** de 20 à 30% d'humidité, elles occupent une position intermédiaire à l'exception de la Deglet-Nour.
- **Les dattes sèches :** dures, qui durcissent sur l'arbre, avec moins de 20% d'humidité, riche en saccharose. Elles ont une texture farineuse telle que Meche-Degla, Degla Beida, etc...

I.6. Variétés de dattes

Les variétés de dattes sont très nombreuses, seulement quelques-unes ont une importance commerciale. Elles se différencient par la saveur, la consistance, la forme, la couleur, le poids et les dimensions (**Buelguedj, 2001**).

En Algérie, il existe plus de 940 cultivars de dattes (**Hannachi et al., 1998**). Les principales variétés cultivées sont :

I.6.1. Deglet Nour

Variété commerciale par excellence. La Deglet Nour (Deglet-En-Nour) qui veut dire « doigts de lumière » a été ramenée en Algérie vers le 8^{ème} siècle. C'est un fruit très énergétique. Cette datte est légendaire pour la perfection qu'on lui connaît. Elle est qualifiée de « la reine des dattes » et l'un des produits phares de l'agriculture Algérienne. Dotée d'un goût très doux, juteuse et quasi-transparente, elle est la plus populaire des dattes.

La datte Deglet Nour est une datte demie molle et excellente. Ses dimensions, selon **Maatallah (1970)** sont les suivantes :

- Un poids moyen de 12g,
- Une longueur moyenne de 6 cm,
- Un diamètre moyen de 1,8 cm,
- Un noyau lisse, de petite taille 0,8-3 cm, pointu aux deux extrémités. La rainure ventrale est peu profonde, le micropyle est central.

Les dattes Deglet Nour ont une forme fuselée, ovoïde, légèrement aplatie du côté périanthe. Au stade Tmar, la datte devient ombrée, avec un épicarpe lisse et brillant. Le mésocarpe est fin, de texture fibreuse (**Bennamia et Messaoudi, 2006**).

I.6.2. Variétés communes

Ces variétés sont de moindre importance économique par rapport à Deglet-Nour. Les variétés les plus répandues sont ; Ghars, Degla-Beida et Mech-Degla (**Kendri, 1999 ; Masmoudi, 2000**).

I.6.2.1. Hmira

Variété très répandue dans la willaya d'Adrar. Son nom « Hmira » est due à sa couleur rougeâtre, a une consistance molle à demi-molle et de degré de commercialisation important (**Hannachi et al., 1998**).

I.6.2.2. Datte de désert

La datte du désert (*Balanites aegyptiaca* L.) appartient à la famille des *Zygophyllaceae* qui prospère dans les régions arides et semi-arides d'Afrique, de la péninsule arabe et dans les zones les plus sèches du Pakistan et de l'Inde (**Hall et Walker, 1991 ; Chapagain et al., 2006**). Elle se compose d'un épicarpe, d'un mésocarpe comestible et d'un endocarpe ligneux dur avec un noyau riche en huile qui a été successivement utilisé dans la production de biodiesel (**Hall et Walker, 1991 ; Chapagain et al., 2009 ; Okia et al., 2011**).

Le fruit est pulpeux (goût aigre-doux) avec une seule graine à noyau, verte lorsqu'elle est jeune et devenant jaune et brune lorsqu'elle mûrit. La graine est dure à une couleur brun clair, fibreuse, et représente 50 à 60 % du poids du fruit (**Abeer et al., 2021**).

Il s'agit d'une drupe de la taille d'une prune et légèrement à cinq rainures composée d'épicarpe (5-9 %), de mésocarpe (28-33 %), d'endocarpe (49-54 %) et d'amande (8-12 %) (**Mohamed et al., 2002**). L'amande peut contenir 30 à 60 % d'huile et 20 à 30 % de protéines (**Aviara et al., 2005**). Le mésocarpe du fruit contient environ 7,10 % de protéines, tandis que la pulpe contient 14,1 % de matières grasses et des quantités considérables de zinc (8,3 mg/g poids sec) (**Okia et al., 2011**).

La datte du désert a de nombreuses utilisations, notamment alimentaires, médicinales ou cosmétiques avec des fruits, des noyaux et de l'huile utilisés pour la consommation humaine (**Diedhiou et al., 2021**).

De nombreuses études ont étudié les activités biologiques des extraits de fruits dattes de désert et a démontré ses propriétés antioxydantes, hypocholestérolémiantes, anti-cardiovasculaires, activités hépatoprotectrices et hypoglycémiantes (**Staerk et al., 2007**). Dans la médecine populaire Egyptienne, les fruits sont utilisés comme agent hypoglycémiant et pour traiter la coqueluche, les maladies de la peau, la dysenterie, la constipation, les maladies du foie et les vers intestinaux (**Chothani et Vaghasiya, 2011**). Tandis que, dans les pays voisins du Sénégal, la pulpe pressée est utilisée pour traiter l'ulcère gastrique, l'hypertension et la constipation (**Sagna et al., 2014**).

I.6.2.3. Ghars

La datte Ghars se caractérise essentiellement par une consistance très molle, à maturité complète. Ses dimensions sont selon **Belguedj (2002)** sont les suivantes:

- Un poids moyen de 9 g,
- Une longueur moyenne de 4 cm,
- Un diamètre moyenne de 1,8 cm.

I.6.2.4. Dagla Beida

La datte est de forme fuselée et de taille moyenne. A maturité, elle est de couleur beige, le mésocarpe est charnu, de consistance sèche et de texture farineuse. Le noyau est gros parfois allongé, de couleur marron à surface lisse (**Belguedj, 2002**).

I.6.2.5. Mech Degla

Datte sèche dont la chaire est fermée et résistante Son rendement varié entre 50 et 60 kg/arbre. La datte Mèche-Degla est de forme sub-cylindrique légèrement rétrécit à l'une de ces extrémités, teintés d'un marron peu prononcé. A maturité, la datte est plutôt beige claire, l'épicarpe est ridé, peu brillant et cassant. Le mésocarpe est plus charnu de consistance séché et de texture fibreuse (**Belguedj, 2002**).

II. Composition biochimique de la datte

II.1. Composition biochimique de la partie comestible (pulpe)

La pulpe est composée essentiellement d'eau, de sucre simples (fructose, glucose et saccharose) et de protéines, cellulose, lipides, sels minéraux et vitamines. Les sucres et l'eau sont les constituants les plus importants de la datte et confèrent, par leur proportion, la consistance de la chair de datte (**Estanove, 1990**).

➤ L'eau

La teneur en eau est en fonction des variétés, stade de maturation et du climat (**Matallah, 1970**). Selon **Booij et al. (1992)**, l'humidité décroît des stades verts aux stades murs. D'une manière générale, la teneur moyenne en eau des dattes varie de 10 à 40% du poids frais.

➤ Les sucres totaux et réducteurs

Les sucres sont les constituants majeurs de la datte. La teneur en sucres totaux est très variable, elle dépend de la variété et du climat. Elle varie entre 70 et 90 % du poids de la matière sèche (**Belguedj, 2002**). L'analyse des sucres de la datte a révélé essentiellement trois types : fructose, glucose et saccharose (**Estanove, 1990**). La pulpe de la datte sèche contient environ 75 à 80 % de sucres. Dans la plupart des variétés, ces sucres sont presque entièrement de type inverti (fructose et glucose).

Ceci n'exclue pas la présence d'autres sucres en faible proportion tels que : le galactose, le xylose et le sorbitol (**Siboukeur, 1997**).

➤ Protéines et acides aminés

La pulpe de la datte ne contient qu'une faible quantité de protéines. Le taux diffère selon les variétés et surtout selon le stade de maturité, il est en général de l'ordre de 1,75% du poids de la pulpe. Aussi, il a été montré que le pourcentage de protéines présent dans les noyaux des dattes est plus important que celui de la pulpe (**Abou-Zeid et al., 1991**).

Les études d'**Al-Shahib et Marshall (2003)** ont montré que les protéines de la datte contiennent 23 acides aminés dont certains ne sont pas présents dans certains fruits comme la banane, la pomme et l'orange.

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

➤ Matières grasses

La pulpe de la datte contient peu de matière grasse. Celle-ci est concentrée dans la peau (2,5-7,5% de la matière sèche) et joue un rôle plus physiologique que nutritionnel. Ce rôle se traduit par la protection du fruit (**Barreveld, 1993**).

➤ Les fibres

La datte est riche en fibres, elle en apporte 6,4 à 11,5 % du poids sec (**Al-Shahib et Marshall, 2002**). Les constituants pariétaux de la datte sont : la pectine, la cellulose,

l'hémicellulose et la lignine, ce sont des agents qui interviennent dans la modification de la fermentation de la datte (**Benchabane, 1996**).

➤ Les éléments minéraux

La pulpe de datte est riche en éléments minéraux et constitue de ce fait un aliment intéressant (**Munier, 1973**). Les dattes renferment 1,5 à 1,8g par 100g (**Messaid, 2008**). Le profil minéral des dattes se caractérise par l'abondance de potassium. En plus, elle constitue une source non négligeable en calcium, phosphore, magnésium et fer.

➤ Les oligo-éléments (le chrome)

Lorsque l'on parle de chrome de source alimentaire, celui requis par le corps humain on se réfère au chrome trivalent (Cr^{3+} ou Cr (III)). Tout comme les autres oligo-éléments, la quantité de chrome présente dans les aliments est petite et varie en fonction de l'exposition au chrome dans l'environnement ou de la production. Les dattes (séchées) présentent une teneur en chrome de 29 ($\mu\text{g}/100\text{g}$) (**Eufic, 2019**).

➤ Vitamines

En général, la datte ne constitue pas une source importante de vitamines. La fraction vitaminique de la datte se caractérise par des teneurs appréciables de vitamine de groupe B.

Pigments

Les principaux pigments identifiés dans les dattes sont : caroténoïdes, anthocyanines, flavones, flavonols, lycopenes et lutéine dans certaines variétés de dattes (**Barreveld, 1993**).

Les composés phénoliques

La datte renferme des substrats dits composés phénoliques. L'analyse qualitative des composés phénoliques de la datte a révélée la présence des acides cinnamiques, des flavones, des flavanones, et des flavonols (**Mansouri et al., 2005**).

Selon **Henk et al. (2003)**, les polyphénols jouent un rôle important dans le corps : ils ont des effets anti-inflammatoires, antioxydants, abaissent la tension artérielle et renforcent le système immunitaire.

➤ Acides organiques

Le jus de datte est légèrement acide. **Rygg (1946)**, rapporte que les dattes mûres se caractérisent par une acidité moins importante avec un pH de 5. **Youssef et al. (1992)** ont analysé deux variétés de dattes et ont montré l'existence de trois acides organiques : malate, citrate et oxalate.

➤ Composés volatils (Flaveur)

L'identification des composés d'arômes des dattes permet d'apprécier leur qualité organoleptique, elle revêt en outre un intérêt technologique en guidant les industriels dans certains processus de transformation du fruit. Quarante-sept composés ont été identifiés dont vingt-trois non identifiés auparavant dans la datte. Cinq composés : la 2,3-pentanedione, le 2-éthyl-butanol, l'hexanal, le n-pentanol et le limonène se sont révélés être communs à toutes les variétés (**Harrak et al., 2005**).

➤ Les enzymes

Les enzymes jouent un rôle important dans le processus de conversion au cours de formation et la maturité du fruit datte (**Belguedj, 2002**). Les activités des 4 enzymes sont particulièrement intéressantes pour la datte mure (**Barreveld, 1993**).

II.2. Composition biochimique de la partie non comestible "Noyau "

Le noyau présente 7 à 30 % du poids de la datte. Il est composé d'un albumen blanc, dur et corné, protégé par une enveloppe cellulosique (**Espiard, 2002**).

III. Caractéristiques physicochimiques des dattes

III.1. Teneur en eau

La teneur en eau est en fonction de la variété, du stade de maturation et du climat. Elle varie entre 8 et 30 % du poids de la chaire fraîche avec une moyenne d'environ 19 % (**Noui, 2007**).

III.2. pH

Le pH de la datte est légèrement acide, il varie entre 5 et 6. Ce pH est préjudiciable aux bactéries mais approprié au développement de la flore fongique (**Reynes et al., 1994**).

III.3. Teneur en cendre

Le taux de cendre représente la quantité totale en sels minéraux présents dans un échantillon.

III.4. Conductivité électrique

La conductivité électrique des dattes exprime la teneur du produit en matière minérale. Elle est exprimée en $\mu\text{s/cm}$.

III.5. Acidité

L'acidité de la datte est faible et varie entre 2,02 et 6,3 g d'acide/Kg (**Bessas, 2008**).

III.6. Degré de Brix

C'est la concentration en saccharose d'une solution aqueuse. Une teneur importante traduit la richesse des dattes étudiées en matière glucidiques.

III.7. Indice de réfraction

C'est le degré de pureté d'un échantillon aqueuse.

IV. Composition biochimique

La plante est le siège d'une activité métabolique aboutissant à la synthèse des métabolites primaires et secondaires (**Hartmann, 2007**).

Les plantes synthétisent de nombreux composés appelés métabolites primaires qui sont indispensables à leur existence. Ceux-ci englobent des protéines, des lipides et des hydrates de carbone qui servent à la subsistance et à la reproduction, non seulement de la plante elle-même mais encore des animaux qui s'en nourrissent. De plus, les plantes synthétisent une gamme extraordinaire d'autres composés appelés métabolites secondaires dont la fonction est loin de faire l'unanimité. De nombreux métabolites secondaires sont des « antibiotiques » au

sens large, car ils protègent les plantes contre les champignons, les bactéries, les animaux et même les autres plantes (Cox et Balick, 1994).

IV.1. Métabolites secondaires

Les métabolites secondaires sont des molécules ayant une répartition limitée dans l'organisme de la plante. Ils sont nécessaires à sa défense contre les agressions extérieures.

Les dattes sont également enrichies d'antioxydants naturels tels que les acides phénoliques, flavonoïdes, tannins et anthocyanes (Oni et al., 2015).

IV.1.1. Polyphénols

Les polyphénols sont des molécules synthétisées par les végétaux lors du métabolisme secondaire pour se défendre contre les agressions environnementales. Ils sont localisés dans différentes parties des plantes selon l'espèce végétale et le groupe polyphénolique considérés.

Ces composés regroupent une multitude des molécules et représentent l'un des groupes les plus importants présents dans le règne végétal.

Comme définition, les polyphénols sont des composés phénoliques hydrosolubles de poids moléculaire compris entre 500 et 3000 Dalton, et ayant, outre les propriétés habituelles des phénols, la capacité de précipiter les alcaloïdes, la gélatine et autres protéines (Hagerman et al., 1998 ; Sarni-Manchado et Cheynier, 2006).

IV.1.1.1. Acides phénoliques

Les acides phénoliques peuvent être divisés en deux groupes : les acides benzoïques et des acides cinnamiques et leurs dérivés.

Les acides benzoïques ont sept atomes de carbone et sont les plus simples des acides phénoliques présents dans la nature.

Les acides cinnamiques ont neuf atomes de carbone. Ces substances sont caractérisées par un noyau benzénique, un groupe carboxylique et un ou plusieurs groupes hydroxyles et/ou méthoxyles dans la molécule (Yang et al., 2001).

IV.1.1.2. Flavonoïdes

Les flavonoïdes sont des composés naturels qui constituent un groupe majeur de polyphénols. Ils sont caractérisés par leur structure aromatique C₆-C₃-C₆, et qui contiennent les flavones, les flavonoles, les isoflavones, les flavonones et les chalcones. Ils sont considérés comme des pigments quasi universels des végétaux, dont plusieurs sont responsables de la couleur vive des fleurs, des fruits et des feuilles.

IV.1.1.3. Tanins

Le terme « tannin » ou « tanin » vient de la source de tanins utilisée pour le tannage des peaux d'animaux en cuir. Dans ce processus, les molécules de tanins se lient aux protéines par des liaisons résistantes aux attaques fongiques et bactériennes (Dangles et al., 1992).

Les tanins sont définis comme des composants polyphénoliques dont le poids moléculaire est compris entre 500 et 3000 Dalton (**Selvakumar et al., 2007**).

Les tanins peuvent être divisés selon **Scalbert (1991)** en deux groupes :

Les tanins hydrolysables : appelés tanins pyrogalliques, ce sont des polyesters de glucides et d'acides-phénol. On distingue les tanins galliques et les tanins ellagiques (**Ghestem et al., 2001**).

Les tanins condensés : leur structure est voisine de celle des flavonoïdes, ils ne possèdent pas de sucre dans la molécule. Ils sont formés de deux ou plusieurs molécules de flavan-3ols, dont l'union se fait par des liaisons carbone – carbone (**Harborne, 1989**).

IV.1.2. Coumarines

Les coumarines sont plus répandues dans le règne végétal et elles possèdent des substitutions (OH ou OCH₃) en position 6 et 7. Ils sont considérés en première approximation comme étant des lactones des acides O-hydroxy-Cinnamiques. Ce sont des dérivés de la benzo α -pyrone (**O'Kennedy et Thornes, 1997**).

Leurs propriétés sont très diverses, les plus connues : vasodilatateur, fluidification du sang et effets bénéfiques en cas d'infections cutanées.

IV.1.3. Composés azotés (Alcaloïdes)

Les alcaloïdes sont des composés organiques azotés et basiques tirés d'un végétal et existent sous forme de sels (citrate, tétrahydro, benzoate) ou d'une combinaison avec les tannins, leur masse moléculaire varie de 100 à 900 g/mole. Ils sont solubles dans les solvants organiques apolaires ou polaires et solubles dans les solutions hydro alcooliques (**Bruneton, 1999**).

Les alcaloïdes sont utilisés en médecine, par exemple la morphine supprime la douleur ; la «quinone» est un remède contre le paludisme, précisons enfin que la nicotine est un insecticide puissant. Environ 20% des espèces de plantes produisent les alcaloïdes. Ces plantes les utilisent pour la plupart d'entre eux dans leur système de défense contre les herbivores et les pathogènes car ces composés sont toxiques (**Memelink, 2001**).

IV.1.3.1. Classification des alcaloïdes

Selon leur composition chimique et surtout leur structure moléculaire, les alcaloïdes peuvent être divisés en plusieurs groupes (**Badiaga, 2011**):

- Phénylalanines: capsaïcine du piment, colchicine du colchique;
- Alcaloïdes isoquinoléiques: morphine, éthylmorphine, codéine et papavérine contenues dans l'opium du pavot;
- Alcaloïdes indoliques: ergométrine, ergotamine, ergotoxine de l'ergot des céréales;
- Alcaloïdes quinoléiques: tige feuillée de la rue commune ;
- Alcaloïdes pyridiques et pipéridiques: ricinine du ricin, trigonelline du fenugrec, conine (poison violent) de la ciguë ;
- Alcaloïdes dérivés du tropane: scopolamine et atropine de la belladone;
- Alcaloïdes stéroïdes: racine de vétrate, douce-amère ou aconite (aconitine).

IV.1.4. Composés isoprénoïdes

Les stéroïdes, les stérols et les terpénoïdes représentent le plus vaste ensemble de métabolites secondaires des végétaux et constituent le principe odoriférant de ces derniers. Cette odeur est due à la libération des molécules volatiles contenant 10, 15 ou 20 atome de carbone (**Bruneton, 1999**).

Il n'y a pas de différence fondamentale entre les tris terpènes et les stéroïdes, ces derniers pouvant être regardés comme des terpènes tétra cycliques qui ont perdu, au maximum trois méthyles (**Mahato, 1992**).

IV.1.5. Saponines

Le nom saponine dérive du mot latin «sapo», qui signifie savon, car ces composés peuvent former une mousse persistante une fois agités avec de l'eau. Ils se composent d'aglycones non polaires liés à un ou à plusieurs sucres. Cette combinaison d'éléments structuraux polaires et non polaires explique leur aspect moussant en solution aqueuse. Les saponines sont des métabolites secondaires hétérosidiques présents dans de nombreuses plantes et quelques organismes marins ou ils auraient un rôle de défense contre des agents pathogènes (champignons, bactéries...) (**Kone, 2009**).

IV.1.5.1. Classification des saponines

Les saponines sont des molécules possédant une partie hydrophile constituée d'oses et une partie lipophile communément appelé génine (aglycone ou sapogénine). Ces hétérosides classées en deux groupes selon la nature de leur génine qui peut être stéroïdique, soit triterpénique (**Martin, 2004**).

Les saponines stéroïdiques sont pour la plus part présents chez les angiospermes monocotylédones et rarement chez les dicotylédones. Leur génine, dont plus d'une centaine est connue, est constitué d'un squelette à 27 atomes de carbone. Deux principaux types existent, hexacyclique (spirostane) ou pentacyclique (furostane) (**Martin, 2004**).

Les saponines triterpéniques sont principalement trouvées chez les Angiospermes cotylédones. Leurs génines sont à 30 atomes de carbone et elles sont soit tétracyclique, soit pentacyclique (**Martin, 2004**).

V. Activité biologique

V.1. Activité antioxydant

Au cours de diverses réactions enzymatiques, des formes hautement réactives de l'oxygène apparaissent telles que, le peroxyde d'hydrogène H_2O_2 , le radical superoxyde $O_2\cdot$, Les peroxydes alkyles $ROOH$ et les radicaux hydroxyles $HO\cdot$, peroxydes $ROO\cdot$, etalkoxydes $RO\cdot$ et d'autres. On les désigne souvent comme espèces réactives de l'oxygène (**Fiorucci, 2006**).

L'activité antioxydant est la capacité des antioxydants à piéger les radicaux libres qui se trouvent dans les systèmes biologiques et de mettre fin à la réaction en chaîne avant que les molécules vitales ne soient endommagées (**Pelli et Lyly, 2003**).

Le dosage du DPPH (1,1- diphenyl-2-picryl hydrazyl) est l'une des méthodes bien connues et largement utilisées pour estimer l'activité antioxydant qui est facile à réaliser et a une

précision acceptable (**Zhou et Yu, 2004**). Le DPPH est un radical libre stable, lorsqu'il accepte un radical hydrogène ou un électron d'un composé antioxydant, il devient une molécule diamagnétique stable et perd sa coloration violette.

VI. Valeur nutritionnelle des dattes

Les dattes molles et demi-molles sont caractérisées par une teneur importante en sucres réducteurs (glucose et fructose) qui sont facilement assimilables par l'organisme. Le profil vitaminique de la datte se caractérise par des teneurs appréciables en vitamines du groupe B.

La datte, un fruit de grande valeur énergétique, 100 g de dattes fournissent approximativement 314 K calories (**Al Farsi et Lee, 2008**).

VII. Différentes utilisations des dattes

On a recours à la datte sous différentes formes. Les utilisations sont en fait multiples et variables d'une région à l'autre, qu'elles soient médicinales ou alimentaires (**Benchelah et Maka, 2006**).

VII.1. Utilisations alimentaires

Les dattes constituent la matière première pour l'élaboration d'un bon nombre de produits alimentaires. Elles accompagnent les plats cuisinés, tels que couscous, tajines, en une grande variété de recettes propres à chaque région, elles se marient bien avec les viandes. Elles entrent dans la composition de nombreuses pâtisseries sous forme de pâtes de dattes, ainsi les célèbres makrout sont très appréciés (**Ould El Hadj et al., 2001; Benchelah et Maka, 2008**). Quant aux noyaux, ils sont utilisés comme compléments alimentaires en périodes difficiles. Aussi, ils sont utilisés comme café après torréfaction (**Benchelah et Maka, 2008**).

VII.2. Utilisations médicinales

Énergétique et riche en minéraux, le fruit permet de lutter contre l'anémie et les déminéralisations, il est donc recommandé aux femmes qui allaitent. Les dattes pilées dans de l'eau soignent les hémorroïdes, les constipations et aussi l'ictère (jaunisse). Quant aux diarrhées, elles sont traitées par les dattes vertes tonifiantes. Calmantes sous forme de sirop très concentré, le robb, cette préparation apaise et endort les enfants. Elle est aussi utilisée pour les maladies nerveuses et dans les affections broncho-pulmonaires. En décoction ou en infusion, les dattes traitent les rhumes. En gargarisme, elles soignent les maux de gorge (**Benchelah et Maka, 2008**).

MATÉRIELS

&

MÉTHODES

Ce travail a pour objectif de réaliser une étude physico-chimique, un screening phytochimique et évaluation de l'activité antioxydante de la pulpe et noyaux de quatre variétés de dattes Algérienne (Deglet Nour, Degla Beida, Hmira et Datte de Désert).

I. Matériel

I.2. Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé dans cette étude comporte quatre variétés (Degla Beida, Deglet Nour et Hmira, Datte de Désert). Nous avons choisi pour cette étude les noyaux et la pulpe de dattes de la récolte septembre 2020. L'origine des dattes de Deglet Nour et Degla Beida est la région de Biskra alors que Hmira et Datte de Désert provienne de la région de Béchar. Dans cette étude, les noyaux et pulpes étudiés des quatre variétés sont séchés dans une étuve à 50°C puis finement broyés pour obtenir une poudre fine.

I.2.1. Préparation de la poudre

La préparation des noyaux comprend les étapes suivantes:

I.2.1.1. Séparations pulpe- noyau

I.2.1.2. Lavage

Les noyaux et la pulpe sont lavés à l'eau chaude pour enlever les traces de pulpe et toutes sortes d'impuretés qui collent à ces derniers.

I.2.1.3. Séchage

Après lavage, les noyaux et les pulpes sont placés dans une étuve portée à une température de 50°C jusqu'à l'évaporation de l'eau afin de faciliter le broyage.

I.2.1.4. Broyage

Le broyage a été réalisé au moyen d'un broyeur à meules afin d'avoir de petits fragments qui sont à leur tour broyés à l'aide d'un mixeur électrique.

II. Méthode d'analyse

Elles se rapportent aux expériences suivantes :

- ✓ Caractérisation physico-chimique des noyaux et pulpe des dattes;
- ✓ Humidité des noyaux et pulpe des dattes;

II.1. Caractérisation morphologiques de pulpe et noyaux de dattes

Les caractéristiques morphologiques sont déterminées sur les noyaux et pulpe des dattes prélevés au hasard.

II.2. Caractérisation physico-chimique

Extraction du jus de dattes (en tant que matière première) se fait comme suit :

Dans un bécher on met 5g de poudre de datte + 60ml d'eau distillée, bien agiter puis on verse le mélange dans une fiole conique et par la suite on le met dans un bain marie pendant 45 min à 85°C ; après 45min on le filtre sous vide; le jus filtré et récupérer subit des analyses physico- chimique et biochimiques (voir annexe).

II.2.1. Détermination du pH

Les pH de l'extrait des dattes déterminés à l'aide d'un pH mètre. Une électrode de verre, dont le potentiel dépend de la concentration en H_3O^+ de la solution, est plongée dans la solution aqueuse (jus). Une fois le pH-mètre est étalonné, on relève la valeur du pH.

II.2.2. Teneur en eau

Principe

La teneur en eau est déterminée sur une partie aliquote de 1g d'échantillon étalé dans une capsule en porcelaine puis séché dans une étuve réglée à une température de $105 \pm 2^\circ C$, jusqu'à l'obtention d'un poids constant.

Mode opératoire

- Sécher des capsules vides à l'étuve durant 15 min à $105 \pm 2^\circ C$;
- Tarer les capsules après refroidissement dans un dessiccateur ;
- Peser dans chaque capsule 1 g d'échantillon préalablement broyé et le placer dans une étuve réglée à $105 \pm 2^\circ C$ pendant 3 heures.
- Retirer les capsules de l'étuve, les placer dans le dessiccateur et après refroidissement, les peser.

L'opération est répétée jusqu'à l'obtention d'un poids constant (en réduisant la durée de séchage à 30 min) pour éviter la caramélisation.

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

H% : Taux d'humidité ou teneur en eau.

M1 : Masse en g de la capsule avec l'échantillon avant la déshydratation.

M2 : Masse en g de la capsule avec l'échantillon après la déshydratation.

P: Masse en g de la prise d'essai.

II.2.3. Détermination de la conductivité électrique

La conductivité électrique d'une eau est la conductance des colonnes d'eau comprise entre deux électrodes métallique de $1cm^2$ de surface et séparées l'une de l'autre de 1 cm (**Rodier, 1997**).

Une solution à 20% de matière sèche est préparée et l'électrode conductimètre (type Junway) est prolongée dans la solution, la teneur se fait directement sur l'afficheur du conductimètre.

II.2.4. Détermination de la teneur en cendres

La pulpe et noyau de datte broyée est calcinée à 550°C dans un four à moufle jusqu'à obtention d'une cendre blanchâtre de poids constant.

Les étapes ci-dessous ont été suivies :

- Dans des capsules en porcelaine, peser 1 g de pulpe de dattes broyées ;
- Placer les capsules dans un four à moufle réglé à $550 \pm 15^\circ\text{C}$ pendant 5 heures jusqu'à obtention d'une couleur grise, claire ou blanchâtre ;
- Retirer les capsules du four et les mettre à refroidir dans le dessiccateur, puis les peser.

La formule ci-dessous a été utilisée pour exprimer les résultats:

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

Soit :

MO%: Matière organique.

M1: Masse des capsules + prise d'essai

M2: Masse des capsules + cendres.

P: Masse de la prise d'essai.

II.2.5. Détermination de la densité

La densité est obtenue comme étant le rapport entre la masse d'un volume bien déterminé sur le même de jus de datte (masse / volume).

Nous avons pris avec grande attention 9 ml de poudre de noyau et pulpe puis on mesure sa masse à l'aide d'une balance électronique de précision pour prendre son poids. Nous avons répéter l'opération plusieurs fois, le rapport masse / volume est noté, la moyenne est prise comme résultat final.

II.2.6. Détermination du taux de solide soluble (TSS ou Brix°)

Le taux de solides solubles (T.S.S) exprimé également en degré Brix, est déterminé à l'aide d'un réfractomètre, thermostat qui permet une lecture directe de l'indice de réfraction (IR) et du degré Brix. L'indice de réfraction de l'eau par rapport à l'air est égal à 1,33 à la température de 20°C. Si l'on dissout une substance dans l'eau, l'indice de réfraction augmente. Il varie dans le même sens que la concentration de la substance dissoute.

III. Extraction à froid par macération

Au début les dattes étudiées ont été broyées jusqu'à obtention d'une poudre très fine. La poudre obtenue a été conservée dans des flacons et stockée à l'abri de la lumière et de l'humidité jusqu'à l'utilisation.

La méthode d'extraction suivie dans notre étude est l'extraction par macération effectuée selon le protocole de **Mohamed *et al.* (2014)** avec quelques modifications. Le principe de cette méthode est basé sur l'extraction sélective liquide-solide des composés phénoliques.

Brièvement, 50 g de poudre (pulpe ou noyaux) ont été extraits avec 150 ml de méthanol à température ambiante (24°C) pendant 5h en utilisant un agitateur. Les extraits méthanoliques ont été filtrés et concentrés à l'aide d'un évaporateur rotatif à 40°C. Au final, les extraits bruts ont été conservés dans des bouteilles foncées et conservés à 4°C jusqu'à leur utilisation.

IV. Analyse quantitative des composés phénoliques

IV.1. Dosage des polyphénols

Principe

Le réactif de Folin-Ciocalteu est un acide de couleur jaune constitué par un mélange d'acide phosphotungstique ($H_3PW_{12}O_{40}$) et d'acide phosphomolybdique ($H_3PMo_{12}O_{40}$). 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 ; Benamara *et al.*, 2007**).

Mode opératoire

Dans une fiole, on met 1 ml de chaque extrait des huit variétés sélectionnées dilués ($\times 20$) et 1 ml de Folin dilué ($\times 10$), (laisser reposer 3 à 5 min).

Ajouter 1 ml de carbonate de sodium (10%), on mélange.

Incubation durant 1 heure à température ambiante et à l'abri de la lumière.

Lire la DO à 760 nm contre le blanc (1 ml de l'extrait est remplacé par 1 ml d'eau).

Le contenu en phénols totaux des extraits a été déterminé en utilisant le protocole de (**Sfahlan *et al.*, 2009**). Une courbe d'étalonnage a été réalisée dans les mêmes conditions en utilisant l'acide gallique comme standard afin de déterminer les concentrations en phénol totaux des extraits exprimées en mg acide gallique/100 g MS.

IV.3. Dosage des flavonoïdes

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 (**Boulekbache, 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 (**Ribereau-Gayon, 1968**) formés sont responsables de l'absorption de la lumière dans le visible (**Ribereau-Gayon, 1968**).

Mode opératoire

- 1 ml de extrait dilué x20
- 1 ml d'AlCl₃ (2%) ou FeCl₃
- Mélanger et incuber à température ambiante
- Laisser pendant 1h
- Lire la DO à 430nm contre le blanc.

Les concentrations des flavonoïdes contenus dans les différents extraits ont été calculées en se référant à la courbe d'étalonnage (0-40 µg/ml) obtenue en utilisant la quercétine comme standard. Les résultats sont exprimés en m éq g quercétine/100g de MS (m éq g quercétine/100g de MS). Le blanc est représenté par le méthanol additionné à l'AlCl₃. Les concentrations des flavonoïdes contenus dans les extraits de dattes sont calculées en se référant à la courbe d'étalonnage obtenue en utilisant la quercétine comme standard.

V. Activité antioxydante

V.1. Test au DPPH (2,2-diphényl-1-picryl-hydrazyle)

La stabilité du radical libre (2,2 Diphenyl 1 picryl-hydrazyl) (DPPH) résulte de la délocalisation importante de l'électron célibataire sur la totalité de la molécule empêchant, ainsi, la dimérisation de se produire comme c'est souvent le cas pour les autres radicaux. Cette délocalisation est à l'origine de la coloration violette foncée caractérisée par une bande d'absorption entre 515-517 nm.

Quand une solution de DPPH est mélangée avec celle pouvant céder un atome d'hydrogène, une diminution de la coloration violette caractéristique de l'apparition de la forme réduite du DPPH s'est produite. Il persiste une légère coloration jaune due au groupement picryl résiduel (Molyneux, 2004).

Mode opératoire

Préparation de la DPPH

Dissoudre 2,4 mg de DPPH dans un volume de 100 ml de méthanol, le radical DPPH est dissous dans le méthanol et gardé à -4°C à l'abri de la lumière.

- Préparation de la solution mère à 1 mg /ml on utilisant la loi $C_1V_1=C_2V_2$ pour $V_f=10ml$.
- Préparer une gamme de dilution à partir de la solution mère (extrait de datte), on utilisant la loi $C_1V_1=C_2V_2$ pour $V_f=5ml$.
- On met 50 µl de chaque concentration +1950µl de solution DPPH.
- Le blanc est composé de 50µl de méthanol + 1950µl de solution DPPH.
- Tous les tubes on été mis à l'obscurité pendant 30 min.
- L'absorbance mesuré a une longueur d'onde 517nm.

***RÉSULTATS &
DISCUSSION***

I. Analyses physico-chimiques

I.1. pH

La détermination du pH renseigne sur l'état de fraîcheur de l'échantillon et la nature de la matière première (**Djafri et al., 2020**).

Une valeur de pH inférieure à 5,4 est considérée comme un mauvais caractère pour la qualité des dattes, et un pH supérieur à 5,8 comme un bon caractère (**Hayet, 2007**).

I.1.1. Pulpe des dattes

Le pH des variétés étudiées est légèrement acide, il varie de $5,29 \pm 0,69$ (Degla Beida) à $5,62 \pm 0,33$ (Deglet Nour).

La pulpe de datte Deglet Nour présente un pH de $5,62 \pm 0,33$, valeur similaire à celle donnée par **Chaira et al. (2007)** et **Gourchala et al. (2015)** qui est de 5,46 et 5,42 respectivement. Par contre **Djafri et al. (2020)** ont trouvé une valeur de pH 6,94, valeur supérieur à la notre.

Le pH de pulpe de datte Hmira est de $5,48 \pm 0,38$, cette valeur est analogue à celle trouvée par **Benyagoub et al. (2012)** et **Gourchala et al. (2015)** et **Laouer et al. (2019)** qui est de 5,61 et 5,46 et 6,01 respectivement pour la même variété de datte.

Un résultat légèrement inférieur de pH a été trouvé par **Abdelaziz et al. (2020)** pour la variété Datte de Désert de Mauritanie qui est de 4,9, alors que le pH de Datte de Désert Algérienne est de $5,57 \pm 0,37$.

Acourene et Tama (1997), **Chibane et al. (2007)** ont trouvé des valeurs de pH 5,30 et 5,05 analogue à celle donnée par qui est de $5,29 \pm 0,69$ pour Degla Beida.

I.1.2. Noyau des dattes

Le pH du noyau de variétés étudiées est légèrement acide, il varie de $5,78 \pm 0,34$ (Deglet Nour) à $6,33 \pm 0,47$ (Datte de Désert). Cet intervalle du pH est défavorable au développement des bactéries et favorable pour la conservation de certaines vitamines du groupe B telles que B1, B2, B5, B9 et B12 (**Bourgeois, 2003**).

Le pH du noyau de variété Hmira est de $6,21 \pm 0,27$. Cette valeur se rapproche à celles données par **Khali et al. (2014)** qui ont obtenu une valeur de 5,93. Pour la même variété **Acourene et Tama (1997)** ont trouvées une valeur légèrement inférieure qui est de 5,6.

Les noyaux des variétés Deglet Nour, Datte de Désert et Degla Beida ont un pH de $5,78 \pm 0,34$, $6,33 \pm 0,47$ et $5,86 \pm 0,10$ respectivement.

Ces résultats concordent à ceux rapportées par **Khali et al. (2014)** pour les mêmes variétés de datte Algérienne qui a obtenu des valeurs (5,76 et 5,91 et 6,12) respectivement.

I.2. Détermination de la teneur en eau

La teneur en humidité des dattes varie selon les variétés. La proportion d'humidité des dattes mures est très importante, en ce qui concerne leur stabilité et leur durée de conservation pendant le traitement et le stockage. Il contribue également à la texture du fruit des dattes grâce à son interaction avec les glucides (Younas *et al.*, 2020).

Une faible teneur en humidité est souhaitable dans les dattes séchées car elle les rend extrêmement résistantes à la détérioration fongique (Al Harthi *et al.*, 2014).

Les cultivars à consistance sèche ont une teneur en eau faible inférieure à 15% (Acourene et Tama, 1997).

I.2.1. Le taux d'humidité de la pulpe de datte

Le taux d'humidité obtenu était respectivement de $5,43 \pm 1,30\%$ et $6,97 \pm 0,31\%$ pour les variétés Deglet Nour et Hmira. Ces résultats sont inférieures à ceux trouvés par Djafri *et al.* (2020) (15,20% ; Deglet Nour) et Gourchala *et al.* (2015) (14,48% ; Hmira) pour les dattes Algérienne.

Des valeurs légèrement inférieures ont été trouvées par Al Harthi *et al.* (2014) pour la variété Khasab 5,008% d'Oman, et par AL Juhaimi *et al.* (2013) pour la variété Soukari 4,82% d'Arabie Saoudite.

Les autres variétés, Datte de Désert et Degla Beida présentent un taux d'humidité $4,26 \pm 0,20\%$ et $4,10 \pm 0,09\%$. Ces valeurs sont analogues à celles trouvées par Al Harthi *et al.* (2014) pour la variété Khalas 4,005% d'Oman.

Des résultats supérieurs sont donnés par Abdelaziz *et al.* (2020) et Murthy *et al.* (2020) qui sont 21,9% et 18,27% pour Datte de Désert.

I.2.2. Le taux d'humidité de noyau de datte

Le taux d'humidité de noyau de datte étudié varié entre $7,06 \pm 1,80\%$ pour Datte de Désert à $11,24 \pm 0,05\%$ pour Deglet Nour.

Des résultats analogues pour les variétés Deglet Nour, Datte de désert et Degla Beida sont donnés par Besbes *et al.* (2004), Al-farsi *et al.* (2007) et Murthy *et al.* (2020) (11,2%), (11,26%), (5,20%), respectivement pour les mêmes variétés de datte.

Le taux d'humidité pour le noyau de Hmira est de $10,13 \pm 0,15\%$, cette valeur est similaire à celle donnée par Besbes *et al.* (2004) ; Chaira *et al.* (2007) pour le noyau de variété de datte Allig 10,3%.

I.3. Conductivité électrique

I.3.1. Conductivité électrique de pulpe de datte

Les valeurs de conductivité électrique de pulpe de datte Deglet Nour, Hmira, Datte de Désert, et Degla Beida sont respectivement $1564,33 \pm 12,50$, $1813,66 \pm 7,09$, $4609 \pm 6,55$ et $1831 \pm 11,53 \mu\text{s.cm}^{-1}$.

I.3.2. Conductivité électrique de noyau de datte

Elle varie de $743,66 \pm 15,30 \mu\text{s.cm}^{-1}$ pour noyau de Hmira à $1519,33 \pm 7,02 \mu\text{s.cm}^{-1}$ pour noyau de Datte de Désert.

Le noyau de variété Deglet Nour et Degle Beida présentent une valeur de conductivité électrique $764,33 \pm 5,85$ et $939,33 \pm 14,36 \mu\text{s.cm}^{-1}$ respectivement.

Les résultats obtenus montrent que tous les noyaux de variété de datte étudiée ont une faible capacité de conductivité électrique par rapport à ses pulpes, la plus grande valeur a été obtenue pour la pulpe de variété Datte de Désert qui est de $4609 \pm 6,55 \mu\text{s.cm}^{-1}$.

I.4. Les cendres

La teneur en cendres est considérée comme un indice de la valeur nutritive des aliments (**Laouer et al., 2019**). Elle représente la quantité totale en sels minéraux présents dans un échantillon (**Djafri et al., 2020**).

I.4.1. Teneur en cendre de pulpe de datte

Nos résultats montrent que la poudre de pulpe Deglet Nour est riche en cendre $5,13 \pm 0,41\%$, ce résultat est supérieur à celle trouvée par **Sayah et Ould Hadj (2010)** $1,65\%$, et **Djafri et al. (2020)** $2,90\%$ pour la même variété de datte, mais elle est analogue à celle trouvée par **Boulal (2010)** $4,38\%$ pour la variété Lebghel.

Les études réalisées par **Ouis et Hariri (2016)** et **Laouer et al. (2019)**, indiquent que la teneur en cendre pour la pulpe de variété Hmira est de $0,8\%$ et $1,92\%$. Ces résultats sont analogues à ceux trouvés dans notre travail pour la même variété de datte. Cependant, **Gourchala et al. (2015)** ont trouvées une valeur supérieure qui est de $2,87\%$.

Selon **Murthy et al. (2020)** la teneur en cendres pour la pulpe de variété Datte de Désert est de $4,40\%$, valeur légèrement inférieure à celle trouvée dans notre étude qui est de $7,96 \pm 0,94\%$ pour la même variété.

La teneur en cendre pour la pulpe de variété Degla Beida est de $1,33 \pm 0,41\%$. Des résultats légèrement supérieurs ont été trouvés par **Acourene et Tama (1997)** de $2,66\%$ et **Sayah et Ould Hadj (2010)** de $2,32\%$, pour la même variété de datte.

La teneur en cendres dépend entre autres de l'état de fertilité des sols et des amendements apportés (Açourène *et al.*, 2001).

I.4.2. La teneur en cendre de noyau de datte

En ce qui concerne la teneur en cendres de noyau, on constate que le noyau de variété Datte de Désert est riche en cendre $3,46 \pm 0,66\%$, cela indique sa richesse en éléments minéraux, cette valeur est similaire à celle trouvée par **Murthy *et al.* (2020)** de 3,30% pour la même variété.

La teneur en cendres pour le noyau Deglet Nour est de $1,43 \pm 0,54\%$ et $1,17 \pm 0,41\%$ pour le noyau de Hmira. Un résultat similaire a été trouvé par **Besbes *et al.* (2004)** ; **Chaira *et al.* (2007)** pour la variété Deglet Nour qui est de 1,1%, et un résultat supérieur a été donné par **Acourene *et Tama* (1997)** de 2,5% pour la variété de datte Hmira Algérienne.

Le noyau de variété Degla Beida présente un taux de cendre $0,59 \pm 0,05\%$. Cette valeur est inférieure à celle donnée par **Acourene *et al.* (2001)** de 1,66%, et **Besbes *et al.* (2004)** de 1,21%.

I.5. Indice de réfraction

L'indice de réfraction nous renseigne sur le degré de pureté d'un échantillon liquide.

I.5.1. Indice de réfraction pour la pulpe de datte

Un résultat similaire d'indice de réfraction a été enregistré pour la pulpe de quatre variétés de dattes Deglet Nour, Degle Beida, Hmira, Dattes de Désert qui est de 1,34.

I.5.2. Indice de réfraction pour le noyau de datte

La valeur d'indice de réfraction du noyau de quatre variétés de datte Deglet Nour, Degla Beida, Hmira, Dattes de Désert est la même qui est de 1,33.

I.9. Degré de Brix

Le Brix (°B) exprime le pourcentage de la concentration des solides solubles contenus dans un échantillon (solution aqueuse). Le contenu des solides solubles représente le total de tous les solides dissous dans l'eau, incluant les sucres, les alcools, les sels, les protéines, les acides, etc. Selon sa concentration, chacune de ces substances a sa propre influence (**Afnor, 1982** ; **Dailly, 2008**).

Le Brix représente la concentration en saccharose d'une solution aqueuse ayant le même indice de réfraction que le produit à analyser (**Boulal *et al.*, 2016**).

I.9.1. Degré de Brix pour la pulpe de dattes

Le Brix le plus élevés est enregistré pour la pulpe Datte de Désert $7 \pm 0,6\%$, suivi par Hmira $6,5 \pm 0,3$ et Degla Beida $6,5 \pm 0,5\%$, puis Deglet Nour $6 \pm 1,1\%$.

I.9.2. Degré de Brix pour le noyau de dattes

Les valeurs de Brix enregistré pour le noyau de dattes sont très faibles, ils varient de 2% pour le noyau de Deglet Nour ($2 \pm 0,5\%$), Degla Beida ($2 \pm 0,2\%$) et Hmira ($2 \pm 0,4\%$) à 3% pour le noyau de Datte de Désert ($3 \pm 0,3\%$).

I.10. Densité

I.10.1. Densité de la pulpe de dattes

La densité la plus forte a été enregistrée pour la pulpe de datte Hmira $1,85 \pm 0,09 \text{ kg/m}^3$, suivi par Datte de Désert $1,83 \pm 0,08 \text{ kg/m}^3$. Ces valeurs sont légèrement supérieures à celle trouvée par **Hariri et al. (2016)** ; **Ouis et Hariri (2016)** $1,067 \text{ kg/m}^3$ pour la variété Hmira.

La valeur de densité trouvée pour Deglet Nour est de l'ordre de $1,41 \pm 0,11 \text{ kg/m}^3$, comparable à la valeur $1,24 \text{ Kg/m}^3$ trouvée par **Djafri et al. (2020)**.

La pulpe de variété Degla Beida possède une densité ($1,23 \pm 0,05 \text{ kg/m}^3$) identique à la variété Tinissine $1,21 \text{ kg/m}^3$ **Djafri et al. (2020)**.

I.10.2. Densité des noyaux de datte

Les valeurs de densité par ordre croissant de noyaux de dattes sont $1,83 \pm 0,06$, $1,83 \pm 0,06$, $1,98 \pm 0,10$, et $2,01 \pm 0,15 \text{ kg.m}^{-3}$ pour les variétés Deglet Nour, Hmira, Degla Beida et Datte de Désert respectivement.

II. Teneur en polyphénols

Le dosage des polyphénols totaux nous donne une estimation globale de la teneur en différentes classes des composés phénoliques contenus dans l'extrait de datte.

Le taux de polyphénols trouvé dans la pulpe des dattes étudiées est de ($138,33 \pm 10,18 \text{ m éq g AG/100g MS}$) pour Deglet Nour et de ($136,35 \pm 4,26 \text{ m éq g AG/100g MS}$) pour Degla Beida, et de ($130,71 \pm 4,77 \text{ m éq g AG/100g MS}$) pour Hmira.

Ces valeurs sont extrêmement supérieures à celles trouvées par **Mansouri et al. (2005)** sur des variétés Algériennes (Tazizaout, Ougherouss, Akerbouche, Tazerzait, Tafiziouine, Deglet Nour, Tantbouchte) qui varient entre 2 et 8 mg EAG/100 g MS. Cependant le résultat trouvé est aussi supérieure avec celui cité par **Amellal, (2008)** qui est $19,73 \text{ mg EAG/100g MS}$, et à celui trouvé par **Khalil et al. (2002)** qui donnent des valeurs de 1,8 et 2,35 % (MS) de polyphénols totaux pour les variétés Egyptiennes Siwi (sèche) et Amhat (molle).

Le résultat obtenu est en accord à celui donné par **Besbes et al. (2009)** qui donnent des teneurs moyennes de 280,6, 431,5 et 681,5 mg EAG/100g MS pour les variétés Tunisiennes Kentichi, Allig et Deglet-Nour respectivement.

La teneur en polyphénols rapportée dans les noyaux de dattes Deglet Nour est environ ($137,21 \pm 4,73$ m éq g AG/100g MS), Degla Beida ($135,49 \pm 3,70$ m éq g AG/100g MS), Hmira ($137,89 \pm 6,07$ m éq g AG/100g MS), et Datte de Désert ($129,94 \pm 2,63$ m éq g AG/100g MS), ce qui est plus élevé que les autres sources riches en polyphénols telles que le thé, le raisin et les graines de lin (**Habib et al., 2014**).

Par ailleurs, très peu d'études ont caractérisé le profil polyphénolique complet des noyaux de datte. Cependant le résultat trouvé par variétés de Degla Beida est aussi supérieure avec celui cité par **Hamada et al. (2002)** ; **Besbes et al. (2004)** ; **Al-farsi et al. (2007)** ; **Chaira et al. (2007)** et **Rahman et al. (2007)** qui est 22,68mg EAG/100g MS.

Les polyphénols sont connus par leur pouvoir antioxydant et leurs vertus biologiques. Ils contribuent à la prévention des maladies dégénératives et les maladies cardiovasculaires, ils participent à la régénération de certains antioxydants tel que la vitamine E (**Scalbert et al., 2002** ; **Henk et al., 2003**).

Les polyphénols sont capables de piéger les radicaux libres générés en permanence par notre organisme ou formés en réponses à des agressions de notre environnement (cigarette, polluants, infections, ...etc.) qui favorisent le vieillissement cellulaire (**Djeridane et al., 2006**). Ils seraient impliqués dans la prévention des maladies cancéreuses (**Scalbert et Williamson, 2000**).

Les défenses antioxydants des polyphénols sont d'une importance critique pour protéger le cerveau et les tissus nerveux contre les atteintes oxydatives telles que celles constatées dans la maladie d'Alzheimer (**Henk et al., 2003**). Les composés phénoliques jouent également un rôle dans les mécanismes de défense contre l'invasion microbienne et les rayons UV. Ils sont utilisés comme agents antimicrobiens pour leurs propriétés antioxydants, ils exercent une action inhibitrice sur de nombreuses bactéries, champignons et même virus (**Branen et al., 1980** ; **Bourgeois et al., 1996**).

II. Teneur en flavonoïdes

Le taux de flavonoïdes obtenu dans cette expérience pour la pulpe de variété Deglet Nour ($12,97 \pm 0,91$ m éq g Quercétine / 100g MS), Degla Beida ($12,80 \pm 0,47$ m éq g Quercétine / 100g MS), Hmira ($12,22 \pm 0,67$ m éq g Quercétine/100g MS). La valeur acquise rentre dans l'intervalle donné par **Biglari et al. (2008)** sur huit variétés de dattes montre des variations de la teneur en flavonoïdes allant de 1,62 à 81,79 mg/100gMF.

Nos valeurs sont supérieures à la valeur trouvée par **Mansouri et al. (2005)**, qui est de 0,136 mg EQ/ 100g de MF. Cependant, elles sont largement inférieures à celles apportés par **Chaira et al. (2009)** qui est de 54,46 mg EQ/ 100g de MF de datte Deglet Nour Tunisienne.

La teneur en flavonoïdes de la datte étudiée est supérieure à celles de quelques fruits, données par **Haddadi (2005)** : 1,98, 3,22, 7,12 et 2,10 mg/100g du poids frais pour la tomate, la mandarine, le pamplemousse, la pomme respectivement.

Le taux de flavonoïdes obtenus pour les noyaux de dattes Deglet Nour est ($12,21 \pm 0,72$ m éq g Quercétine/100g MS), Degla Beida ($11,71 \pm 0,37$ m éq g Quercétine/100g MS), Hmira ($11,19 \pm 0,70$ m éq g Quercétine/100g MS) et Datte de désert ($12,61 \pm 0,61$ m éq g Quercétine/100g MS).

Les flavonoïdes sont les plus actifs parmi les antioxydants végétaux alimentaires (**Graille, 2003**). Ils ont en outre, des actions pour le traitement des inflammations, des infections virales et du cancer (**Morelle, 2003 ; Ndhala et al., 2006**).

IV. Activité antioxydante

Des découvertes récentes suggèrent qu'un déclin de la capacité antioxydante interne provoque l'apparition de diverses maladies et des problèmes de santé. Par conséquent, l'intérêt pour les aliments riches en antioxydants a récemment augmenté (**Shimamura et al., 2014**).

Dans le but de caractériser l'activité antioxydante des extraits de dattes, l'extraction à froid (macération) à partir de poudre du noyau et pulpe de dattes à été réalisé, en utilisant le méthanol comme solvant, et l'acide ascorbique comme antioxydant de référence.

Les valeurs d'inhibition de la DPPH enregistrées pour nos extraits sont comprises dans l'intervalle trouvé par **Benmeddour et al. (2013)**.

La capacité de piégeage des radicaux libres DPPH de nos échantillons était élevée, avec des valeurs d'inhibition comprises entre $47,61 \pm 4,46$ à $90,89 \pm 1,57\%$ pour les noyaux et entre $59,25 \pm 4,33$ à $84,77 \pm 2,17\%$ pour la pulpe de variété de dattes étudiées.

De plus, l'efficacité antiradicalaire DPPH la plus forte a été enregistrée dans le noyau de variété Hmira $90,89 \pm 1,57\%$, et dans la pulpe de variété Degla Beida $84,77 \pm 2,17\%$.

Benmeddour et al. (2012) ont trouvés une valeur d'inhibition inférieure à la notre qui est de 67,8% pour la pulpe de variété Degla Beida, et une autre similaire qui est de 60% pour la pulpe de variété Deglet Nour.

L'étude comparative de pouvoir antioxydant entre la pulpe et le noyau de datte a révélé que les noyaux de dattes étudiées ont une forte capacité de piégeage des radicaux libre par rapport à ces pulpes.

Les variétés analysées ont montré une variation entre eux. Les différences dépendent du génotype et sont influencées par le stade de maturation des fruits et la durée de stockage des dattes (**Mansouri, et al., 2005**). Les conditions du sol et les doses d'engrais ont également été signalées comme étant responsables de l'effet antioxydant des dattes (**Haider et al., 2014**).

CONCLUSION
&
PERSPECTIVES

Conclusion

Les dattes sont des excellentes sources d'éléments nutritionnelle, elles constituent depuis l'antiquité un aliment de base et un produit diététique notamment pour les pays du sud.

L'objectif assigné à cette étude est la caractérisation physico-chimique, dosage des composées phénoliques et flavonoïdes, et la détermination de pouvoir antioxydant de quatre variétés de dattes: Deglet Nour et Degla Beida (Région de Biskra), Hmira et Datte de désert (Région de Béchar).

Cette étude nous a permis de mettre en évidence une variabilité intéressante pour la grande majorité des paramètres étudiés.

Dans un premier temps, une étude de caractéristique physico-chimique a été effectuée sur les noyaux et pulpes de dattes. Celui-ci a montré ces caractérisations suivantes:

- Un pH légèrement acide, et humidité faible pour toutes les variétés étudiées.
- Une conductivité, et un degré de Brix des noyaux inférieur à celle de pulpes.
- Une teneur en cendre très important en particulier pulpe de Deglet Nour et Datte de désert.
- Indice de réfraction faible égal à celui de l'eau, et une densité moyenne.

Dans un second volet de notre étude, nous avons étudiés la teneur en polyphénols et flavonoïdes des extraits de dattes.

On a montré que nos extraits présentent un teneur en polyphénols élevé allant jusqu'à $138,33 \pm 10,18$ m éq Acide gallique/100g MS pour la pulpe de Deglet Nour, et un teneur en flavonoïde faible avec des valeurs comprises entre $11,19 \pm 0,70$ à $12,97 \pm 0,91$ m éq g Quercétine/100g MS.

Par ailleurs, l'activité antioxydant a montré une différence très significative entre les variétés.

Les résultats montrent que tous les noyaux de dattes étudiés ont une capacité antioxydant élevée à celles des pulpes, en particulier la variété sèche Degla Beida et demi-mole Hmira.

L'ensemble des résultats obtenus dans cette étude ne constitue qu'une première étape dans la recherche de substances et sources naturelles biologiquement actives dans les dattes.

En perspective il est intéressant de:

- L'identification qualitative et quantitative des composés phénoliques présents dans les dattes par des techniques analytiques plus performantes telles que la HPLC et la Chromatographie liquide couplée à la spectrométrie de masse.
- Poursuivre les études sur les activités biologiques des dattes afin de permettre dans le futur de préparer des produits à intérêt thérapeutique.
- En fin, il est fortement recommandé de valoriser les sous-produits des dattes, et d'inciter surtout les gens du sud d'exploiter les noyaux de dattes, dues sa richesse en substances naturelles biologiquement actives.

RÉFÉRENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

1. **Abou-Zeid A.A., Nabeh A. and Baghlaf O. (1991)** - The formation of oxytetracycline in a date coat medium. *Bioresource Technologie*. **37**: 179-184.
2. **Abdelaziz SM., Lemine FMM., Tfeil HO., Filali-Maltouf A., Boukhary. and AOMS. (2020)** – Phytochemicals , Antioxydante Activity and Enthobotanical Uses of *Balanitesaegyptiaca* (L.) Del. fruits from the Aride Zone of Mauritania, Northwest Africa. *Plants*. **9**:401-415.
3. **Acourene S., Buelguedj M., Tama M. et Taleb B. (2001)** - Caractérisation, évaluation de la qualité de la datte et identification des cultivars rares de palmier dattier des Zibans. *Recherche Agronomique, 8Ed. INRAA*, 19-39.
4. **Acourene S. et Tama M. (1997)**. - Caractérisation physico-chimique des principaux cultivars de dattes de la région de Ziban. *Revue Recherche Agricole, Ed INRA***1**:59-66.
5. **AFNOR, (1986)** : Recueil de normes françaises, produits dérivés des fruits et légumes, jus de fruits, 2^{ème} édition, AFNOR, 343 P.
6. **Ahmad I.I., Ahmed A.W.K. and Robinson R.K. (1995)** - Chemical composition of date varieties as influenced by the stage of ripening. *Food Chemistry*. **54**: 305-309.
7. **Al-Farsi M., Alsalvar C., Al-Abid C.M., Al-Shoaily K., Mansourah Al-Amry. and Al-Rawahy F. (2007)** – Compositional and functional characteristics of dates, syrups, and their by-products . *Food chemistry*. **104**:943-947.
8. **Al-Farsi M.A. and Lee C.Y. (2008)** - Nutritional and functional properties of dates: a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. **48**:877-887.
9. **AL Juhaimi F., Ghafoor K. and Musa Ozcan M. (2014)** - Physicochemical properties and mineral contents of seven different date fruit (*Phoenix dactylifera* L.) varieties growing from Saudi Arabia. *Environ. Monit. Assess.* **186**:2165-2170.
10. **Al Harthi S.S., Mavazhe A., AL Mahroqi H. and Khan S.A. (2015)** –Quantification of phenolic compounds, evaluation of physicochemical properties and antioxidant activity of four date (*Phoenix dactylifera* L.) varieties of Oman. *Journal of Taibah University Medical Sciences*. **10**(3): 346-352.
11. **Al Harthi S.S., Pharm B., Mavazhe A., Pharm B., AL mahroqi H., M.SC. and Khan –Quantification S.A. (2015)** - Of phenolic compounds, evaluation of physicochemical properties and antioxidant activity of four date (*Phoenix dactylifera* L.) varieties of Oman. *Journal of Taibah University Medical Science*. **46**: 310-352.
12. **Ali N.A.A., Julish W.D. Kusnick C. and Lindequist U. (2001)** - Screening of Yemeni medicinal plants for antibacterial and cytotoxic activities. *Journal of Ethnopharmacology*. **74**: 173-179.
13. **Al-Najada A R., Mohamed S A. (2014)** - The in vitro antioxidant capacity and oxidoreductases of Saudi date (*Phoenix dactylifera* L.) During Storage. *Scientia Horticulturae*. **170**:275-280.
14. **Al-Shahib W. and Marshall R. J. (2002)** -Dietary fibre content of dates from 13 varieties of date palm *Phoenix dactylifera* L. *International Journal of Food Science and Technology*. **37**(6): 719-721.
15. **Al-Shwyeh H.A. (2019)** - Date palm (*Phoenix dactylifera* L.) as potential antioxidant and antimicrobial agents. *J. Pharm. Bioallied Sci.*, **11**(1):1-11.
16. **Al-Thobaitiz S. et Abdullah Al ansari A.K. (2021)** –L'extrait de noyaux de *Balanites Aegyptiaca* (datte de désert) protège contre la cardiomyopathie induite par le diabète chez le rat : Etude histologique et biochimique. *Revue de Nord*
17. **Amellal-Chibane H. (2008)** - Aptitudes technologiques de quelques variétés communes de dattes : formulation d'un yaourt naturellement sucré et aromatisé. *Thèse de Doctorat, faculté des sciences de l'ingénieur, UMBB*. 131 pages.

18. **Aspenström-Fagerlund B., Tallkvist J., Ilbäck N.G. and Glynn A.W. (2015)** - Oleic acid increases intestinal absorption of the BCRP/ABCG2 substrate, mitoxantrone, in mice. *Toxicology Letters*. **237**(2):133-139.
19. **Audigie D., Dupont G. et Zonszain T. (1987)** - Manipulation d'analyse biochimique. *Ed. Doin. Paris*. 27-74.
20. **Aviara N., Mamman E. and Umar B. (2005)** - Some physical properties of *Balanites aegyptiaca* Nuts. *Biosystems Engineering*. **92**(3):325-334.
21. **Badiaga M. (2011)** - Etude ethnobotanique, phytochimique et activités biologiques de *Nauclea laetifolia* Smith une plante médicinales africaine récoltée au Mali. *Thèse de Doctorat. Université de Bamako*. 184 pages.
22. **Bahroun T., Grinier B., Trotin F., Brunet G., Pin T., Luncky M., Vasseur J., Cazin M., Cazin C. and Pinkas M. (1996)** - Oxygen species scavenging activity of phenolic extracts from hawthorn fresh plant organs and pharmaceutical preparation. *Arzneimittel- Forschung*, **46**(11):1086-1089.
23. **Barquissau V. et Morio B. (2011)** - Physiopathologie de l'insulinorésistance dans le muscle squelettique et implication des fonctions mitochondriales. *Nutrition Clinique et Métabolisme*. **25** : 114-130.
24. **Barreveld W.H. (1993)** - Date palm products. *FAO. Bulletin 101. Rome*. 275 pages.
25. **Bayer E., Buttler K.P., Finkenzerler X. et Grau J. (2001)** - Guide de la flore Méditerranéenne. *Ed. Delanoux et Niestlé, Italie*. 280 pages.
26. **Belguedj M. (1996)** - Caractéristiques des cultivars de dattiers du Sud-Est du Sahara Algérien. *Vol I. Conception et réalisation : Filière "Cultures pérennes" de l'ITDAS*. 67p.
27. **Belguedj M. (2002)** - Les ressources génétiques du palmier dattier : caractéristiques des cultivars de dattier dans les palmeraies du sud -Est Algérien. *Revue annuelle de l'INRAA*. **1** :28-29.
28. **Belkacemi D. et Rahmani S. (2019)** - Essai d'Incorporation de la poudre de datte obtenue par séchage dans une formulation alimentaire (Madeleine). *Mémoire de Master. Université Akli Mohand Oulhadj de Bouira*. 72 pages.
29. **Bellakhdar J. (1997)** - La Pharmacopée Marocaine traditionnelle, Médecine arabe ancienne et savoir populaires. *Ed. TEC et DOC, St-Etienne*. 465 pages.
30. **Belmekki N. (2009)** - Etude phytochimique, activités antimicrobiennes et antioxydantes de *Saccocalyx satureioides*, *Salvia verbenaca* et *Teucrium polium* de la région Ouest d'Algérie. *Mémoire de Magister en Biologie, Université Abou Bakr Belkaid Tlemcen*. 126 p.
31. **Beloued A. (1998)** - Etymologie des noms de plantes du Bassin Méditerranéen. *OPU (Ed). Alger*. 91 pages.
32. **Benamara S., Gougam H., Amella H., Djouab A., Benahmed A. et Noui Y. (2007)** - Some Technological Properties of Common date (*Phoenix dactylifera* L.) Fruits. *American Journal of Food Technologies*, volume **8**. pp 1557-4571.
33. **Benchabane A. (1996)** - Rapport de synthèse de l'atelier "Technologie et qualité de la datte". *In Options Méditerranéennes. Ed. IAM, Zaragoza, Spain*. **28** : 205-210.
34. **Benchelah A.C. et Maka M. (2006)** - Les dattes, de la préhistoire à nos jours. *Phytothérapie (Ethnobotanique) Springer*. **1** :43-47.
35. **Benchelah A.C. et Maka M. (2008)** - Les Dattes, intérêt et nutrition. *Phytothérapie (Ethnobotanique) Springer*. **6** : 117 -121.
36. **Benmeddour Z., Mehinagic E., Le Meurlay D. and Louaileche H. (2012)** - Phenolic composition and antioxidant capacities of ten Algerian date (*Phoenix dactylifera* L.) cultivars: A comparative study. *Journal of Functional Foods*. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jff.2012.11.005>.

37. **Benmeddour Z., Mehinagic E., Meurlay D.L. and Louaileche H. (2013)** – Phenolic composition and antioxidant capacities of ten Algerian date (*Phoenix dactylifera* L.) cultivars: A comparative study. *Journal of Functional Foods*. **5**(1):346-354.
38. **Bennamia A. et Messaoudi B. (2006)** - Contribution à l'étude de la composition des dattes « DegletNour » et « Ghars » dans le pédoclimat de la cuvette d'Ouargla. *Mémoire Diplôme d'Étude Supérieure*. 30 pages.
39. **Benyagoub E, Boulenouar N., Cheriti A. (2012)** - Dietary quality of semi-soft date var. Hmira and its excerpt 'Robb', Nutrition and Health , Proceedings of the 1st International Congress, Hotel Sheraton of Oran (Algeria): Algerian Society of Nutrition SAN: pp.92.
40. **Besbes S., Blecker C., Deroanne C., Drira N .E. and Attia H.(2004)** - Date seeds :Chemical composition and characteristic profiles of the lipid fraction . *Food chemistry*. **84**:577-584.
41. **Besbes S., Drira L., Blecker C., Deroanne C. and Attia H. (2009)** - Adding value to hard date (*Phoenix dactylifera* L.). Compositional, functional and sensory characteristics of dates. *Food Chemistry*. **112**: 406-411
42. **Bessas A., Benmoussa L. et Kerarma M. (2008)** - Dosage biochimique des composés phénoliques dans les dattes et le miel récolté dans le sud Algérien. *Mémoire d'ingénieur d'état en contrôle de qualité et analyse*. Université Djillali Liabes, Sidi Bel Abbes. 120 pages.
43. **Biglari F., Al Karkhi A. and Mateas A. (2008)** - Antioxidant activity and phenolic content of various date palm (*Phoenix dactylifera* L.) fruits from Iran. *Food Chemistry*. **107**: 1636-1641.
44. **Bonnefont-Rousselot D. (2004)** - The Role of Antioxidant Micronutrients in the Prevention of Diabetic Complications. *Mol. Diag. Ther.*, **3**: 41-52.
45. **Bonnet J. (2001)** - Dictionnaire des arbres et des arbustes. *Ed. Larousse Paris*. 512p.
46. **Booij I., Piombo G., Risterucci J.M., Coupe M., Thomas D. et Ferry M. (1992)** - Etude de la composition chimique de dattes à différents stades de maturité pour la caractérisation variétale de divers cultivars de palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.). *Journal of Fruits*. **47**(6):667-77.
47. **Boudries H., Kefalas P. and Hornero-Méndez D. (2007)** - Carotenoid composition of Algerian date varieties (*Phoenix dactylifera*) at different edible maturation stages. *Food Chem.*, **101**:1372-1377.
48. **Bouguedoura N. (1991)** - Connaissance de la morphogénèse du palmier dattier. Etude *in tissue* et *in vitro* du développement morphogénétique des appareils végétatifs et reproducteurs. *Thèse de Doctorat, USTHB. Alger*, 201 p.
49. **Boulal A. and al. (2016)** - Synthèse de biodiesel en utilisant des huiles végétales usagées. *Revue des énergies renouvelables*. 409-413.
50. **Boulekbachel. (2005)** - Profil GC-MS des poly phénols d'une plante médicinale. *Ecalyptus globulus*. Thèse de Magister. Université de Béjaia, p 71.
51. **Boumerfeg S., Baghiani A., Massaoudi D., Khennouf S. and Arrar L. (2009)** - Antioxidant properties and xanthine oxidase inhibitory effects of *Tamus communis* L. Root extracts. *Phytother. Res*. **23**: 283-288.
52. **Bourgeois C.M. et Larpent J.P. (1996)** - Microbiologie alimentaire : aliments fermentés et fermentations alimentaires. *Edition Techniques et documentations (Tome 2)*. 623 p.
53. **Bourgeois C.F. (2003)** - les vitamines dans les industries agroalimentaires. Collection Science et technique agroalimentaires. Tec & Doc, Paris, pp 411-417.
54. **Bourseau P., Limousy L., Floner D., Szymczyk A., Djelal H., Amrane A. et Bregeon J. (2015)** - Optimisation de la bioproduction d'éthanol par valorisation des

- refus de l'industrie de conditionnement des dattes. Autres. Université Rennes 1(2) p : 91-92.
55. **Branen A.L. Davidson P.M. and Katz B. (1980)** - Antimicrobial properties of phenolics antioxidants and lipids. *Food Technol.* **34** (5):42-63.
 56. **Bross J. (2000)** - Larousse des arbres et des arbustes. *Larousse (Ed), Canada* .576p.**Bruneton J. (1999)** - Pharmacognosie, Phytochimie, Plantes médicinales. *Technique & Documentation, Paris.*721-741.
 57. **Chaira N., Smaali M.I., Martinez-Tomé M., Mrabet A., Murcia M.A. et Ferchichi A. (2009)** - Simple phenolic composition, flavonoid contents and antioxidant capacities in water-methanol extracts of Tunisian common date cultivars (*Phoenix dactylifera* L.). *International Journal of Food Science and Nutrition.* **60**(7):316-329.
 58. **Chaira N., Ferchichi A., Mrabet A. and Sghairoun M. (2007)** - Chemical composition of the flesh and the pit of date palm fruit and radical scavenging activity of their extracts. *Biol. Sci.* **10**:2202-2207.
 59. **Canja C.M., Măzărel A., Lupu M.I., Mărgean A. and Pădureanu V. (2016)** - Rôle et place des fibres alimentaires dans les produits de boulangerie. *Bulletin de l'Université Transilvania de Brasov. Série II.* **9** : 91.
 60. **Chapagain B. and Wlesman Z. (2005)** - Variation in diosgenin level in seed kernels among different provenances of *Balanites aegyptiaca* Del (Zygophyllaceae) and its correlation with oil content. *African Journal of Biotechnology.* **4**(11):1209-1213.
 61. **Chapagain B.P., Yehoshua Y. and Wlesman Z. (2009)** - Desert date (*Balanites aegyptiaca*) as an arid lands sustainable bioresource for biodiesel. *Bioresource Technology.* **100**(3):1221-1226.
 62. **Chibane H., Benamara S., Noui Y. and Djaoud A. (2007)** - Some physicochemical and Morphological characterizations of three varieties of Algerian common date. *European Journal of Scientific Research.* **18**:134-140.
 63. **Chothani D.L. and Vaghaziya H.U. (2011)** - A review on *Balanites aegyptiaca* Del (desert date): phytochemical constituents, traditional uses, and pharmacological activity. *Phcog Rev.* pp.55-62.
 64. **Chung K.T. and Wei C.I. (2001)** - Are tannins a double edged sword in biology and health. *Trends in Food Science et Technology.* **9**:168-175.
 65. **Ciećlik E., Greda A. and Adamus W. (2006)** - Contents of polyphenols in fruit and vegetables. *Food Chemistry.* **94**: 135-142.
 66. **Couplan F. (2000)** - Dictionnaire Etymologique de Botanique. *Delachaux et Nestlé (Eds). Paris,* 283p.
 67. **Dangles O., Stoeckel C., Wigand M.C. and Brouillard R. (1992)** - Two very distinct types of anthocyanin complexation: Copigmentation and inclusion. *Tetrahedron Lett.* **33**: 5227-5230.
 68. **Djaafri M., Kalloum S., Kaidi K.F., Balla S., Meslem D. and Iddou A (2020)** - Enhanced Methane Production from Dry Leaflets of Algerian Date Palm (*Phoenix dactylifera* L.) Hmira cultivar, by Alkaline Pretreatment. *Waste Biomass Valor.* vol. **11**(6): pp,2661-2671.
 69. **Djerbi M. (1994)** - Précis de phéniculture. *F.A.O, Rome.* P191-192.
 70. **Djeridane A., Yousfi M., Nadjemi B., Boutassouna D., Stocker P. and Vidal N. (2006)** - Antioxidant activity of some Algerian medicinal plants extracts containing phenolic compounds. *Food Chemistry.* **97**: 654-660.
 71. **Dowson V.H.W. et Aten A. (1963)** - Récolte et conditionnement des dattes. *Ed. FAO.* 396pages.

72. **Dransfield J., Uhl N.W., Asmussen C.B., Baker W.J., Harley M.M. and Lewis C.E. (2008)** - Genera palmarum : The evolution and classification of palms. *Royal Botanic Gardens, Kew, UK.*
73. **Dubois M., Gilles K.A., Hamilton J.K., Rebers P.A. and Smith F. (1956)** - Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Anal. Chem.*, **28**:350-356
74. **Elfalleh W., Kirkan B. and Sarikurkcu C. (2019)** - Antioxidant potential and phenolic composition of extracts from *Stachystmolea*: An endemic plant from Turkey. *Crops Prod.* **127**: 212–216.
75. **El-Naga E.A. and Abd El-Tawab Y.A. (2012)** - Compositional characteristics of date syrup extracted by different methods in some fermented dairy products. *Annals of Agricultural Science.* **57**(1): 29-36.
76. **El-Sohaimy S.A. and Hafez E.E. (2010)** - Biochemical and nutritional characterizations of date palm fruits (*Phoenix dactylifera* L.). *J. Appl. Sci. Res.*, **6**(8):1060-1067.
77. **Espiard E. (2002)** - Introduction à la transformation industrielle des fruits. *Ed. Tech. et Doc. Lavoisier, Paris.* 147-155.
78. **Estanove P. (1990)** - Note technique : Valorisation de la datte. In Options méditerranéennes, série A, N°11. Systèmes agricoles oasiens. *Ed. CIHEAM.* 318 pages.
79. **Etienne E. (2002)** - Introduction à la transformation industrielle des fruits, *Tec Lavoisier, Paris, New York,* 147-151p.
80. **FAOSTAT. (2020)** - Food and Agriculture Organisation of The United Nations. Disponible à <http://faostat.fao.org/>.
81. **Favier J.C., Ireland R.J., Laussucq C. et Feinberg M. (1993)** – Répertoire général des aliments. Table de composition des fruits exotiques, fruits de cueillette d’Afrique. *Ed. ORSTOM, Lavoisier, INRA.* 3:27-58.
82. **Fiorucci S. (2006)** - Activités biologiques de composés de la famille des flavonoïdes : Approches par des méthodes de chimie quantique et de dynamique moléculaire. *Thèse de doctorat. Université Nice-Sophia Antipolis,* 212p.
83. **Ghazanfar S.A. (1994)** - Handbook of Arabian medicinal plants. Boca Raton: *CRC Press.* 272 pages.
84. **Ghestem A., Seguin E., Paris M. and Orecchioni A. M. (2001)** - Le préparateur en pharmacie. *Ed. Médicales Internationales, Paris.* 119 pages.
85. **Girotti-Chanu C. (2006)** - Etude de la lipolyse et de la synthèse de composés d’un derme sous l’effet de la cirsimarine, flavone extraite de *Microtea debilis*. *Université de Lyon, Thèse de Doctorat en Biochimie.* 136 pages.
86. **Gourchala F. (2015)** - Caractérisation physicochimique, phytochimique et biochimique de cinq variétés de dattes d’Algérie, *Phoenix dactylifera* L. (Degletnoor, Ghars, H`mia, Tamesrit et Tinissine). Effets de leur ingestion sur certains paramètres biologiques (Glycémie, profil lipidique, Index glycémique et pression artérielle). *Thèse de doctorat Biochimie Appliquée. Université Badji Mokhtar-Annaba.*
87. **Graille J. (2003)** - Lipides et corps gras alimentaires. *Ed. Tec et Doc-Lavoisier.* 389 pages.
88. **Grassmann J. and E.F. Elstner E.F. (2003)** - Essential Oils: Properties and Uses. *Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition* 2nd Ed. 2177-2184.
89. **Habib H.M., Platat C., Meudec E., Cheynier V. et Ibrahim W.H. (2014)** - Composés polyphénoliques en date semences de fruits (*Phoenix dactylifera*) : caractérisation et quantification on utilisant UPLC-DAD-ECI-MS. *Journal de la science de l’alimentation et de l’agriculture*, **94**(6) :1084-1089.

90. **Haddadi H. (2005)** - Détermination de l'activité antioxydant de quelques fruits. *Mémoire de Magister. Université de Béjaia (FSNV)*. 76 p.
91. **Haider M.S., I.A Khan., M.J Jaskani., S.A Naqvi.andM.M Khan. (2014)** - **Biochemical** attributes of dates at three maturation stages. *Emirates Journal. FoodAgric.***26**:953-962.
92. **Hagerman A.E., Riedl K.M., Jones G.A., Sovik K.N., Ritchard N.T., Hartzfeld P.W. and Richel T.L. (1998)** - High molecular weight plant polyphenolics (tannins) as biological antioxidants. *J. Agric.FoodChem.*, **46**: 1887-189.
93. **Hall J.B.and Walker D.H. (1991)** - *BalanitesAegyptiaca*: A Monographe; School of Agricultural and Forestry Sciences Publication, *University of Wales: Bangor, UK*.
94. **Hamada J.S., HashimI.B.and Sharif A.F. (2002)** - Preliminary analysis and potential uses of date pits in foods.*Food Chemistry*, **76**:135-137.
95. **Han B.H.and Park M.H. (1986)** - Folk Medicine: The Art and Science. *The American Chemical Society (Ed).Washington*, 205p.
96. **Hannachi S., khitri D., Benkhalifa A. et Brac de Perrière R.A. (1998)** - Inventaire variétal du palmier Algérien. *Ed. Anep. Rouiba, Alger*. 225pages.
97. **Harborne J.B. (1989)** - Recent advances in chemical ecology. *Nat. Prod. Rep.*, **25** (7): 85-109.
98. **Harrak H.H., Reynes M., Hamouda A. and Brat P. (2005)** - Identification et comparaison des composés volatils des fruits de huit variétés de Datte Marocaines. *Fruit.***60**: 276-278.
99. **Hariri A., Ouis N., Bouhadi D .et Benatouche Z. (2018)** - Characterisation of thequality of the steamed yoghurts enriched by dats flesh and date powder variety H'lowa. *Banat's Journal of Biotechnology*.
100. **Hariri A., Ouis N., Raho B.G., BenattoucheZ.andBouhadi J. (2016)** - Effect ofTotal or Partial Substitution of Cacao and Sucrose by Date Powders Variety H'lowa on the Some Quality of Dairy Creamed Dessert.*J.Appl.Environ.Biol.Sci.*,**6**(7):100-108.
101. **Hartmann T., (2007)** - From was a product to ecochemicals: Fifty years research of plant secondary metabolism. *Phytochemistry*.**68**: 2831-2846.
102. **Hebi M. et Eddouks M. (2016)** - Évaluation de l'activité antioxydante de *Steviarebaudiana*. *Phytothérapie*. **14**(1):17-22.
103. **Henk J., Zwir E. et Rik L. (2003)** - Caroténoïdes et flavonoïdes contre le stress oxydatif. *Arome IngrédientsAdditifs*, **44** :42-45.
104. **Hernandez. E. (2000)** - Essential Oils: Distillation.*Encyclopedia of Separation Science*. 2739-2744.
105. **Houghton P.J., Oh M.H., Whang W.K. and Cho J.H. (2004)** - Screening of Korean herbal medicines used to improve cognitive function for anti-cholinesterase activity. *Phytomedicine*, **11**: 544-548.
106. **Hutchens A.R. (1973)** - Indian Herbage of North America. *Shambhala (Ed). Boston*, 382p.
107. **Jeyakumar S.M., Vijaya Kumar P., Giridharan N.V. and Vajreswari A. (2011)** - Vitamin A improves insulin sensitivity by increasing insulin receptor phosphorylation through protein tyrosine phosphatase 1B regulation at early age in obese rats of WNIN/Ob strain. *Diabetes, Obesity and Metabolism*.**13** (10):955-958.
108. **Jürgen R., Paul S., Ulrike S. and Reinhard S. (2009)** - Essential oils of aromatic plants with antibacterial, antifungal, antiviral, and cytotoxic properties – an overview. *Forsch Komplementmed*.**16**: 79-90.
109. **Kędzierska-Matysek M., Florek M., Wolanciuk A., Skalecki P. and Litwińczuk A. (2016)** -Characterisation of viscosity, colour, 5-

- hydroxymethylfurfural content and diastase activity in raw rape honey (*Brassica napus*) at different temperatures. *J. Food Sci. Technol.*, **53**(4):2092-2098.
110. **Kchaoun W., Abbés F., Christophe B., Attia H., Besbes S. (2013)** – Effect of extraction solvent on phenolic contents and antioxidant activities of Tunisian date varieties (*Phoenix dactylifera* L.). *Industrial crops and products* **45** :262-269.
111. **Kendri S. (1999)** - Caractéristique biochimiques de la biomasse ‘*Saccharomyces cerevisiae*’ Produite à partir des dattes ‘variété Ghars’. *Mémoire d’Ingénieur. Département d’agronomie. Batna.* 51 pages.
112. **Khali M., Boussena Z. and Boutekrabt L. (2014)** _ Effet de l’incorporation de noyaux de dattes sur les caractéristiques technologiques et fonctionnelles de la farine de blé tendre. *Arab Journal of Nature and Technologie. B- Sciences Agronomique et Biologiques.* **2** :16-26.
113. **Kolb C.A., Kaiser M.A., Kopecky J., Zotz G., Riederer M. and Pfundel E.E. (2001)** - Effects of natural intensities of visible and ultraviolet radiation on epidermal ultraviolet screening and photosynthesis in grape leaves. *Plant Physiol.* **127**: 863-875.
114. **Kone D. (2009)** - Enquête ethnobotanique de six plantes médicinales maliennes extraction, identification d’alcaloïdes-caractérisation, quantification de polyphénols : Etude de leur activité antioxydant. *Thèse de Doctorat. France.* 189 pages.
115. **Krishna H.A., Parashar O.P., Awasthi and Singh K. (2014)** - Tropical and sub tropical fruit crops: Crop improvement and varietal wealth. *Delhi: Jaya Publishing House.* **1**: 137-155.
116. **Laouar A., Makhloufi A. and Makhloufi K. (2019)** - Microbiological and Physicochemical attributes of two dates Cultivars Hmira and Feggous in Abdela, Bechar Oasis, South-West of Algeria. *South Asian J Exp Biol.* **9**(5):207-213.
117. **Li H., Wang X., Li Y., Li P. and Wang H. (2009)** - Composés polyphénoliques et propriétés antioxydantes de certains vins chinois. *Chimie alimentaire.* **112**(2):454-460.
118. **Litescu, S. C.; Eremia, S and Radu, G.L.** « Methods for the Determination of Antioxidant Capacity in Food and Raw Materials », In Giardi, M.T; Rea, G. and Berra, B. (Eds.), *Bio-Farms for Nutraceuticals: Functional Food and Safety Control by Biosensors. Landes Bioscience and Springer Science*, 2010, 241–249.
119. **Lowry O.H., Rosenbrough N.J., Farr A.L. and Randall R.J. (1951)** - Protein measurement with the folin phenol reagent. *J. Biol. Chem.*, **193**: 265- 275.
120. **Maatallah S. (1970)** - Contribution à la valorisation de la datte Algérienne. *Thèse Ing. I.N.A. EL-Harrach*, 78 pages.
121. **Macheix J.J., Fleuriet A. and Billot J. (1990)** - Fruit Phenolics-Boca Raton, USA: *CRC Press.* 378p.
122. **Mahato S.B., Nandy A.K and Roy G. (1992)** - Triterpenoides. *Phytochemistry.* **32**: 2199.
123. **Mansouri A., Embarek G., Kokkalou E. and Kefalas P. (2005)** - Phenolic profil and antioxydant activity of the Algerian ripe date palm fruit (*Phoenix dactylifera*). *Journal Food Chemistry.* **89**:411-420.
124. **Martin C. (2004)** - Hémisynthèse de saponosides à hédéragénine. Etude de l’influence de la chaîne osidique sur l’activité hémolytique. *Thèse de Doctorat. Paris.* 223 pages.
125. **Masmoudi N. (2000)** - Essai de production de biomasse ‘*Saccharomyces cerevisiae*’ à partir des dattes ‘variété Ghars’. *Mémoire d’ingénieur. Département d’agronomie. Batna.* 52p.

126. **Memellink J., Verpoorte R., and Kijine J.W. (2001)** - Organization of jasmonate responsive gene expression in alkaloid metabolism. *Trends Plant Science*. **65**: 212-219.
127. **Messaid H. (2008)** - Optimisation de processus de réhydratation de système dattes sèches- Jusd'orange. *Thèse de Doctorat, UMBB*, 109 pages.
128. **Messar E.M. (1996)** - Le secteur phoenicicole Algérien: Situation et perspectives à l'horizon 2010. *Options Méditerranéennes*. **28**: 23-44.
129. **Michel T. (2011)** - Nouvelles méthodologies d'extraction, de fractionnement et d'identification: Application aux molécules bioactives de l'argousier (*Hippophaerhamnoides*). *Thèse de Doctorat, Université d'Orléans*. 287pages.
130. **Mohamed A.M., Wolf W. and Spies WEL. (2002)** - Physical, Morphological and Chemical Characteristics, Oil Recovery and Fatty Acid composition of *Balanitesaegyptiaca* Del. Kernels. *Plant Foods Humain Nutrition* **57**: 179-189.
131. **Molyneux P. (2004)** - The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. *Songklanakarin J. Sci. Technol.* **26**(2):211-219.
132. **Munier P. (1973)** - Le palmier dattier. *Ed Maisonneuve et Larose*. 221pages.
133. **Murtyh H. and Bapat V.A. (2020)** - Importance of Underutilized Fruits and Nuts. In *Bioactive Compounds in Underutilized Fruits and Nuts*, Murtyh H. and Bapat V., Eds; Reference Series in Phytochemistry; Springer: Cham, Switexrland; pp:3-19.
134. **Ndhkala A.R., Kasiyamhuri A., Mupure C., Chitindingu K., Benhura M.A. and Muchuweti M. (2006)** - Phenolic composition of *Flacourtiaindica*, *Opuntiamegacantha* and *Sclerocaryabinea*. *Food Chemistry*. **103** (1): 82-87.
135. **Nehdi I., Omri S., Khalil M. and Al-resayes S.I. (2010)** - Characteristics and chemical composition of date palm (*Phoenixcanariensis*) seeds and seed oil. *Industrial crops and products*, **32**(3):360-365.
136. **Noui Y. (2007)** - Caractérisation physico-chimique comparative des deux tissus constitutifs de la pulpe de datte Mech-Degla. *Mémoire de Master en génie alimentaire, UMBB*. 33pages.
137. **Okia C.A., Agea J.G., Kimondo J.M., Abohassan R.A.A., Okiror P., Obua J. and Teklehaimanot Z. (2011)** - Use and management of *Balanitesaegyptiaca* in the drylands of Uganda.
138. **O'Kennedy R. and Thornes R.D. (1997)** - Coumarins: Biology, applications and mode of action. *John Wiley. Sons, Inc., New York, N.Y.* 360pages.
139. **Oni, S. O., Adeosun, A. M., Ladokun, O. A., Ighodaro, O. M., & Oyedele, M. (2015)** - Nutritional and phytochemical profile of Niger cultivated date palm (*Phoenix dactilyfera* L). *Journal of Food and Nutrition Sciences*, **3**, 114e118.
140. **Ouattara G. S., Soro D., Chatigre K. O. et Koffi E.K. (2016)** - Caractérisation physico-chimique et sensorielle de diverses formulations de jus à base de pomme de cajou et d'ananas. *Revue Internationale des Sciences Biologiques et Chimiques*. **10**(6):2447-2460.
141. **Ould El Hadj M.D., Sebihi A.H. et Siboukeur O. (2001)** - Qualité hygiénique et caractéristiques physicochimiques du vinaigre traditionnel de quelques variétés de dattes de la cuvette de Ouargla. *Rev. Energ. Ren*, 87-92.
142. **Ould El Hadj M.D. (2001)** - Etude comparative de la productivité d'alcool brut de dates selon les variétés. *Recherche agronomique*. **n9, INRAA** : 91-99.
143. **Paris R. et Dillemann G. (1960)** - Les plantes médicinales des régions arides. *UNESCO Ed. Paris*. 99pages.
144. **Pelli K and Lyly M. (2003)** - Les antioxydants agronomiques. *Biotechnology FINLANDE, ED* : Paris, **3** : 1.

Références bibliographiques

145. **Pokorny J., Yanishlieva N. and Gordon M. (2001)** - Antioxidants in food. *Woodhead Publishing Limited*&. 153-155.
146. **Pomilio A.B, Buschi C.A., Tomes C.N. and Viale A.A. (1992)** - Antimicrobial constituents of *Gomphrenamartiana* and *Gomphrenaboliviana*. *J. Ethnopharmacol.* **36**: 155-161.
147. **Quezel P. et Santa S. (1962)** - Nouvelle flore de l'Algérie et régions désertiques méridionales. *Tome 2. Centre National de la Recherche, Paris.* 565pages.
148. **Rahman M.S., Kasapis S., Al-Marhubi M.I., Khan A.J. (2007)** - Composition characterisation and thermal transition of date pits powders. *Journal of Food Engineering.* **80**:1-10.
149. **Reynes M., Bouabidi H., Piombo G. and Rirterucci A.M. (1994)** - Caractérisation des principales variétés de dattes cultivées dans la région du Djerid en Tunisie., *Fruits* (49): 189-198.
150. **Ribéreau-Gayon P. and Gautheret R. (1968)** - Les composés phénoliques des végétaux, *Dunod, Paris.*
151. **Rodier J. (1997)**- L'analyse de l'eau, eau naturelle, eau résiduaire, eau de mer. 8^{ème} Ed. *Dunod.* 57-65.
152. **Sagna M.B., Diallo A., Sarr P.S A., Ndiaye O., Goffner D. and Guisse A.(2014)** Biochemical composition and nutritional value of *Balanitesaegyptiaca* (L.) Del fruit pulps from Northern Ferlo in Senegal. *Afr.J. Ethnopharmacol.* **13**:336-342.
153. **Sankarikutty B. and Narayanan C.S. (2003)** - Essential Oils: Isolation and Production. *Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition 2nd Ed.*, 2185-2189.
154. **Sarni-Manchado P. et Cheynier V. (2006)** - Les polyphénols en agroalimentaire, *Ed. Lavoisier (Tec & Doc), Paris.* 398pages.
155. **Sawaya W.N., Khalil J.K., Sati W.M. and Al-Shalat A. (1983)** - Physical and chemical characterization of three Saudi date cultivars at various stages of development. *Can. Ins. Food Sci. Technol. J.*, **16**(2):87-93.
156. **Scalbert A. (1991)** -Antimicrobial properties of tannins. *Phytochemistry*, **30**: 3875-3883.
157. **Scalbert A. and Williamson G. (2000)** - Chocolate: modern science investigates an ancient medicine dietary intake and bioavailability of polyphenols. *Journal of Nutrition.* **130**: 2073-2085.
158. **Scalbert A., Morand C., Manach C. and Rémésy C. (2002)** - Absorption and metabolism of polyphenols in the gut and impact on health. *Biomed. Pharmacother.* **56**:276-282.
159. **Selvakumar G., Saha S. and Kundu S. (2007)** -Inhibitory activity of pine needle tannin extracts on some agriculturally resourceful microbes. *Indian J. microbial.*, **47**: 267-270.
160. **Siboukeur O. (1997)** - Qualité nutritionnelle hygiénique et organoleptique du jus de datte. *Mémoire de Magister INA, EL Harach.* 289pages.
161. **Singleton V.L. and Rossi J.A. (1965)** - Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American journal of Enology and Viticulture.* **16**(3):144-158.
162. **Staerk D., Chapagain B.P., Lindin T., Wiesman Z .and Jaroszewski J.W.(2006)** _ Structural analysis of complex saponins of *Balanitesaegyptiaca* by 800 MHz H NMR spectroscopy. *Magn. Reson. Chem.* **44**:923-928.
163. **Taouda H., Mrani Alaoui M., Errachidi F., Chabir R. and Aarab L. (2014)** -Etude comparative des caractéristiques morpho-métriques et biochimiques des dattes

- vendues sur le marché régional de FES/Maroc. *Revue Internationale de l'Innovation et des Etudes Appliquées*. **8**:1-10.
164. **Tassoult M., Kati D.E., Bachir-bey M., Benouadah A .et Rodriguez-GutiérrezG. (2021)** - Valorization of date palm biodiversity : physico-chemical composition, phenolic profile, antioxidant activity, and sensory evaluation of date pastes. *Journal of Food Measurement and Characterization*. **15**(3) :2601-2612.
165. **Toutain G. (1996)** - Rapport synthèse de l'atelier "Techniques culturelles du palmier dattier". In : Options méditerranéennes, série, N° 28. Le palmier dattier dans l'agriculture d'oasis des pays Méditerranéens. Ed. IAM. Zaragoza. Spain, 201-205.
166. **Tripathi M.K., Santra A., Chaturvedi O.N. and Karim S.A. (2004)** - Effect of sodium bicarbonate supplementation on ruminal fluid pH, feed intake, nutrient utilization and growth of lambs fed high concentrate diets. *Animal feed science and technology*. **111**: 27-39.
167. **Yang C., Landau J., Huang M. and Newmark H. (2001)** -Inhibition of carcinogenesis by dietary polyphenolic compounds. *Annual Review of Nutrition*. **21**:381-406.
168. **Younas A., Naqvi S.A., Khan M.R., Shabbir M.A., Jatoi M.A., Jatoi M.A., Anwar F., Inam-Ur-Raheem M., Saari N. and Aadil R.M. (2020)** - Functional food and nutra –pharmaceutical perspectives of date (*Phoenix dactylifera* L.) fruit. *J. Food Biochem.* **44**, e 13332.
169. **Youssef M.K.E., El-Geddawy M.A.H., El-Rify M.N. and Ramadan B.R. (1992)** - Study of amino acid, organic acid and free sugar composition of new valley dates and certain date products. *Acta Alimentaria*. **21**:325-335.

RÉSUMÉS

Étude des composés biochimiques et évaluation de quelques activités biologiques des dattes

La datte est un fruit très apprécié de haute valeur nutritionnelle, sa teneur en composés phénoliques incite à mieux la valoriser. L'objectif recherché à travers cette étude vise l'évaluation *in vitro* d'une activité biologique (activité antioxydante), et le dosage des composés biochimique (polyphénols et flavonoïdes totaux) des extraits méthanolique de noyaux et pulpe de quatre variétés de dattes Algériennes (Hmira, Deglet Nour, Degla Beida, Datte de désert), et également l'évaluation des caractéristiques physico-chimiques de ces variétés. Les résultats de dosages de pouvoir antioxydant a révélé en moyenne des capacités plus remarquables dans la variété Degla Beida, suivi par Hmira, Deglet Nour et puis Datte de Désert. Les valeurs les plus élevées de cet activité étaient celle de l'extrait méthanolique du noyau Hmira, et celle de pulpe Degla Beida. En revanche ce sont le noyau de Hmira, et la pulpe de Degla Beida qui avaient la plus grande teneur en polyphénols total. Ce qui est en faveur de valoriser ces ressources naturelles riches en composés actifs caractérisés par des activités biologiques très importantes.

Mots-clés: Datte, noyaux, composés phénoliques, activité antioxydante

Study of biochemical compounds and evaluation of some biological activities of dates

The date is appreciated fruit of high nutritional value, its content of phenolic compounds support its valorization. The objective of this study is the evaluation *in vitro* of biological activity (antioxidant activity), and the assay of biochemical compounds (total polyphenols and flavonoids) of seed and pulp of four date fruit varieties. Algerian dates (Hmira, Deglet Nour, Degla Beida, Desert Date), and also the assessment of their physicochemical characteristics. The results of antioxidant activity revealed on average more remarkable capacities in the DeglaBeida variety, followed by Hmira, Deglet Nour and then Desert Date. The highest values of this activity were that of the Hmira seed, and that of Degla Beida pulp. On the other hand, it is the seed of Hmira, and the pulp of Degla Beida which had the greatest total polyphenol content. As preliminary findings we can demonstrate the role of phenolics compounds in the biological antioxidant activity of date.

Keywords: Date, seed, polyphenols, antioxidant activity.

دراسة المركبات البيوكيميائية وتقييم بعض الأنشطة البيولوجية للتمور

يعتبر التمر ثمرة ذات قيمة غذائية عالية ، كما أن محتواها من المركبات الفينولية يشجعها على أن تكون ذات قيمة أفضل. الهدف المنشود من خلال هذه الدراسة هو التقييم في المختبر للنشاط البيولوجي (نشاط مضاد للأكسدة)، ومقايسة المركبات الكيميائية الحيوية (البوليفينول الكلية والفلافونويد الكلية) لثمار ونواة أربعة أصناف جزائرية من التمر (حميرة، دقلة نور، دقلة بيضاء، تمر الصحراء). كما تم كذلك تقييم الخصائص الفيزيائية و الكيميائية لهذه الأصناف. أظهرت نتائج التحاليل فعالية خصائص المضادة للأكسدة في صنف دقلة بيضاء، يليه حميرة، دقلة نور ثم تمر الصحراء. كما لوحظ قيم مرتفعة لهذا النشاط لنواة حميرة ، ولب دقلة البيضاء. من ناحية أخرى، فإن نواة حميرة ولب دقلة البيضاء يحتويان على أكبر نسبة من مادة البوليفينول، ومن هذا يمكننا تثمين دور هذه المركبات في التمور في فعاله النشاط البيولوجي المضاد للأكسدة.

الكلمات المفتاحية: التمر ، النواة ، البوليفينول، النشاط المضاد للأكسدة.