

République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
Université Ahmed DRAÏA - Adrar

Code :



Faculté des Sciences et de la Technologie  
Département de Sciences de la Nature et de la Vie

Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme de Master en :

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : Biochimie Appliquée

**Thème :**

---

---

**Caractérisation phytochimique des noyaux de dattes  
(cultivar *Taqerbucht*) et étude des effets sur les rats Wistar à  
l'origine d'insulino-resistance**

---

---

Préparé par :

Mlle YOUSFI Zeyneb

Mlle OUMARI Lala Khawla

Mlle MEZAOULI Rachida

Membres de jury d'évaluation :

M. NANI Abdelhafid	Président	MCA	Univ. Adrar
M <sup>elle</sup> TEHAMI Wafâa	Encadrant	MCB	Univ. Adrar
M. OUAINI Abderrahmane	Examineur	MAA	Univ. Adrar

Année Universitaire : 2021/2022

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République algérienne populaire et démocratique

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique



UNIVERSITE AHMED DRAYA - ADRAR

BIBLIOTHÈQUE CENTRALE

Service de recherche bibliographique

N°.....B.C/S.R.B//U.A/2022

جامعة احمد دراية - ادرار

المكتبة المركزية

مصلحة البحث البيولوجرافي

الرقم.....م.م.ب.ب / ج.أ. 2022

## شهادة الترخيص بالإيداع

انا الأستاذ(ة): تهامي وفاء

المشرف مذكرة الماستر.

الموسومة بـ Caractérisation phytochimique des moyaux de dattes (cultivar Taperbucht) et étude des effets sur des rats Kunster à l'origine d'insulinorésistance.

من إنجاز الطالب(ة): عوماري لالة خولة - يوسف زينب

و الطالب(ة): مزاري رشيدة

كلية: علوم والتكنولوجيا

القسم: علوم الطبيعة والحياة

التخصص: بيوتكنولوجيا التطبيقية

تاريخ تقييم / مناقشة: 2022/06/22

أشهد ان الطلبة قد قاموا بالتعديلات والتصحيحات المطلوبة من طرف لجنة التقييم / المناقشة، وان المطابقة بين

النسخة الورقية والإلكترونية استوفت جميع شروطها.

ويتمكنهم إيداع النسخ الورقية (02) والإليكترونية (PDF).

- امضاء المشرف:

مساعد رئيس القسم:

Dr. TEHAMI Wafaa



# *Remerciements*

*Nous remercions en tout premier lieu ALLAH, le tout puissant de m'avoir donné la force et l'aide afin de pouvoir accomplir ce travail et de le terminer à temps.*

*Cette recherche a été menée sous la supervision d'encadreur Dr. TEHAMI Wafâa Maître de Conférences (B) à l'université d'Adrar j'adresse mes sincères remerciements pour ses compétences et ses Conseils précieux, sa disponibilité et sa grande simplicité, son respect ont contribué au bon déroulement de ce travail de recherche.*

*Nous tenons à remercier Dr. NANI Abdelhafid Maître de Conférences (A) à l'université d'Adrar, de nous avoir honoré en acceptant la présidence de ce jury.*

*Nous tenons également à adresser nos sincères remerciements à M. OUAINI Abderrahmane, Maître Assistant (A) à L'université d'Adrar pour l'honneur qu'il nous a fait en acceptant d'examiner ce mémoire.*

*Nous exprimons nos sincères sentiments de gratitude à Mme BAHIANI Malika pour sa précieuse contribution.*

## **DEDICACE**

*Je dédie ce modeste travail*

*A mes chers parents ; ma mère et mon père*

*Pour leurs patience ; leurs amours ; leurs soutiens et  
leurs encouragement*

*A mon cher frère : Mohammed*

*A mes chères sœurs ; Nacira ; Samia et Samira*

*A mes nièces : Bayan ; Meriem et Alaa.*

*A mes neveu : Med Islam ; Yahia et Karim*

*A tous mes amies et mes camarades*

*Sans oublier tous mes professeurs que soit du primaire,*

*de moyen , de secondaire ou de l'enseignement*

*supérieur*

**Zeyneb**



## *Dédicace*

*Je dédiee modeste travail à :*

*Ma chère maman ; pour tout ce qu'elle a fait pour moi,  
son sacrifice, son aide, ses conseils, sa patience et ses  
encouragements pour moi.*

*Mon père est si cher pour tout ce qu'il a fait pour moi  
toute ma vie. Des années scolaires pour l'encourager et  
le guider.*

*A mes frères « HAMZA, Abed Alhadi, Mohamed ».*

*A ma tante « Fatima » et « Maryme » qui me  
soutiennent.*

*A ma collègue, « Messihddine Manal », qui me soutient  
beaucoup aidé.*

*A tous personnes qui m'ont encouragé et soutenu dans  
mes moments les plus difficiles.*

*Lala Khaoula*

## *Dédicace*

*Un grand respect et remerciement pour être le plus cher dans mon existence qui nous a quitté en laissant un grand vide. A toi Papa tu étais et tu resteras mon héros, mon inspiration avec fierté et respect. je dédie ce mémoire: ET particulièrement à*

*ma très chère*

*Maman qui a toujours été là pour moi*

*Mon mari Hamza pour son encouragement*

*Me ange Wiaam*

*Mes chères sœurs Rihab –Ikram-Oumelaide-Asmaa-Douaa-Aya*

*Mon cher frère Abd Allah*

*Tous les membres de ma famille*

*«Mézaouli »et «Barkat »*

*Tous mes amis et mes collègues Tout personne qui a contribué de*

*Loin ou de près à élaboration de Ce travail.*

*Rachida*

## Liste des abréviations

**DPPH •** : Diphénylpicrylhydrazylforme radicalaire

**EB** : Extrait brut

**ED** : Eau distillée

**END** : Extrait de noyaux des dattes

**EOR** : Espèces oxygénées radicalaires

**H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>** : Acide sulfurique

**HCl** : Chlorure d'hydrogène

**MeOH** : Méthanol

**MO** : Matière organique

**MS** : Matière sèche

**Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>** : Carbonate de sodium

**NaNO<sub>2</sub>** : Nitrite de sodium

**NaOH** : Hydroxyde de sodium

**PDL** : *Phoenix dactylifera* L.

**PND** : Poudre des Noyaux de Dattes

**SM** : Solution mère

**SOD** : Superoxydes dismutases

### *Liste des tableaux*

Tableau 01 : Inventaire variétal (cultivar) dans les trois régions phoenicicoles d'Algérie .....	13
Tableau 02 : Composition chimique de noyaux des dattes. ....	16
Tableau 03 : Résultats du criblage phytochimique préliminaire. ....	50

### *Liste des figures*

Figure :01 Structure de l'insuline (Malardé, 2012).....	3
Figure :02 Evolution de l'insulino-résistance (Philippe et al., 2014).....	5
Figure :03 L'insulino-résistance du DT2 (hépatique et périphérique).....	6
Figure :04 Lipotoxicité et insulino-résistance. ....	7
Figure :05 Mécanismes moléculaire de l'insulino-résistance dans le tissu musculaire. ....	8
Figure :06 Palmier dattier. ....	10
Figure :07 Production de palmier dattier dans le monde.....	12
Figure :08 Carte de la répartition des zones d'observation et phoenicol en Algérie.....	13
Figure :09 Dattes de cultivar Taqerbucht. ....	14
Figure :10 Noyaux des dattes. ....	15
Figure :11 Classification des polyphénols (Harbone ,1980). ....	19
Figure :12 Structure de base des acides hydroxybenzoïques. ....	20
Figure :13 Structure chimique d'acide hydroxycinnamique. ....	20
Figure :14 Structure chimique de base des flavonoïdes. ....	21
Figure :15 Structure chimique de flavone. ....	22
Figure :16 Structure chimique d'isoflavone. ....	22
Figure :17 Structure chimique de flavanones. ....	23
Figure :18 Structure chimique de flavanols. ....	23
Figure :19 Structure chimique de flavonol. ....	24
Figure :20 Structure chimique d'anthocyanines.....	24
Figure :21 Structure chimique de stilbène.....	25
Figure :22 Structure chimique de lignane. ....	26
Figure :23 Site de prélèvement d'échantillon Taqerbucht. ....	27
Figure :24 Les étapes de préparation de l'échantillon.....	28
Figure :25 Les étapes de détermination de l'humidité. ....	29
Figure :26 Avant et après incinération des noyaux de dattes. ....	30
Figure :27 Principe du dosage colorimétrique des sucres totaux par la méthode de.....	31
Figure :28 La gamme d'étalonnage et l'extrait des noyaux de dattes. ....	32
Figure :29 Appareil de Soxhlet pour l'extraction de la matière grasse .....	33
Figure :30 Echantillon avant et après minéralisation. ....	34
Figure :31 Système de distillation. ....	35
Figure :32 Spectrophotomètre de flamme (JENWAY PFP7). ....	36
Figure :33 Montage du chauffage à reflux. ....	37
Figure :34 La gamme d'étalonnage des polyphénols.....	40
Figure :35 La gamme d'étalonnage des flavonoïdes avec l'extrait testé. ....	41
Figure :36 La gamme d'étalonnage des tanins condensés avec l'extrait testé. ....	42
Figure :37 Mesure du pouvoir antioxydant par le test de DPPH.....	43
Figure :38 Lots expérimentaux.....	44
Figure :39 Méthode de tolérance orale de glucose.....	46
Figure :40 Taux d'humidité et de matière sèche. ....	47
Figure :41 Taux de cendres et matière organique. ....	48
Figure :42 Teneurs en métabolites primaires. ....	48
Figure :43 Teneurs en métabolites secondaires.....	52
Figure :44 Pourcentage d'inhibition en fonction des différentes concentrations de l'extrait de ND et les standards utilisés. ....	53

Figure :45 Valeurs d'EC50 de l'extrait et des deux standards. ....	54
Figure :46 Cinétique de la réaction de piégeage de DPPH. ....	55
Figure :47 Effets de décocté des NDsur le poids corporel des.....	56
Figure :48 Effet du décocté des ND sur le test de la tolérance .....	57





# Résumé



## ملخص

يهدف هذا العمل إلى تبيين نواة التمر لنخيل التمر. من الصنف "تقربوشت" من منطقة أدرار من خلال التحليلات الفيزيائية والكيميائية والتحليلات النوعية والكمية للأبيضات الثانوية ونشاط مضادات الأكسدة وتأثيراتها على نموذج حيواني لمقاومة الأنسولين. كشفت تحليلات المستقلبات الأولية عن مستويات 13,60% و 1,82% و 5,2% و 0,17 مغ / غ و 2 مغ / غ من السكريات الكلية والبروتينات والدهون والصوديوم والبوتاسيوم على التوالي. أثناء التحليلات الكمية لمركبات البوليفينول والفلافونويد والعفص المكثف، لوحظت مستويات ملحوظة على التوالي ( $0,042 \pm 2,52$  مغ مكافئ لحمض غاليك / غ المادة الجافة،  $1,39 \pm 0,020$  مغ مكافئ كاتيشين / مغ المادة الجافة،  $0,130 \pm 0,036$  مغ / غ المادة الجافة). يتم التعبير عن الإمكانات المضادة للجذور لمسحوق حجر التمر الذي تم تقييمه بواسطة اختبار DPPH بتركيز المستجيب ( $EC_{50}$ ) البالغ 0,042 مغ / مل. أما بالنسبة لنتائج المكون في الجسم الحي، فقد أظهرت الفئران المقاومة للأنسولين والتي تلقت مغلي أحجار التمر، قدرة على منع تغيير تحمل الجلوكوز بالإضافة إلى ذلك.

**الكلمات المفتاحية:** *Phoenix dactylifera L.*، نوى التمر، تقربوشت، DPPH، مقاومة الأنسولين.

## *Résumé*

Ce travail vise à la valorisation des noyaux de dattes du palmier dattier *Phoenix dactylifera L.* du cultivar « *Taqerbucht* » de la région d'Adrar, par des analyses physico-chimiques, des analyses qualitatives et quantitatives de métabolites secondaires, l'activité antioxydante et leurs effets sur un modèle animal d'insulino-résistance. Les analyses des métabolites primaires ont révélé des taux de 13,60%, 1,82% et 5,2%, 0,17 mg/g et 2mg/g de sucres totaux, de protéines, de lipides, sodium et potassium respectivement. Lors de la réalisation des analyses quantitatives des polyphénols, flavonoïdes et tanins condensés, des teneurs appréciables ont été notées respectivement ( $2,52 \pm 0,042$  mg EAG/g MS,  $1,39 \pm 0,020$  mg EC/g MS,  $0,130 \pm 0,036$  mgEC/g.MS). Le potentiel antiradicalaire de la poudre des noyaux des dattes évalué par le test DPPH est exprimé par une concentration effectrice ( $EC_{50}$ ) de 0,042mg/ml. Quant aux résultats du volet *in vivo*, les rats d'insulino-résistance qui ont reçu le décocté des noyaux de dattes, ont présenté un pouvoir de prévenir l'altération de la tolérance au glucose en addition.

**Mots clés :** *Phoenix dactylifera L.*, noyaux de dattes, *Taqerbucht* , DPPH, insulino-résistance.

## *Abstract*

This work aims at the valorization of the date kernels of the date palm *Phoenix dactylifera* L. of the cultivar "Taquerbucht" of the region of Adrar, by physico-chemical analyses, qualitative and quantitative analyzes of secondary metabolites, the antioxidant activity and their effects on an animal model of insulin resistance. The analyzes of the primary metabolites revealed levels of 13,60%, 1,82% and 5,2%, 0,17 mg/g and 2mg/g of total sugars, proteins, lipids, sodium and potassium respectively. During the quantitative analyzes of polyphenols, flavonoids and condensed tannins, appreciable levels were noted respectively ( $2,52 \pm 0,042$  mg EAG/g DM,  $1,39 \pm 0,020$  mg EC/g DM,  $0,130 \pm 0,036$  mgEC/ gDM). The anti-radical potential of the date stone powder evaluated by the DPPH test is expressed by an effective concentration ( $EC_{50}$ ) of 0,042 mg/ml. As for the results of the in vivo component, the insulin-resistant rats which received the decoction of the date stones, showed a power to prevent the alteration of glucose tolerance in addition.

**Keywords:** *Phoenix dactylifera* L, Date kernels, *Taquerbucht*, DPPH, insulin resistance.



# Table des matières





Remerciements.....	I
Dedicace.....	II
Liste des abréviations .....	III
Liste des tableaux .....	IV
Liste des figures .....	V
ملخص.....	VI
Résumé .....	VII
Abstract.....	VIII

## Table des Matières

Introduction .....	1
--------------------	---

### Partie bibliographique

#### Chapitre I: Insulino-résistance

I.1. Régulation de la glycémie.....	2
I.1.1. Insuline et son récepteur.....	2
I.1.2. Voies de signalisation de l'insuline.....	3
I.1.3. Contrôle négatif de l'insuline.....	4
I.2. Résistance à l'insuline.....	4
I.2.1. Définition.....	4
I.2.2. Etapes d'évolution de l'insulino-résistance.....	4
I.3. Résistance à l'insuline ou insulino-résistance.....	5
I.4. Quantification de la sécrétion d'insuline et de l'insulino-résistance.....	8

#### Chapitre II : Palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.)

II.1. Palmier dattier.....	10
II.1.1. Classification botanique.....	11
II.1.2. Production des dattes.....	11
II.2. Noyaux de datte .....	14
II.2.1. Définition .....	15
II.2.2. Composition chimique .....	15

#### Chapitre III : Métabolites primaires & secondaires

III. Les métabolites primaires et secondaires .....	17
III.1. Les métabolites primaires.....	17
III.2. Les métabolites secondaires .....	18

III.2.1. Les Polyphénols .....	18
III.2.2. Classification des polyphénols.....	18
III.2.2.1. Acide phénolique.....	19
III.2.2.2. Flavonoïdes.....	20
III.2.2.3. Tanins.....	25
III.2.2.4. Stilbènes.....	25
III.2.2.5. Lignanes.....	26

## Partie expérimentale

### Chapitre I : Matériel et Méthodes

I.1. Partie <i>in vitro</i> .....	27
I.1.1. Matériel biologique.....	27
I.1.2. Détermination de la composition physico-chimique des noyaux de dattes .....	28
I.1.3. Analyses qualitatives .....	38
I.1.4. Mesure du pouvoir antioxydant.....	42
I.2. Partie <i>in vivo</i> .....	44
I.2.1. Animaux.....	44
I.2.2. Induction de l'Insulino-Résistance (IR).....	44
I.2.3. Test de la tolérance au glucose et mesure de la glycémie.....	45

### Chapitre II : Résultats et Discussion

II.1. Partie <i>in vitro</i> .....	47
II.1.1. Analyses physico-chimiques des noyaux de dattes.....	47
II.1.2. Criblage phytochimique préliminaire.....	49
II.1.3. Teneurs en métabolites secondaires .....	51
II.1.4. Potentiel antioxydant de l'extrait des ND (piégeage du radical libre DPPH).....	53
II.2. Partie <i>in vivo</i> .....	56
II.2.1. Effet de traitement avec le décocté des ND sur le poids corporel et le test de la tolérance orale au glucos.....	56
Conclusion.....	58
Références Bibliographiques .....	59
Annexe	

## Introduction

Le palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) est considéré comme un symbole de la vie dans certaines zones arides, en raison de sa tolérance aux températures élevées, à la sécheresse et à la salinité, par rapport aux autres espèces fruitières. C'est l'un des arbres les plus anciens dont l'homme ait bénéficié, et elle est cultivée depuis l'Antiquité (Brouk *et al.*, 2016).

Le palmier dattier est principalement cultivé au Moyen-Orient et en Afrique du Nord, avec une production mondiale annuelle de 9,24 millions de tonnes (Faostat, 2019).

Les palmiers dattiers sont les principales sources de rémunération et la base économique des habitants des oasis algériennes. Dans ces zones, plus de 13 millions de palmiers dattiers et 940 variétés ont été recensés à ce jour, avec une production totale d'environ 1,13 million de tonnes (Harkat *et al.*, 2022).

Le fruit du palmier dattier est considéré comme la source de nourriture la plus importante pour l'homme dans les régions arides et semi-arides. Un aliment idéal qui fournit un large éventail de nutriments essentiels, il a de nombreux avantages potentiels pour la santé, car il est riche en métabolites secondaires, de fibres alimentaires, de certaines vitamines essentielles et de minéraux (Chaira *et al.*, 2007 ; Atmani *et al.*, 2009).

De nos jours l'attention scientifique est portée vers la valorisation du contenu phénolique, richement bioactif, des noyaux de dattes des différentes régions dans le monde en vue d'application agroalimentaire, pharmacologique, cosmétique, environnementale et industrielle de cette biomasse et leurs extraits.

Dans ce contexte nous nous sommes intéressés, à l'évaluation de la poudre des noyaux du palmier dattier *Phoenix dactylifera* L. du cultivar «*Taqerbucht* ».

La présente étude porte sur deux parties

- Dont la première consiste à une étude bibliographique, elle possède trois chapitres (Insulino-résistance, Palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.), Métabolites primaires & secondaires).
- La deuxième partie présente les méthodes effectuées (*in vitro* et *in vivo*) ainsi que les résultats et discussion.

# Partie bibliographique



## **Chapitre I**

### **Insulino-résistance**



## I.1. Régulation de la glycémie

Le maintien d'une glycémie normale, l'homéostasie glucidique, dépend de mécanismes endocriniens, nerveux, et métaboliques qui contrôlent l'entrée et la sortie du glucose dans l'organisme (Broberger, 2005). Les mécanismes endocriniens permettant de maintenir l'homéostasie glucidique à jeun sont essentiellement dépendants du glucagon, des catécholamines et des glucocorticoïdes. Par contre, à l'état nourri, l'insuline est la principale hormone impliquée. Son action anabolisante est indispensable pour le développement des tissus, la croissance, et l'homéostasie glucidique (Ouhaibi & Djellouli, 2017).

### I.1.1 Insuline et son récepteur

L'insuline est une petite protéine dont les 51 acides aminés sont produits et sécrétés par les cellules  $\beta$  des îlots pancréatiques. Il est constitué de deux chaînes polypeptidiques,  $\alpha$  et  $\beta$ , de 21 et 30 acides aminés, respectivement, qui sont reliées entre elles par des ponts disulfures (-s-s-)

(Marieb & Hoehn, 2015 ; Arnold *et al.*, 2018). Elle est synthétisée sous forme de longue chaîne polypeptidique appelée pro-insuline, dont des enzymes rompent la portion médiane, libérant ainsi l'insuline (Figure 01) (Marieb & Hoehn, 2015). L'insuline a un rôle d'hormone hypoglycémisante, et elle possède une activité anabolique majeure dans la mise en réserve des substrats glucidiques et lipidiques (Benaraba, 2007).

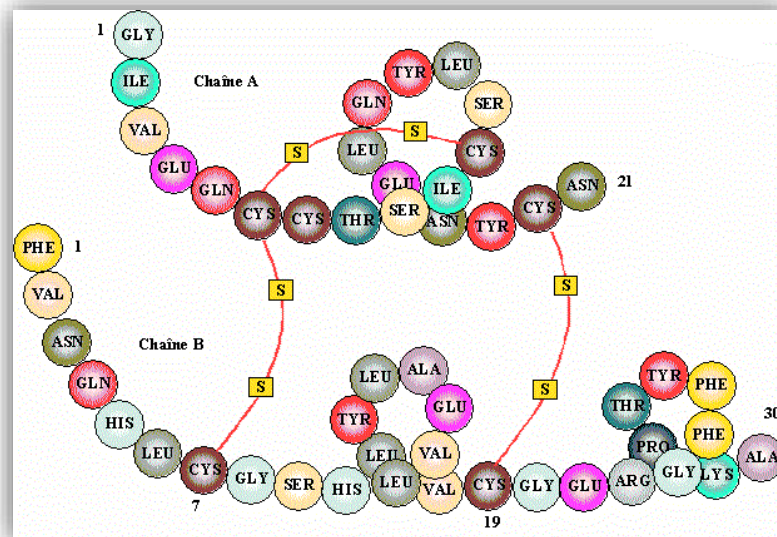
Son récepteur appartient à la famille des récepteurs de facteurs de croissance IGF1 (Insulin-Like- Growth-Factor 1) qui possèdent une activité tyrosine kinase dans leur domaine intracellulaire. C'est une glycoprotéine membranaire intégrale, formée de quatre sous-unités, deux sous-unités  $\alpha$  extracellulaires reliées par des ponts disulfure et deux sous-unités  $\beta$  transmembranaires (Marieb & Hoehn, 2015).

La liaison à l'insuline est assurée par la sous-unité  $\alpha$  et par la partie extracellulaire des sous-unités  $\beta$ , qui contiennent des sites de liaison de haute et de basse affinité pour l'insuline (Benaraba, 2007).

La liaison de l'hormone aux sous-unités  $\alpha$  entraîne un changement de conformation de récepteur à l'insuline et par conséquent, induit l'autophosphorylation de plusieurs résidus Tyr situés au niveau de la région cytosolique de la sous-unité  $\beta$ , puis la phosphorylation des résidus tyrosine des protéines substrats, protéines IRS (Insulin Receptor Substrates) parmi lesquels IRS-1 et IRS-2 sont les deux principaux substrats et les intermédiaires les plus courants du stade initial de propagation du signal d'insuline. L'IRS permet la création de complexes macromoléculaires



d'activation à proximité du récepteur, son phosphorylation est nécessaire à l'activation du récepteur et à la transmission du signal insulinaire (Arnold *et al.*, 2018).



**Figure 01** : Structure de l'insuline (Malardé, 2012).

### I.1.2. Voies de signalisation de l'insuline

La stimulation par l'insuline induit la phosphorylation des résidus tyrosine du récepteur à l'insuline. Deux grandes voies de signalisation sont alors initiées par cette phosphorylation : l'activation des protéines Shc (Src homology 2/ $\alpha$  collagen-related) et les protéines IRS. Il s'agit respectivement de la voie des MAP (Mitogen activated protein) kinases et de la voie PI3K (phosphatidyl inositol 3-kinase) qui conduisent respectivement aux effets mitogéniques et métaboliques de l'hormone (Benaraba, 2007 ; Tan-Chen *et al.*, 2020).

En présence d'insuline, Akt (protéine kinase B ou PKB) est ainsi recrutée à la membrane plasmique des cellules où elle sera activée par phosphorylation. Elle agit donc comme un relai de nombreuses activités métaboliques de l'insuline dans les différents tissus qu'elle cible. En effet, l'insuline stimule l'absorption du glucose dans les muscles squelettiques et les adipocytes par le biais de la translocation de GLUT4 (Glucose Transporter) des compartiments intracellulaires à la membrane cellulaire pour augmenter l'absorption de glucose. Elle induit la synthèse de glycogène et son stockage dans les muscles et le foie, et la synthèse protéique dans les muscles. Elle inhibe également la lipolyse adipocytaire et la production hépatique de glucose (Tan-Chen S *et al.*, 2020).

D'autre part, on sait que l'insuline est un puissant facteur de croissance. Ses effets favorisant la croissance et la régulation de la transcription des gènes sont médiées par l'activation de la voie MAP / Ras (Capeau, 2003 ; Arnold *et al.*, 2018).

### **I.1.3. Contrôle négatif de l'insuline**

Le contrôle négatif du signal de l'insuline peut venir de la dégradation de l'hormone ou de la déphosphorylation du récepteur. La majorité des récepteurs est recyclée au niveau de la membrane, tandis que d'autres sont dégradés. Dans les conditions physiologiques, les récepteurs nouvellement synthétisés permettent de restaurer un nombre normal de récepteurs sur la cellule. En présence d'un hyperinsulinisme persistant, en revanche, les cycles d'internalisation/recyclage peuvent aboutir à une diminution du nombre de récepteurs à la surface, processus de régulation participant de façon secondaire à l'installation d'un phénomène de résistance à l'insuline. La déphosphorylation des résidus tyrosine du récepteur et des protéines IRS requiert des tyrosines phosphatases (PTPases). Une augmentation de l'activité PTPase dans les muscles des patients diabétiques a été observée, qui participerait à la résistance de ces tissus à l'insuline (Capeau, 2003).

## **I.2. Résistance à l'insuline**

### **I.2.1. Définition**

L'insulino résistance (IR) se définit comme un état de diminution de la réponse cellulaire et tissulaire à l'insuline, elle se traduit d'abord par la réduction de la captation du glucose au niveau des tissus cibles (le tissu musculaire, le foie et le tissu adipeux) compensée par une hyperinsulinémie (Ormazabal *et al.*, 2018).

Les mécanismes responsables de la perte progressive de la sensibilité à l'insuline peuvent se situer à différents niveaux du métabolisme insulinique, y compris au niveau du récepteur à l'insuline des cellules cibles (Scheen, 2001).

### **I.2.2. Etapes d'évolution de l'insulino-résistance**

L'évolution de l'IR se caractérise par trois stades successifs (Figure 02)

- a. Une IR initiale qui conduit à l'hyperinsulinémie sans modification de la glycémie, la glycémie à jeun est normale, mais la sécrétion d'insuline augmente peu à peu afin de lutter contre la résistance à l'insuline déjà présente (Wiernsperger & Bouskela, 2009).

- b. Une élévation de la production hépatique de glucose, après plusieurs mois à plusieurs années d'hyperinsulinisme, le pancréas peine dans sa lutte (l'hyperglycémie) (Scheen, 2001 ; Wiernsperger & Bouskela, 2009).
- c. Un déficit de sécrétion d'insuline, l'insulinopénie plus tardif, qui conduit à la nécessité d'entreprendre une insulinothérapie (Wiernsperger & Bouskela, 2009) et ses conséquences clés incluent une capacité altérée de l'insuline à supprimer la production de glucose hépatique et stimuler l'élimination du glucose périphérique. Une fois l'IR installée, la capacité de sécrétion d'insuline du pancréas diminue progressivement jusqu'à la nécessité d'une insulinothérapie (Scheen, 2001) (Godsland, 2010).

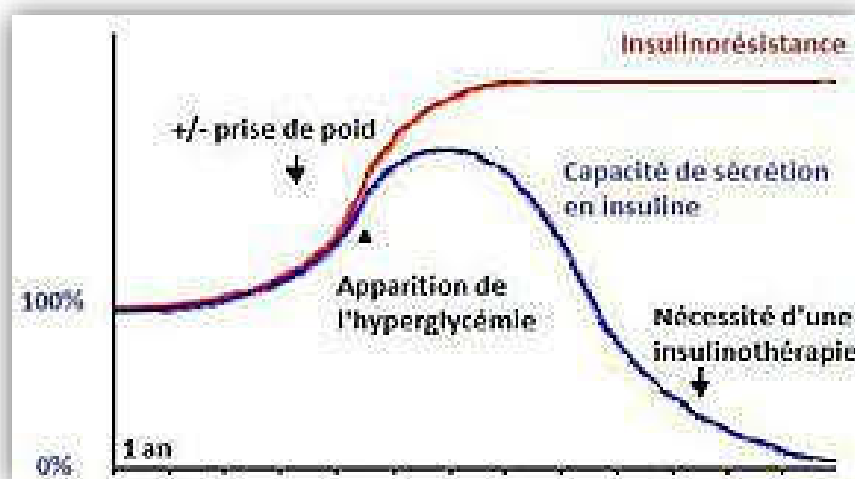
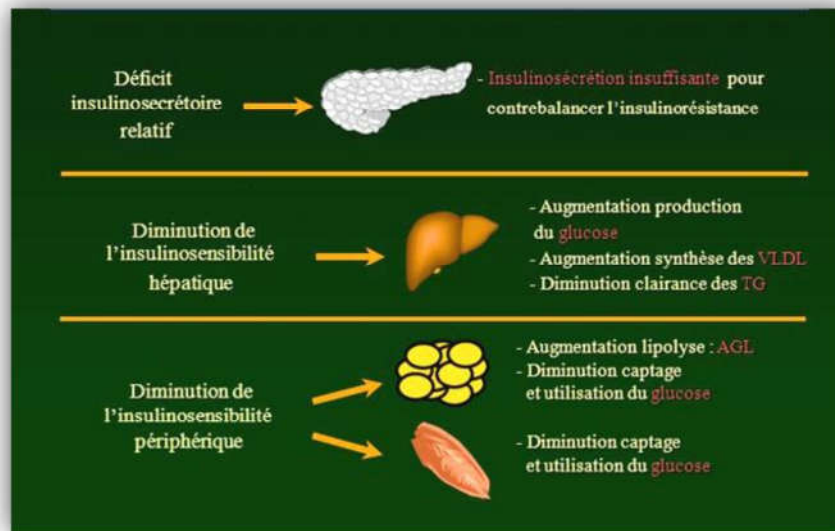


Figure 02 : Evolution de l'insulino-résistance (Philippe *et al.*, 2014).

### I.3. Résistance à l'insuline ou insulino-résistance

Les mécanismes physiopathologiques de la résistance à l'insuline ne sont pas totalement compris mais on sait qu'ils jouent un rôle important dans le développement du DT2. La résistance à l'insuline apparaît 10 à 20 ans avant l'apparition du DT2 et est le meilleur prédicteur de la maladie. Lors d'un apport important en glucose dans le sang, le pancréas sécrète de l'insuline qui, via des récepteurs cellulaires (Insulin Receptor) et GLUTs (GLUcose Transportor), va permettre l'entrée du glucose dans les cellules musculaires, hépatiques et adipeuses permettant ainsi de stabiliser la glycémie. L'insulino-résistance se traduit dans les tissus périphériques et le foie par une diminution de la sensibilité des récepteurs à l'insuline et une diminution de la réponse de ces récepteurs une fois que l'insuline s'y est fixée (Figure 03).



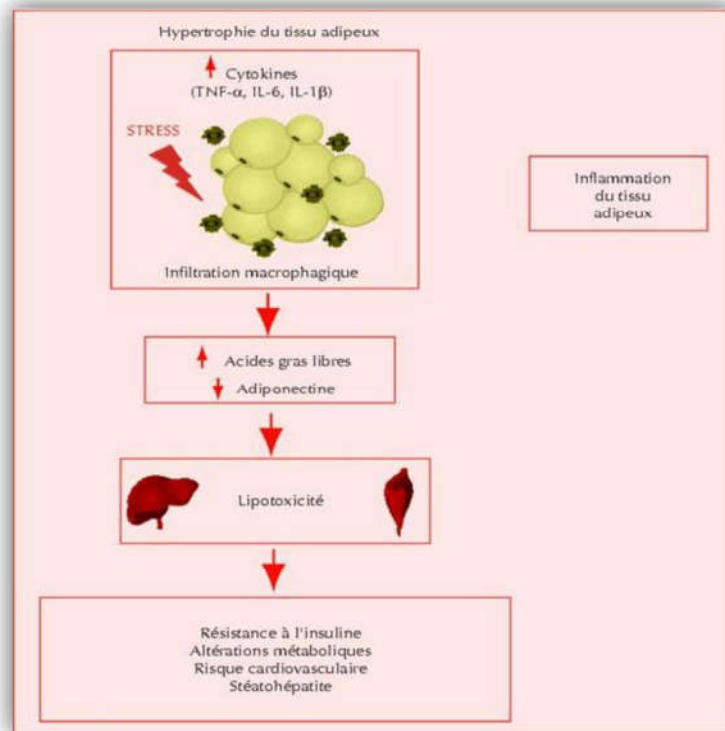
**Figure 03 :** L'insulino-résistance du DT2 (hépatique et périphérique).

Puisque l'insuline permet de faire rentrer le glucose dans les cellules, l'insulino-résistance entraîne une augmentation de la concentration sanguine en glucose soit une hyperglycémie. Pour pallier ce défaut, le pancréas va augmenter de façon proportionnelle sa sécrétion d'insuline. Ceci permettra de maintenir une glycémie à un niveau normal. Avec le temps, le pancréas va s'affaiblir et ne produira plus suffisamment d'insuline pour compenser l'insulino-résistance, une intolérance au glucose (IG) va alors se développer, puis un diabète de type 2 (DT2).

Les personnes intolérantes au glucose affichent une glycémie supérieure à la normale mais pas suffisamment élevée pour être considérées comme diabétiques, elles sont dites «pré-diabétiques». Selon l'OMS et l'ADA, l'IG est définie par une glycémie comprise entre 1,40 et 2 g/L (entre 7,8 et 11,1 mmol/L) 2h après un test HGPO. L'IG est un stade fréquent de transition vers le DT2, puisque 70% des personnes touchées par une IG développeront par la suite un DT2.

En effet, elle aurait une composante génétique puisqu'on la retrouve chez les enfants ayant une tolérance glucidique strictement normale mais ayant deux parents DT2. Sur le plan métabolique, l'insulino-résistance fait suite à un excès de graisse au niveau des muscles et du tissu adipeux viscéral, elle est donc souvent une conséquence de l'obésité. Elle n'est pas responsable du diabète si elle est isolée (pas de déficit d'insulino-sécrétion) comme c'est le cas chez de nombreux patients obèses qui présentent uniquement un hyperinsulinisme réactionnel témoignant de la compensation du pancréas.

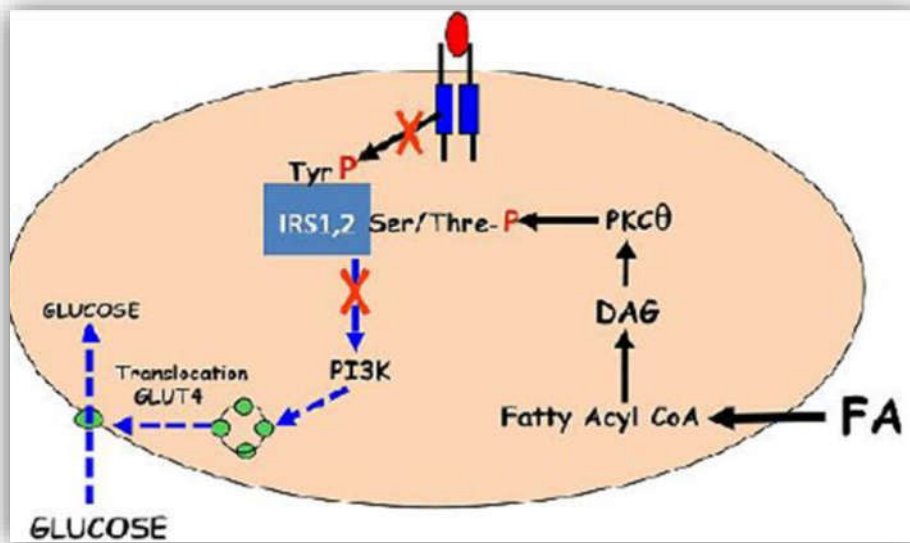
Le tissu adipeux viscéral libère une grande quantité d'AGL (Figure 04). Ces derniers favorisent la synthèse hépatique des TG et stimulent la néoglucogénèse hépatique.



**Figure 04** : Lipotoxicité et insulino-résistance.

Au niveau musculaire, il existe une véritable compétition entre les AGL et le glucose pour être oxydé : les AGL sont oxydés en priorité, entraînant une production accrue d'acétyl CoA qui inhibe en retour les enzymes de la glycolyse. L'énergie musculaire est donc fournie en priorité par l'oxydation des AGL et le stock de glycogène musculaire reste intact, ce qui réprime en retour le glycogène synthase (Figure 05). Le stockage et l'utilisation du glucose sont donc diminués au niveau musculaire.





**Figure 05 :** Mécanismes moléculaire de l'insulino-résistance dans le tissu musculaire.

La stimulation de la néoglucogenèse hépatique et la diminution de l'utilisation du glucose dans les muscles conduisent à l'augmentation de la glycémie. Les anomalies de l'action de l'insuline sur les tissus cibles se traduisent donc par une diminution du captage de glucose par les muscles et par une augmentation de la production hépatique de glucose. Elles sont liées à des défauts multiples dans les mécanismes de signalisation par le récepteur de l'insuline et dans des étapes régulatrices du métabolisme du glucose (transport, enzymes clés de la synthèse de glycogène ou de l'oxydation mitochondriale du glucose). Ces défauts «post-récepteurs» sont amplifiés par la présence d'une concentration augmentée d'AGL (Girard, 2005).

Le mécanisme précis par lequel la résistance à l'insuline entraîne une défaillance des cellules  $\beta$ -pancréatiques n'a pas encore été bien établi. Une hypothèse possible est que la cause de l'insulino-résistance (un excès d'AG) est directement responsable de la défaillance des cellules bêta, c'est le phénomène de lipotoxicité.

#### I.4. Quantification de la sécrétion d'insuline et de l'insulino-résistance

L'estimation de la sécrétion d'insuline peut être réalisée par des méthodes simples telles que la mesure de l'insulinémie à jeun ou de la glycémie à jeun, des mesures de l'augmentation en insuline plasmatique à 30 min après un HGPO ou encore de l'augmentation en insuline ou en peptide-C après une stimulation par le glucagon. Mais ces mesures ne permettent pas de distinguer les différents diabètes (DT1, DT2) (Vague & Nguyen, 2002). D'autres mesures de la sécrétion d'insuline, plus précises et plus largement reconnues, sont également utilisées telles

qu'un clamp hyperglycémique ou un IVGTT (Intra Venous Glucose Tolerance Test), cependant, ces méthodes nécessitent la présence d'un personnel nombreux et qualifié, ce qui le rend difficile à utiliser en étude de population ([Archambeaud \*et al.\*, 2001](#)).



**Chapitre II**  
**Palmier dattier**  
*(Phœnix dactyliféra L.)*



Dans le Sahara algérien, le palmier dattier *Phoenix dactylifera* L. est le pilier des écosystèmes oasiens où il permet de limiter les dégâts d'ensablement, joue un rôle protecteur contre le rayonnement solaire intense pour les cultures sous-jacentes (arbres fruitiers, cultures maraîchères et céréales). Par sa présence dans ces zones désertiques, les diverses formes de vies animales et végétales, indispensables pour le maintien et la survie des populations, sont possibles.

Il a de plus un rôle socioéconomique majeur pour les populations de ces régions pour lesquelles il fournit d'une part un fruit, la datte dont les qualités alimentaires sont indéniables et qui constitue une source de revenus très appréciables pour plus de 100 000 familles du Sud algérien avec 9 % des exportations agricoles, d'autre part une multitude de sous-produits (culinaire, artisanal et menuiserie...). Cette ébauche de synthèse résume la situation de la culture du palmier dattier, ses contraintes et décrit brièvement les recherches menées par les équipes algériennes depuis la prise en charge des problèmes liés au développement de cette espèce (Djerb, 1994).



**Figure 06 :** Palmier dattier.

## **II.1. Palmier dattier**

Le palmier dattier provient du mot « *Phoenix* » qui signifie dattier chez les phéniciens et *dactylifera* L. Dérive du terme grec « dactylos » signifiant doigt, allusion faite à la forme du fruit (Sbiai, 2011). Le dattier est un arbre probablement originaire du golfe persique, cultivé dans les régions chaudes et humides. Le vrai palmier dattier est utilisé dans le désert pour protéger les personnes contre les conditions climatiques désagréables et, mis à part le forte demande de soleil

et d'eau, il s'agit d'une plante relativement peu exigeante. Elle résiste bien malgré des sols pauvres en éléments nutritifs et résiste aux températures hivernales. Le «pain du désert» aime la chaleur. La formation des fruits n'a lieu que lorsque la température atteint 30 à 35°C.

### II.1.1. Classification botanique

Le palmier dattier est une espèce appartenant au genre *phoenix* qui comprend douze espèces botaniques selon (Munier & Moore, 1973). La classification botanique du palmier dattier est comme suit :

- ❖ **Embranchement** : phanérogames.
- ❖ **Sous-embranchement** : Angiospermes.
- ❖ **Classe** : Monocotylédones.
- ❖ **Le groupe** : Spadiciflores.
- ❖ **Ordre** : Palmales.
- ❖ **Famille** : palmacées.
- ❖ **Sous famille** : coryphoidées.
- ❖ **Tribu** : phoenicées.
- ❖ **Genre** : phoenix.
- ❖ **Espèce** : Phoenix dactylifera L.

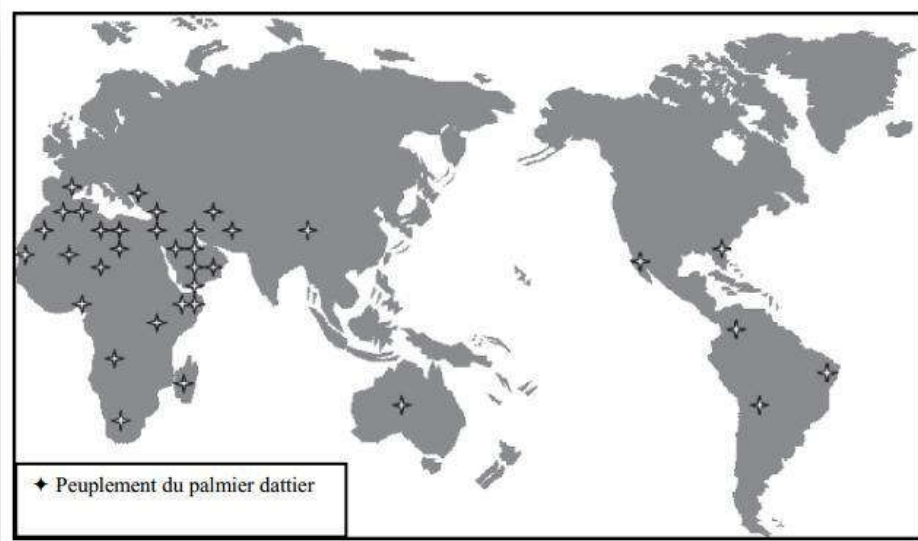
### II.1.2. Production des dattes

#### II.1.2.1 Dans le monde

Le palmier dattier est typiquement cultivé dans les oasis sahariennes. Celui originaire d'Afrique du Nord est amplement cultivé de l'Arabie jusqu'au Golfe Persique, où il forme la végétation caractéristique des oasis. Il est cultivé en outre aux Canaries, dans la Méditerranée septentrionale et dans la partie méridionale des Etats-Unis. C'est une plante sensible au froid, qui pousse sur des terrains de n'importe quelle nature, pourvu qu'ils soient fertiles et bien drainés. Dans les régions à climat doux, il est cultivé en plein air, en position ensoleillée. Il est utilisé dans ce cas surtout comme plante ornementale pour son allure élancée et son feuillage (Frédérique A, 2010).

Dans les pays d'Afrique subsaharienne, la culture du palmier dattier est encore peu développée malgré les besoins formulés par différents états. En effet, des variétés traditionnelles, ainsi que des cultivars adaptés aux conditions du Sahel ont été identifiées mais les plants disponibles sont

insuffisants pour couvrir la demande des planteurs (Boulal. *et al.*, 2013) La production mondiale de dattes se situe entre 5,5 et 6 millions de tonnes/an dans 34 pays.



**Figure 07 :** Production de palmier dattier dans le monde.

### II.1.2.2 En Algérie

La production actuelle positionne l'Algérie comme 4ème producteur mondial avec 12,5% de la production mondiale en 2019. Les rendements des palmiers varient selon les régions, leurs variétés, le niveau d'entretien et les contraintes rencontrées.

En Algérie, le nombre de palmier dattier dépasse 17 millions avec plus de mille cultivars et une production qui atteint 700.000 tonnes de dattes. Par ailleurs, la région d'Adrar toute seule compte 3 millions de palmiers avec une production totale qui dépasse 87500 tonnes (Belguedj, 2014).

La datte est produite dans 17 wilayas, et 09 bassins, à savoir : Les Ziban (Biskra), Le Souf (El-Oued), Oued-Righ (M'Ghaïr, Touggourt, entre El-Oued et Ouargla), M'Zab (Ghardaïa), Touat (Adrar), Gourara (Timimoune), Tidikelt (In-Salah), Saoura (Béchar), Hoggar-Tassili (Tamanrasset, Djanet) (Boussenaet *al.*, 2013). La majorité des palmeraies algériennes se situent au nord des wilayas sahariennes et dans le sud des wilayas steppiques. 75% de la datte est produite au Sud-est du pays. 68% des superficies sont concentrées sur 04 wilayas du Sud-est, à savoir Biskra, El oued, Ouargla et Ghardaïa. Seule la wilaya de Biskra s'accapare à 26 % de la superficie (43617 ha) (Lecheb, 2010).



**Figure 08 :** Carte de la répartition des zones d'observation et phoenicol en Algérie.

Les oasis en Algérie sont connus par la richesse de leurs biodiversités. La localisation de quelques principales variétés Algériennes sont données dans le tableau (Frédérique, 2010).

**Tableau 01 :** Inventaire variétal (cultivar) dans les trois régions phoenicoles d'Algérie

Région	Nombre de cultivars	Cultivars les plus courants
<b>Ouest</b>		
Atlas	70	Ghares, 'Asyan, Feggus,
Saoura	80	Feggus, Hartan, Cherka, Hmira, Deglet Talmine
Gourara	230	Hmira, Tinnaser, Taqerbuch
Touat	190	Tgazza, Aghamu, Taqerbuch
Tidikelt	60	Tgazza, Taqerbuch, Cheddakh, Aggaz
<b>Centre</b>		
El-Ménia	70	Timjuhart, Ghars, Timedwel
M'Zab	140	Azerza, Ghars, Deglet Nour, Taddela
<b>Est</b>		
Ouargla	70	Ghars, Deglet Nour, Degla Beida
Oued Righ	130	Deglet Nour, Ghars, Degla Beida
Souf	70	Deglet Nour, Ghars, Degla Beida, Mich Degla
Zibans	140	Deglet Nour, Ghars, Degla Beida, Mich Degla
Aures	220	Buzrur, 'Alig, Buhles, Mich Degla
Tassili	180	Tanghimen, Tabanist, Khadaji

La distribution des cultivars principaux montre une répartition est-ouest très marquée. Une cinquantaine de cultivars se retrouvent dans deux ou trois régions mais la majorité des cultivars



reste endémique leur région ou à leur zone d'origine. Al 'est, le cultivar Deglet Nour, dont les dattes sont destinées à l'exportation vers les pays du Nord, continue à prendre de l'ampleur et frôle aujourd'hui les 50 % de la population des palmiers dattiers plantés. Les cultivars produisant des dattes sèches (Degla Beida, Tinnaser) sont exportés vers les pays d'Afrique subsaharienne. Parfois, les dattes comme celles du cultivar Hmira sont exportées vers la Russie ou la Chine. Parmi les cultivars émergents, Tafezwin est exportable vers les pays d'Amérique du Sud, Bentqbalala, en mode congelé, est très renommé sur le marché local à Ghardaïa (est). Agaz, datte primeur produite au Tidikelt (ouest), se commercialise bien sur les marchés de Ouargla et de Ghardaïa (Frédérique, 2010).

## II.2. Noyaux des dattes

Les noyaux de palmier dattier sont des déchets de beaucoup d'industries de sa transformation, ils sont dans la plupart des pays producteurs de dattes jetés ou partiellement incorporés dans l'alimentation animale, Leur valorisation dans l'alimentation humaine reste très faiblement explorée en dehors de quelques applications traditionnelles (Boussena *et al.*, 2013) (Lecheb, 2010).



**Figure 09** : Dattes de cultivar Taqerbucht.



### II.2.1. Définition

Le noyau de datte ou encore appelé graine, est de forme allongée et de grosseur variable. Son poids moyen est environ d'un gramme, il représente 7 à 30 % du poids de la datte, Ce dernier est entouré d'un endocarpe parcheminé, généralement lisse ou pourvu de protubérances latérales en arêtes ou ailettes, avec un sillon ventral, l'embryon est dorsal, sa consistance est dure et cornée (Dammak *et al.*, 2007).

Il possède un albumen (endosperme) dur et corné dont l'embryon dorsal est toujours très petit par rapport à l'albumen de 2 à 3 mm (Darleen *et al.*, 1985).



**Figure 10** : Noyaux des dattes.

### II.2.2. Composition chimique

Le poids moyen du noyau de dattes étend entre 10% et 15% du poids de datte. Les noyaux de dattes sont des sous-produits issus de plusieurs procédés de transformation des dattes (dattes dénoyautés, pâte de dattes, sirop de dattes, jus de dattes, ...). Il est riche en sucre, en minéraux, en particulier le fer et en lipides (Dammak *et al.*, 2007) Le tableau représente la composition biochimique des noyaux des dattes.

**Tableau 02** : Composition chimique de noyaux des dattes.

Composition chimique	Teneur	Référence
Teneur en eau en %	7 à 19	(Boudechicheet <i>al.</i> ,2009)
Matière protéique (%MS)	0,11 à 8,59	(Khali. <i>et al.</i> ,2014)
Matière grasse en %	5 à 13,2	(Lecheb,2010)
Sucres en %	4,4 à 4.6	(Lecheb,2010)
Fibres en %	13,54% à 16,27%.	(Khaliet <i>al.</i> ,2014)
Polyphénols (mg/100g)	2,49–8,36	(Mansouri <i>et al.</i> ,2005)
Minéraux (%MS)	25,4	(Chandrasekaran &Bahkali ,2013)
• K	28,9 - 1,35	
• Ca	1,87	
• Mg	6,74	
• P	9,36 - 0,38	
•Na	1,48 – 0,22	
•Fe	1,68	
Cendre (%MS)	0.01 à 1.08	(Khaliet <i>al.</i> , 2014)



# **Chapitre III**

## **Métabolites primaires & secondaires**



### III. Les métabolites primaires et secondaires

Les plantes possèdent des métabolites primaires que sont les protéines, les glucides et les lipides par opposition aux métabolites dits « secondaires ». Ces composés diffèrent en fonction des espèces il est cependant clair qu'ils interviennent dans les relations qu'entretient la plante avec les organismes vivants qui l'entourent. Ils sont probablement des éléments essentiels de la coévolution des plantes avec les organismes vivants, tels que parasites, pathogènes et prédateurs, mais aussi pollinisateurs et disséminateurs. Ces différentes relations ont donné lieu à une extrême diversification des composés secondaires.

#### III.1. Les métabolites primaires

##### - Les glucides

Les glucides sont aussi appelés sucres, sont des molécules organiques composées des carbones, d'hydrogènes et d'oxygènes. Les glucides représentent l'un des composants importants des organismes vivants. Ils remplissent différentes fonctions aussi bien dans le monde végétal qu'animal. Dans la nature, les plantes absorbent la lumière comme source d'énergie pour synthétiser des glucides (Ousmaal, 2017).

L'homme utilise ces dernières comme une source majeure d'énergie (50 à 55% de son apport énergétique). Vu leur importance pour notre organisme, il est remarquable qu'il n'existe pas de glucides essentiels pour l'homme, c'est-à-dire qualitativement indispensable dans la ration alimentaire contrairement aux acides gras (lipides) et aux acides aminés (protéines)(Bernard, 2010).

##### - Les lipides

Les lipides sont des substances naturelles insolubles dans l'eau mais solubles dans certains solvants organiques non polaires (méthanol, chloroforme, cyclohexane, acétone...).

A température ambiante et selon leur état physique, les lipides peuvent constituer des huiles, beurres, graisses ou cires. Leurs propriétés physico-chimiques leur confèrent d'être soit complètement apolaire (lipide neutre) ou bipolaire, molécule amphiphile ou amphipathique, avec une tête polaire liée à une chaîne fortement apolaire.

Les acides gras (AG) constituent la majorité des lipides. Il s'agit d'une chaîne carbonée de longueur variable (donnant à la molécule son caractère hydrophobe (gras) qui se termine par une fonction acide (carboxyle -COOH). Les végétaux produisent ces acides gras (Paul-Francoise *et al.*, 2011).

### - Les protéines

Les protéines sont les macromolécules les plus abondantes et constituent plus de la moitié du poids sec de la plus part des organismes. Les protéines et les peptides sont formés de quelques 20 acides aminés unis entre eux par des liaisons peptidiques. La composition en acides aminés des protéines est prise en compte pour évaluer la qualité protéique de notre alimentation. Les acides aminés et donc, les protéines qu'ils composent, sont en outre riches en azote et constituent notre source majoritaire d'apport en cet élément indispensable à l'organisme (Alloui, 2015).

## III.2. Les métabolites secondaires

On peut classer les métabolites secondaires en plusieurs grands groupes : parmi ceux-ci, les composés phénoliques, les terpènes et stéroïdes et les composés azotés dont les alcaloïdes. Chacune de ces classes renferme une très grande diversité de composés qui possèdent une très large gamme d'activités en biologie humaine.

### III.2.1. Les Polyphénols

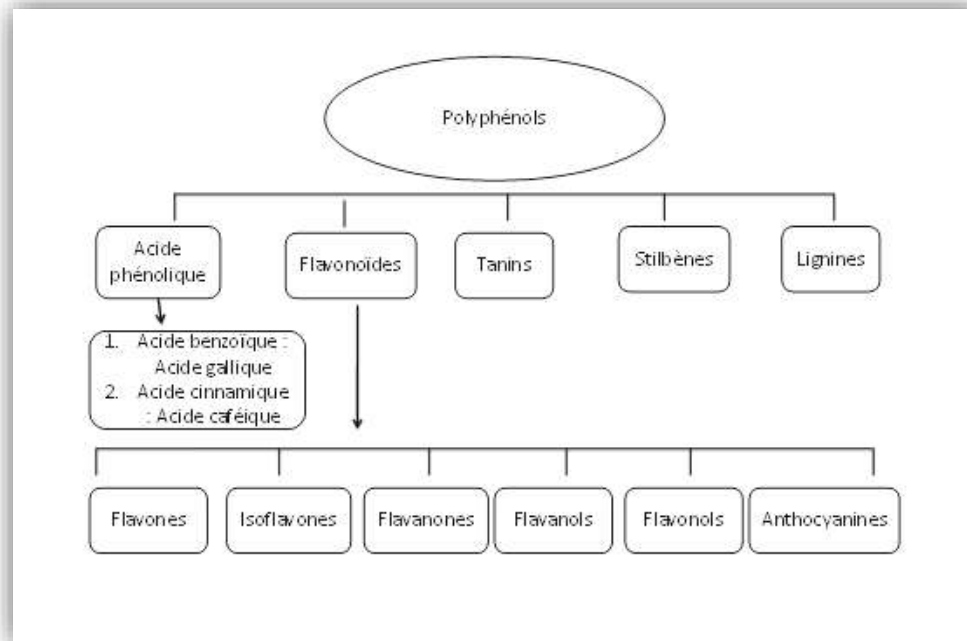
- Définition

Les Polyphénols sont des composés naturels synthétisés exclusivement par les plantes, avec des caractéristiques chimiques constituent une grande famille d'antioxydants que l'on trouve dans les plantes. Ces molécules ou classes de substances sont principalement présentes dans les fruits, légumes, le thé vert et les grains entiers. Les polyphénols sont synthétisés par les plantes et largement distribués dans les tissus végétaux, où ils existent principalement sous forme de glycosides (Singla *et al.*, 2019).

Les polyphénols ont tous en commun un cycle aromatique (C6) portant un ou plusieurs groupes hydroxyles, libre ou engagés dans une autre fonction chimique (éther méthylique, ester, sucre, etc.) (Michalak, 2006).

### III.2.2. Classification des polyphénols

Une classification des polyphénols d'origine naturelle en 4 grandes catégories est proposée ci-dessous :



**Figure 11** : Classification des polyphénols (Harbone ,1980).

### III.2.2.1. Acides phénoliques

Ce sont des composés universellement rencontrés chez les plantes. Parmi ces acides, on distingue l'acide benzoïque (C6-C1) et ses dérivés, l'acide cinnamique (C6-C3) et ses dérivés ainsi que les coumarines qui présentent également une structure en (C6-C3) (Hollman, 2001).

#### - Acides hydroxybenzoïques

Ce sont des dérivés de l'acide benzoïque, et ont une structure générale de base de type (C6-C1). Ils existent souvent sous forme d'esters ou de glycosides (Sarni-Manchado & Cheynier, 2006).

Les hydroxybenzoïques incluent plusieurs molécules et les plus fréquentes sont ; L'acide gallique, l'acide vanillique, l'acide syringique et le p-hydroxybenzoïque.

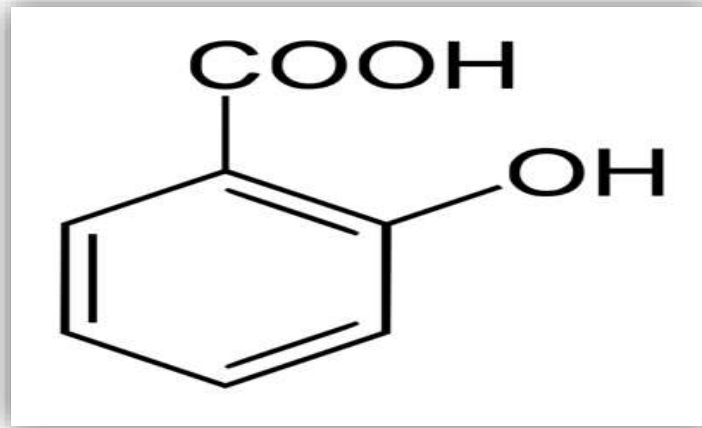


Figure 12 : Structure de base des acides hydroxybenzoïques.

- **Acides hydroxycinnamiques**

Ces acides sont rarement présents à l'état libre. Ils sont aussi dénommés phénylpropanoïdes et peuvent exister sous forme de dérivés glycolyses ou dérivés d'ester d'acide qu'inique (Jalal & Collin, 1977) ou encore d'ester d'acide shikimique et tartrique (Scarlbert *et al.*, 2004).

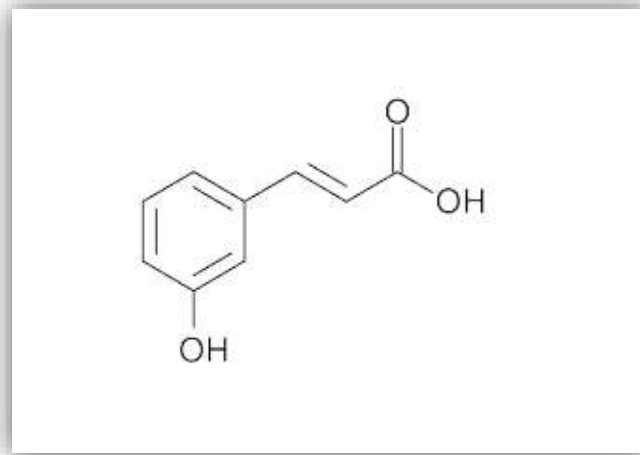


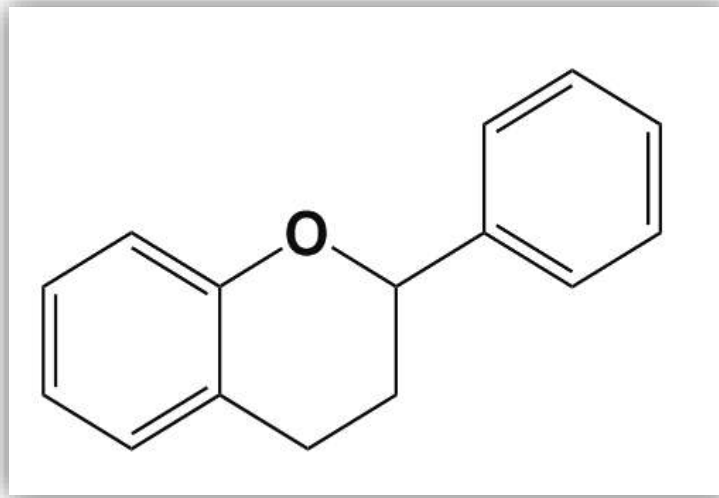
Figure 13 : Structure chimique d'acide hydroxycinnamique.

**III.2.2.2. Flavonoïdes**

Les flavonoïdes nommés aussi bioflavonoïdes sont des dérivés du squelette flavone (ou 2-phényl chromons) à 15 atomes de carbone (C6-C3-C6), répartis en deux noyaux aromatiques désignés par les lettres A et B qui sont reliés par un hétérocycle oxygéné formé de 3 carbones et désigné par la lettre C (Santos & Scalbert, 2000).

Les flavonoïdes constituent un groupe de plus de 6000 composés naturels qui sont quasiment universels chez les plantes vasculaires. Ils constituent des pigments responsables des colorations jaune, orange, et rouge de différents organes végétaux (Ghedira, 2005).

Quatorze groupes différents ont été identifiés dont six groupes sont particulièrement les plus répandus et les mieux caractérisés ; flavones, isoflavones, flavanones, flavanols, flavonols, anthocyanidines (Heim *et al.*, 2006).



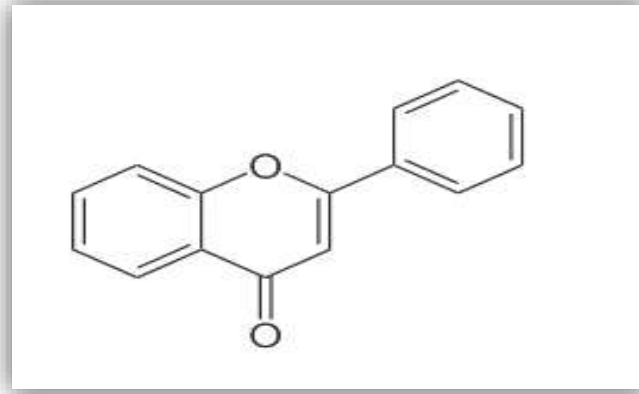
**Figure 14 :** Structure chimique de base des flavonoïdes.

#### - Classification des flavonoïdes

##### a) Les flavones

Les flavones sont structurellement très similaires aux flavonols et ne diffèrent que par l'absence d'hydroxylation en position 3 sur le cycle C. Elles sont principalement représentées dans l'alimentation par l'apigénine et la lutéoline. Contrairement aux flavonols, elles sont moins répandues dans les fruits et les légumes. Par conséquent, leur apport alimentaire est très faible (Fraga, 2009).

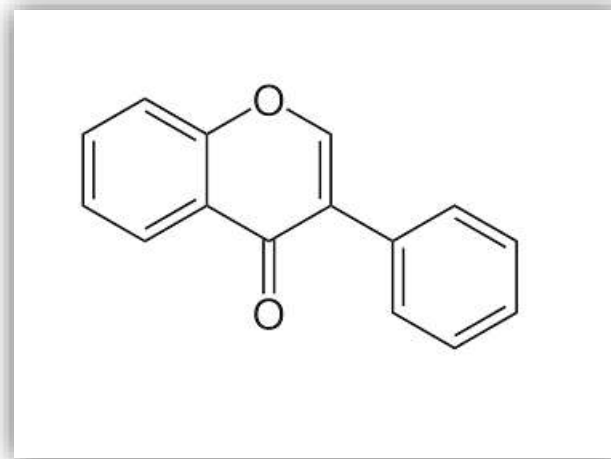




**Figure 15** : Structure chimique de flavone.

**b) Les isoflavones**

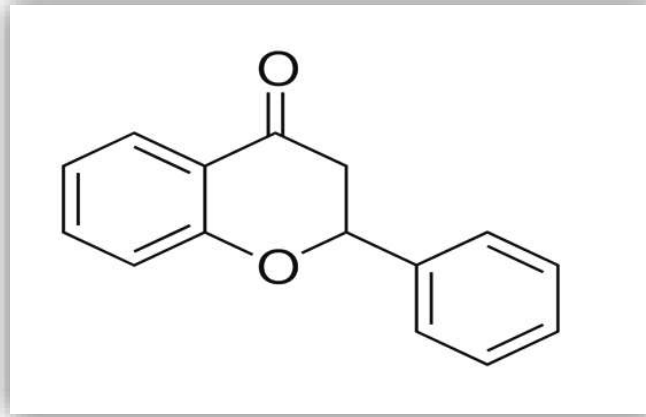
Les isoflavones sont considérées comme des dérivés des flavones, elles représentent une sous classe importante et très distinctive des flavonoïdes. Contrairement à la plupart des autres flavonoïdes. Il ont une structure de base en C6-C3-C6, mais le noyau B est lié au C3 du noyau C (Vermerris & Nicholson, 2006). Elles ont une distribution très limitée dans le règne végétal (Fraga, 2009).



**Figure 16** : Structure chimique d'isoflavone.

**c) Les flavanones**

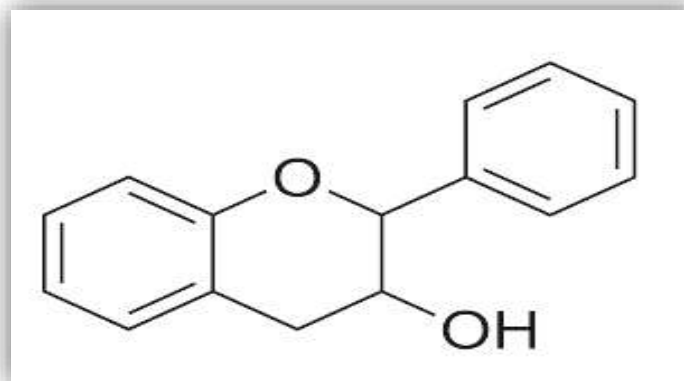
Les flavanones sont caractérisées par l'absence de double liaison en 2, 3 et par la présence d'un centre d'asymétrie en position 2. Chez les flavanones naturelles, le carbone 2 est normalement de configuration S. Elles existent sous forme libre ou sous forme glycosylée (Portet, 2007).



**Figure 17** : Structure chimique de flavanones.

**d) Les flavanols**

Flavanols sont toujours hydroxylés en C3 et se caractérisent par l'absence du groupe carboxyle en C4. Ils sont souvent à l'origine des polymères flavoniques appelés proanthocyanidols ou tannins condensés. Les flavan-3-ols sont très abondant dans les fruits comme les abricots, les cerises, les raisins, ... etc. (Fraga, 2009).

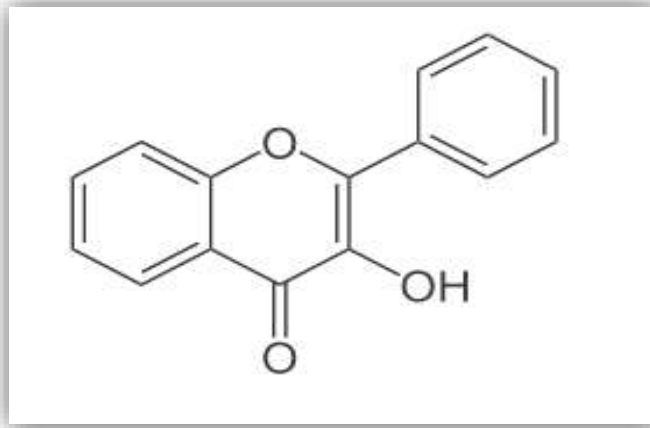


**Figure 18** : Structure chimique de flavanols.

**e) Les flavonols**

Sont caractérisés présence d'une double liaison en position 2-3 et d'un groupement hydroxyle en C3. Ils sont les flavonoïdes les plus répandus dans le règne végétal, leur couleur varie du blanc au jaune, ils sont essentiellement représentés par la quercétine, le kaempférol et la

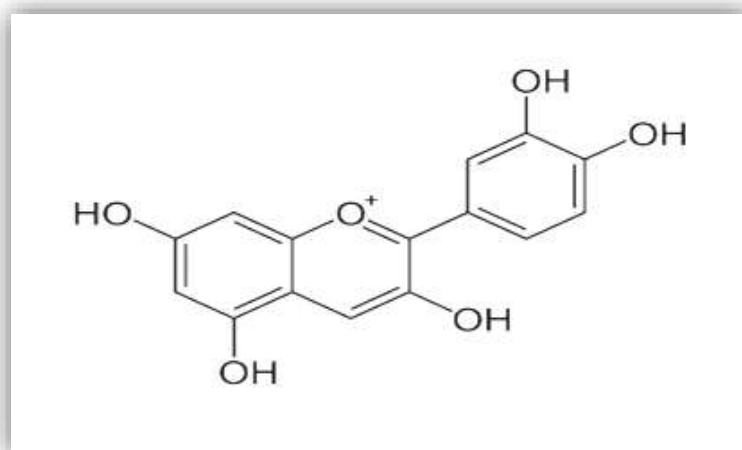
myricétine. Les flavonols qui s'accumulent dans les tissus végétaux sont presque toujours sous la forme conjuguée glycosylée (Fraga, 2009).



**Figure 19** : Structure chimique de flavonol.

#### f) Les Anthocyanines

Sont des composés phénoliques d'origine naturelle responsable de couleur de nombreuses fleurs, fruits et baies. Leur structure de base est caractérisée par un squelette flavonoïde (C6-C3-C6) chargé positivement (cation flavylum). Ce dernier portera le nom d'anthocyanine ou anthocyanidine suivant qu'il soit glycosylé ou non (Vivas de Gaulejac, 2001).



**Figure 20** : Structure chimique d'anthocyanines.

### III.2.2.3. Les tanins

On distingue deux groupes de tannins différents par leur structure et par leur origine biogénétique :

#### A) Les tanins hydrolysables

Les tanins hydrolysables sont des esters d'acides phénoliques (acide gallique ou ellagique) associés à un polyol (habituellement le glucose) (Clifford, 2000).

Ils sont divisés en ellagitannins et gallotanins (Vivas, 2001). Ils s'hydrolysent aussi sous l'action enzymatique et de l'eau chaude (Conrad *et al.*, 1998).

#### B) Les tanins condensés

Appelés aussi proanthocyanidines ou procyanidines, les tanins condensés sont des polyphénols de masse molaire élevées. Ils résultent de la polymérisation auto-oxydative ou enzymatique des unités de flavan-3,4-diol liées majoritairement par les liaisons C4-C8 (parfois C4-C6) des unités adjacentes, et se nomment ainsi pro anthocyanidines de type B. (Wollgast *et al.*, 2000),(Dykes & Rooney, 2006). Ils jouent un rôle dans la protection contre les rayons ultraviolets, la sécheresse et contre les prédateurs naturels (insectes et herbivores) (Aufreire *et al.*, 2012).

### III.2.2.4. Stilbènes

Les membres de cette famille possèdent la structure C<sub>6</sub>-C<sub>2</sub>-C<sub>6</sub> comme les flavonoïdes, ce sont des phytoalexines, composés produits par les plantes en réponse à l'attaque par les microbes pathogènes fongiques, bactériens et viraux. Les sources principales des stilbènes sont les raisins, les vins, le soja et les arachides (Crozier *et al.*, 2006).

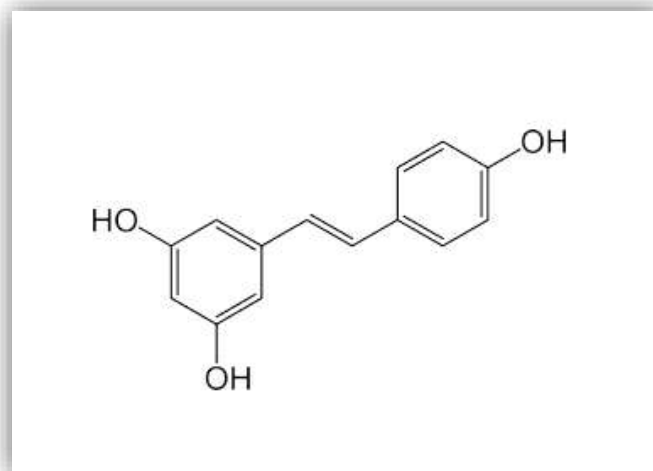


Figure 21 : Structure chimique de stilbène.

### III.2.2.5. Lignanes

Ils se forment par une liaison entre deux acides hydroxycinnamiques à travers le carbone de la chaîne latérale du chaque acide (Michel, 2011). Les lignanes sont environ 1000 fois plus concentrés dans les graines de lins que dans certaines graines de céréales, fruits, certains légumes (Rezaire, 2012).

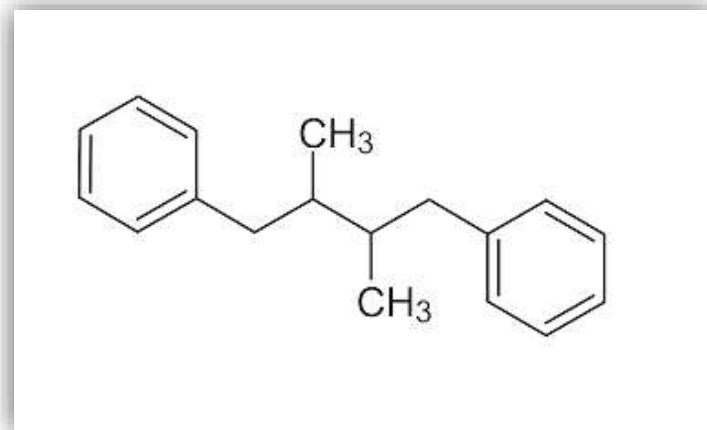


Figure 22 : Structure chimique de lignane.

# Partie expérimentale



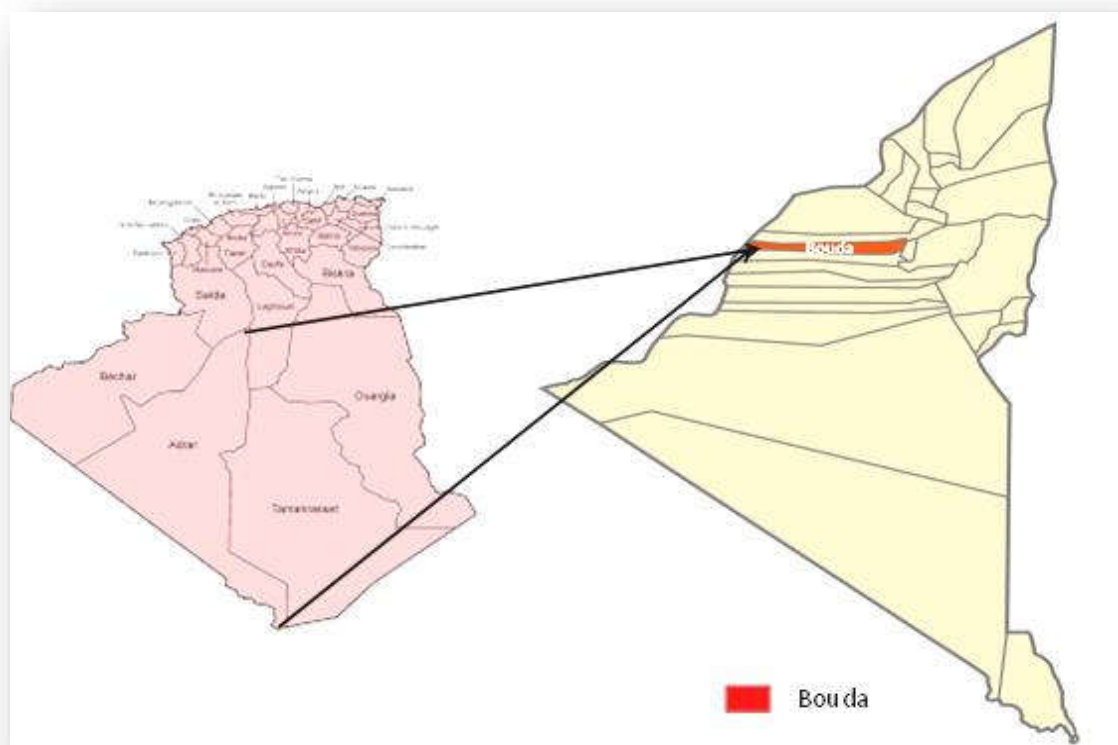
## Matériel & méthodes



## I. Partie *in vitro*

### I.1. Matériel biologique

Le matériel utilisé dans notre étude consiste aux noyaux de dattes du cultivar « *Taqerbucht* » de palmier dattier *Phoenix dactylifera* L. Dont les dattes ont été collectées dans la commune de Bouda, région de Touat à l'ouest de la wilaya d'Adrar. La zone est à 25Km du chef-lieu. La confirmation de l'identification de ce cultivar (*Taqerbucht*) a été faite à l'institut technique pour le développement de l'agriculture du Sahara.



**Figure 23** : Site de prélèvement d'échantillon *Taqerbucht*.

En premier lieu, les dattes ont été dénoyautées ensuite les noyaux ont subi un séchage à température ambiante puis broyées de telle sorte à obtenir une fine poudre (Figure24). La conservation de l'échantillon a été effectuée à l'abri de la lumière et de l'humidité.



Figure 24 : Les étapes de préparation de l'échantillon.

## I.2. Détermination de la composition physico-chimique des noyaux des dattes

### ❖ Taux d'humidité :

La teneur en eau est la différence entre le poids de l'échantillon avant et après la dessiccation jusqu'à poids constant (Audigie *et al.*, 1980). On procède à une dessiccation de l'échantillon dans une étuve (Memmert UF 110) à 105°C, sous la pression atmosphérique jusqu'à l'obtention d'une masse pratiquement constante.

#### - Mode opératoire

- 2g de l'échantillon en poudre ont été étuvé pendant 3 h à 105°C, trois répétition sont été réalisées, dont la moyenne représenterait le taux d'humidité.
- Placer les capsules dans le dessiccateur pour le refroidissement.

#### - Expression des résultats

Les calculs sont effectués selon la formule suivante :

$$\text{Taux d'humidité (\%)} = [(M2-M3) / (M2-M3)] * 100$$

Dont :



**H(%)** : Taux d'humidité (%).

**M1** : Masse de la capsule vide (g).

**M2** : Masse de la capsule avec l'échantillon avant dessiccation (g).

**M3** : Masse de la capsule avec l'échantillon après dessiccation (g).



**Figure 25** : Les étapes de détermination de l'humidité.

A partir du taux d'humidité nous avons pu déterminer le taux de la matière sèche qui est donné par la formule suivante :

$$\text{Taux de matière sèche(\%)} = 100 - \text{Taux d'humidité (\%)}$$

#### ❖ Taux de cendres

Le principe consiste en une incinération du matériel biologique au four à moufle, dans des creusets en porcelaine, à une température de 900 °C pendant 1h30 (AOAC, 1990).



**Figure 26** : Avant et après incinération des noyaux de dattes.

- **Expression des résultats**

Le taux de cendres est calculé selon la formule présentée ci-dessous :

$$\text{Taux de cendres (\%)} = [(M1 - M0) / P] * 100$$

Dont :

**M1** : Masse du creuset avec l'échantillon après l'incinération (g).

**M0** : Masse du creuset vide (en g).

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

- **Expression des résultats**

La teneur en matière organique est calculée comme suit :

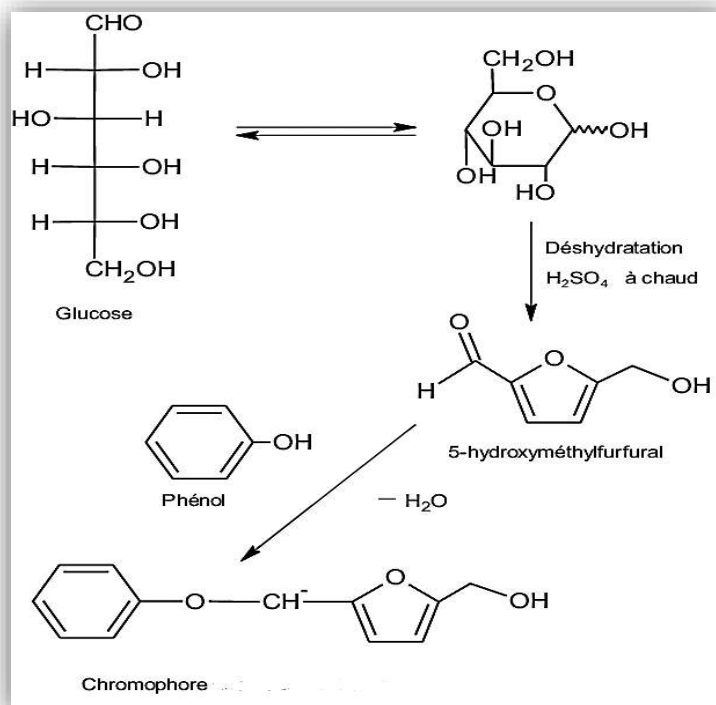
$$\text{MO(\%)} = 100 - \text{Taux de cendres}$$

❖ **Teneur en sucres totaux**

- **Principe**

Sous l'action d'acides minéraux concentrés et à chaud, les hexoses et pentoses du milieu subissent une déshydratation interne poussée, suivie d'une cyclisation aboutissant à la formation de dérivés du furfural et 5-hydroxyméthylfurfural, réagissant avec le phénol. La formation de complexes

(chromophores) jaunes orangés permet de suivre la concentration en sucres totaux de l'échantillon en lisant l'absorbance.



**Figure 27 :** Principe du dosage colorimétrique des sucres totaux par la méthode de (Dubois *et al.*, 1956)

#### - Mode opératoire

- 0,5 g d'échantillon en poudre sont dispersés dans 20 ml d'acide sulfurique (0,5M), puis l'ensemble est placé dans une étuve à  $105^\circ\text{C}$  pendant 3h.
- Le mélange est transvasé quantitativement dans une fiole. Le volume est ajusté par la suite à 500 ml avec de l'eau distillée.
- 1 ml de filtrat obtenu est dilué dans 2 ml d'eau distillée.
- A 1 ml de ce dernier, on ajout 1 ml de phénol à 5% et 5 ml d'acide sulfurique ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) à 96%.
- Après agitation (vortex), les tubes sont maintenus dans l'étuve pendant 5 min à  $100^\circ\text{C}$ , puis laissés dans l'obscurité pendant 30 min.
- La densité optique est lue à une longueur d'onde 490 nm et la teneur en sucres totaux est calculée en utilisant la courbe d'étalonnage. Le D-glucose est utilisé comme standard de la gamme d'étalonnage (Dubois *et al.*, 1956).



**Figure 28** : La gamme d'étalonnage et l'extrait des noyaux de dattes.

❖ **Teneur en matière grasse**

L'échantillon a été extrait en continu par l'hexane à ébullition (ISO 659, 1998).

- Placer, dans l'appareil à extraction la cartouche contenant la prise d'essai broyée (5g).
- Verser dans le ballon un volume de 150 ml de solvant (hexane).
- Adapter le ballon à l'appareil de type Soxhlet (Behr Labo-Technik).
- Après une extraction d'une durée de 6h, éteindre l'appareil et laisser refroidir.
- Eliminer le solvant par évaporation dans un évaporateur rotatif et peser le ballon contenant la matière grasse.



**Figure 29 :** Appareil de Soxhlet pour l'extraction de la matière grasse.

**- Expression des résultats**

La teneur en matière grasse, exprimée en pourcentage de masse du produit est déterminée par la formule suivante :

$$\text{Teneur en lipide (\%)} = [(P1-P0)/m] * 100$$

**Dont :**

**P1 :** Masse du ballon après évaporation (g).

**P0 :** Masse du ballon vide (g).

**m :** Masse de la prise d'essai (g).

### ❖ Teneur en protéines (méthode Kjeldahl)

#### - Principe

Cette méthode consiste à effectuer une minéralisation complète des molécules organiques en présence de l'acide sulfurique et à chaud (400°C), transformant l'azote présent en ammoniacque (Guillou *et al.*, 1976).

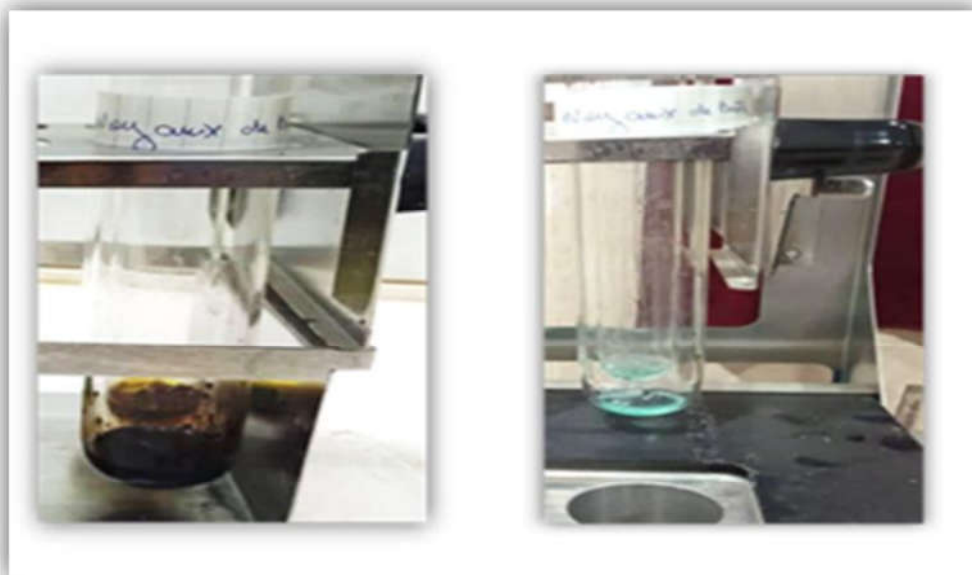
#### - Mode opératoire

#### ✚ Étapes préliminaires

- Allumer le minéralisateur sur le thermostat 180°C, et attendre au moins 15 min avant de mettre le support de tubes à essai spécifiques.
- Peser 0,5 g de l'échantillon en poudre.

#### ✚ Minéralisation

- Ajouter 10 ml d'acide sulfurique H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, dosé à 98 %.
- Ajouter 1 comprimé catalyseur.
- Placer le tube dans le minéralisateur et brancher au système.
- Laisser minéraliser le temps voulu (90min).
- Lorsque le temps est écoulé, laisser le tube refroidi.



**Figure 30 :** Echantillon avant et après minéralisation.

### ✚ Distillation et Titrage

- Faire un tour de nettoyage du distillateur de 5 minutes avec un tube d'eau distillée et sans ajout de soude.
- Brancher le tube sur le distillateur. En sortie, placer un bécher contenant 40ml d'acide borique à 40 g/l et 5 gouttes d'indicateur coloré.
- Ajouter la soude jusqu'à ce que la phénolphtaléine vire au rose (environ 3fois le volume d'acide). Elle neutralise l'acide du mélange minéralisé.
- Lancer la distillation pendant 5 minutes. Il est important de vérifier que l'alimentation en eau est ouverte. De la vapeur d'eau injectée va extraire l'ammoniac de l'échantillon. L'acide borique réagit avec l'ammoniac pour former une nouvelle espèce qui sera dosée ensuite. L'indicateur coloré, rose dans l'acide borique, vire au vert lorsque l'ammoniac s'ajoute.
- Faire un titrage avec une solution titrant d'acide sulfurique.



**Figure 31** : Système de distillation.



### ❖ Teneur en minéraux ( $\text{Na}^+/\text{K}^+$ ) par photométrie de flamme

#### - Principe

Lorsqu'une solution est pulvérisée dans une flamme, l'eau ou le solvant s'évapore, les sels et leurs produits de décomposition sont dissociés à l'état d'atomes ou de radicaux. Ceux-ci sont excités par l'énergie thermique de la flamme ; leur retour à l'état fondamental s'accompagne de l'émission d'une radiation de fréquence caractéristique de l'élément mis en solution et dont l'intensité est fonction de sa concentration (Rodieret *al.*, 2009).

#### - Établissement de la gamme d'étalonnage

Préparer à partir de chacune des solutions étalons (sodium et potassium) des dilutions couvrant la gamme des concentrations souhaitées.

#### - Mode opératoire

- Régler le zéro de l'appareil avec de l'eau dé ionisée.
- Effectuer les lectures au spectromètre de flamme (JENWAY PFP7) à la longueur d'onde de 589 nm pour le sodium et 766 nm pour le potassium.
- Se reporter à la courbe d'étalonnage, Les résultats sont exprimés en milligrammes de dioxyde de silicium par litre.



Figure 32 : Spectrophotomètre de flamme (JENWAY PFP7).

### ❖ Préparation de l'extrait

10g de l'échantillon en poudre est mis en contact avec 200 ml de l'eau distillée, le mélange est porté à ébullition sous reflux pendant 20min.



Après refroidissement, les décoctés ont été soumis à une centrifugation de 9000 tours/min pendant 10 min, puis concentré à l'aide d'un évaporateur rotatif afin d'obtenir l'extrait aqueux de noyaux de noyaux des dattes *P. dactylifera* L. (ENPD).

L'extrait est conservé à 4°C dans des flacons ambrés jusqu'à utilisation.



**Figure 33** : Montage du chauffage à reflux.

- Le rendement d'extraction est calculé selon la formule suivante :

$$R(\%) = [(P2-P1)]/m * 100$$

**R** : Rendement (%).

**P1** : Poids du ballon vide en g.

**P2** : Poids du ballon après évaporation en g.

**m** : Poids de la prise d'essai en g.

### I.3. Analyses qualitatives

#### I.3.1. Screening phytochimique

Le criblage phytochimique des noyaux de dattes a été réalisé en suivant les protocoles phytochimiques standards.

##### - Les polyphénols

2 ml de chaque extrait est mélangé avec quelques gouttes d'une solution alcoolique de  $\text{FeCl}_3$  à 2% (Bidie *et al.*, 2011).

- L'apparition d'une coloration bleu-noirâtre ou vert plus ou moins foncée fut le signe de la présence polyphénols.

##### - Les flavonoïdes

Traiter une solution aqueuse de l'extrait avec une solution d'hydroxyde d'ammonium à 10% (Karumi *et al.*, 2006).

- La fluorescence jaune indique la présence de flavonoïdes.

##### - Les tanins

1 ml d'extrait a été mélangé avec 10 ml d'eau distillée. 3 gouttes de réactif  $\text{FeCl}_3$  à 2% ont été ajoutées (Karumi *et al.*, 2004).

- Un précipité bleu-noir ou vert confirme la présence de tanins galliques ou catéchiques respectivement.

##### - Les stérols et les polyterpènes

5 ml de l'extrait est évaporé. Le résidu est dissout dans 1 ml d'anhydride acétique et 0,5 ml d'acide sulfurique concentré (Edeoga *et al.*, 2005).

Le résidu est dissout à chaud dans 1ml d'anhydride acétique

- L'apparition, à l'interphase, d'un anneau pourpre ou violet virant au bleu puis au vert, indique une réaction positive.

##### - Les alcaloïdes

Les alcaloïdes ont été testés en utilisant 0,5 ml de HCl (1%) ajouté à 1,5 ml de chaque extrait puis on ajout 3 gouttes du réactif de Wagner (Maria John *et al.*, 2015).

Réactif de Wagner : Iodure de potassium.....2g

Iode .....1,27g

ED.....100ml

- Un précipité crème indique la présence des alcaloïdes.

#### - Les saponosides

10ml de chaque extrait est agité pendant 15 secondes dans un tube à essai puis laissé au repos pendant 15 minutes (N'Guessan *et al.*, 2009).

- Une hauteur de mousse persistante, supérieur à 1 cm indique la présence de saponosides.

#### - Les terpénoïdes

2 ml de chloroforme et 3 ml d'acide sulfurique concentré sont ajoutés à 5 ml de chaque extrait (Khan *et al.*, 2011).

- La formation d'un anneau marron-rouge indique la présence des terpénoïdes.

#### - Les anthocyanes

Quelques gouttes d'ammoniaque (1/2) ont été ajoutées à 5 ml d'infusé (Mawyrbékoua Békro *et al.*, 2008).

- La réaction donne une coloration bleue en présence d'anthocyanes.

#### - Coumarines

Mettre environ 1 g d'échantillon de la plante humide dans un tube à essai, puis couvrir le tube avec du papier filtre imbibé avec une solution de NaOH diluée.

Le papier filtre est examiné sous lampe UV (254nm) (Dolron *et al.*, 2003).

- Une coloration jaune fluorescent indique la présence des coumarines.

#### - Détection de mucilages

10 ml d'éthanol placés dans un tube à essai, 2 ml d'extrait ont été ajoutés goutte à goutte (Karumi *et al.*, 2004).

- L'apparition de précipitation violet ou bleu dénotait la présence de mucilage.

### I.3.2. Dosages colorimétriques de métabolites secondaires

#### ❖ Les polyphénols totaux

##### - Principe

Ce dosage est basé sur le couplage du réactif Folin-Ciocalteu avec les composants phénoliques du matériel végétal (Brune *et al.*, 1991) où la réduction d'acide phosphotungstique ( $H_3PW_{12}O_{40}$ ) et d'acide phosphomolybdique ( $H_3PMO_{12}O_{40}$ ) du réactif de Folin-Ciocalteu par les groupements oxydables dans les polyphénols de l'échantillon en milieu alcalin induit un développement d'une coloration bleue foncée due à la formation des oxydes métalliques  $W_8O_{23}/Mo_8O_{23}$  dont l'intensité est proportionnelle à la quantité des composés phénoliques présents dans l'échantillon. Cette coloration est mesurée au spectrophotomètre en utilisant l'acide gallique comme étalon (Catalano *et al.*, 1999).

##### - Mode opératoire

- A 0,5 ml de l'extrait, nous avons ajouté 2,5 ml du réactif de Folin, 10 fois dilué, puis 2 ml de  $Na_2CO_3$  à 7,5%.
- Le mélange a été agité puis incubé à l'obscurité pendant 1h à 20°C.
- La lecture de l'absorbance des différentes concentrations a été faite contre un blanc à 765 nm dans un spectrophotomètre (VR- 2000 Spectrophotomètre).
- Une gamme d'étalonnage qui consiste à lire les absorbances des différentes concentrations d'acide gallique (0,21 à 0,024 mg/ml) (Figure 34).



**Figure 34 :** La gamme d'étalonnage des polyphénols.

### ❖ Les flavonoïdes

#### - Principe

Ce dosage est réalisé en utilisant la méthode colorimétrique au trichlorure d'aluminium et la soude. Le trichlorure d'aluminium forme un complexe jaune avec les flavonoïdes, la soude forme ensuite un complexe de couleur rose qui absorbe dans le visible à 510 nm.

#### - Mode opératoire

Les flavonoïdes totaux sont dosés par colorimétrie selon la méthode décrite par (Dewanto *et al.*, 2002).

- Un volume de 250  $\mu$ l d'extrait à concentration définie est mélangé avec 1.25 ml eau distillée et 75  $\mu$ l d'une solution de NaNO<sub>2</sub> à 5%.
- Le mélange est incubé pendant 6 minutes à température ambiante, auquel on ajoute ensuite 150  $\mu$ l d'une solution de chlorure d'aluminium (AlCl<sub>3</sub>) à 10%.
- Un deuxième temps de repos (5 minutes) est nécessaire avant d'ajouter 500  $\mu$ l de NaOH (1M). Le volume final est porté à 2500  $\mu$ l et est soigneusement mélangé. L'absorbance est immédiatement lue à 510nm.
- Une gamme étalon à la catéchine (à des concentrations de 0 à 800  $\mu$ g/ml) est réalisée en parallèle dans les mêmes conditions opératoires. (Dewanto *et al.*, 2002)



**Figure 35** : La gamme d'étalonnage des flavonoïdes avec l'extrait testé.

### ❖ Les tanins condensés

#### - Principe

Cette méthode est basée sur la réaction de la vanilline avec le groupement flavonoïde terminal des tanins condensés qui va engendrer la formation de complexes rouges (Scofield *et al.*, 2001). Ces complexes rouges sont formés grâce à la capacité de la vanilline à transformer les tanins en anthocyanidols (Sun *et al.*, 1998).

#### - Mode opératoire

- 400µL d'extrait sont mise dans des tubes, auxquels sont ajoutés 3 ml d'une solution m éthanolique de vanilline (4%). 150µl d'HCl à 37% sont ensuite ajoutés.
- Les tubes sont incubés pendant 20 min à température ambiante ;
- La lecture de l'absorbance des différentes concentrations est faite contre un blanc à 500 nm dans un spectrophotomètre.
- La courbe d'étalonnage est préparée dans les mêmes conditions en utilisant la catéchine comme standard et les résultats sont exprimés en mg équivalent catéchine/g de matière sèche.



**Figure 36 :** La gamme d'étalonnage des tanins condensés avec l'extrait testé.

## I.4. Mesure du pouvoir antioxydant

#### - Principe

Le mécanisme général de cette réaction est la réduction du radical libre 2:2 diphénylepicylhydrazyl (DPPH•) ayant une couleur violette par les antioxydants en lui transférant un proton, alors il se transforme en composé jaune 2:2diphénylepicylhydrazine stable DPPH. L'intensité de la couleur violette est inversement proportionnelle à la capacité des antioxydants présents dans le milieu à piéger les radicaux libres (Molyneux, 2004).



**- Mode opératoire**

- Nous avons testé le pouvoir antiradicalaire de l'extrait des noyaux de dattes, selon la méthode décrite par (Nicklisch et Waite, 2014) avec de légères modifications.
- Une solution méthanolique (2ml) de différentes concentrations déjà préparées, est ajoutée à 100µl de la solution méthanolique de DPPH à 2,5 mM.
- Pour chaque dilution, 03 tubes ont été préparés.
- Les tubes sont incubés pendant 30 min à 37°C et à l'obscurité, puis les densités optiques sont lues à 517 nm.
- Le taux de piégeage du radical DPPH est calculé comme suit :

$$PI\% = ((A0 - A1) / A0) * 100$$

Dont :

PI : Pourcentage d'inhibition (%).

A0 : Absorbance de contrôle négatif (sans extrait).

A1 : Absorbance de l'extrait.



**Figure 37 :** Mesure du pouvoir antioxydant par le test de DPPH.

**I.4.1. Cinétique**

La cinétique de la réaction antioxydante en présence d'extrait de noyaux de dattes *P. dactylifera* L. a également été déterminée sur une période de 20 minutes et est comparée avec l'acide gallique et l'acide ascorbique comme antioxydants.

## II. Partie *in vivo*

### II.1. Animaux

La présente étude a été réalisée sur douze (12) rats *Wistar* mâles pesant entre 180 et 260g. Ces animaux ont été fournis de l'institut pasteur d'Alger et élevés à l'animalerie au niveau de la faculté de Sciences de la Nature et de Vie à l'université d'ADRAR. Dans des conditions environnementales standard température  $27\pm 5^{\circ}\text{C}$ , et l'humidité 64,5 % et un cycle de la lumière (12h/12h). Les rats sont logés dans des cages en plastique. Les animaux avaient un accès libre à une alimentation standard et à l'eau.



**Figure 38** : Lots expérimentaux.

### II.2. Induction de l'Insulino-Résistance (IR)

L'induction de la résistance à l'insuline par la dexaméthasone (DEXA) a été réalisée selon le protocole décrit par (Fofié *et al.*, 2018) avec de légère modification. L'expérimentation a duré (8) jours.

- Les rats du premier groupe ont servi de contrôle normal et ont reçu de l'eau et le régime standard.
- Les rats de deuxième groupe considéré comme le contrôle résistant à l'insuline a reçu une injection intrapéritonéale quotidienne de dexaméthasone (1mg/kg/jour).
- Les rats du troisième groupe ont été traités par voie orale avec le décocté des ND à une dose de 400mg/kg plus une injection quotidienne de DEXA (1mg/kg/jour) par voie IP.



### **II.3. Test de la tolérance au glucose et mesure de la glycémie**

Un test oral de tolérance au glucose a été effectué après la mesure de la glycémie basale du neuvième jour. À cette fin, chaque animal a reçu par voie orale 3 g/kg de glucose et leur glycémie a été déterminée en outre à 30, 60, 90 et 120 min après la charge de glucose en utilisant un glucomètre (Accuk-chek).

Lots expérimentaux



Témoin



DEXA



DEXA + END



DEXA IP



DEXA IP + END

Pendant 8 jours



Test de tolérance au glucose

Figure39 : Les étapes d'induction de l'Insulino-Résistance.



# Résultats & discussion



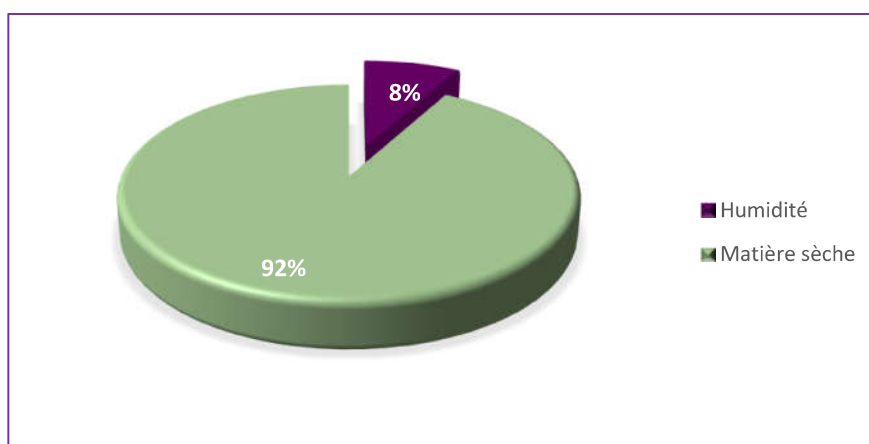
## I. Partie in vitro

### I.1. Analyses physico-chimiques des noyaux de dattes

L'étude des caractéristiques physico-chimiques de ND, a donné les résultats suivants ci-dessous.

#### ❖ Taux d'humidité

La teneur en eau est un paramètre fondamental pour la détermination des opérations de stockage et de conservation. C'est un critère de qualité utilisé essentiellement pour estimer le degré d'humidité du noyau de datte et elle renseigne sur la stabilité du produit contre les risques d'altération durant la conservation. D'autre part, elle est utile pour connaître la matière sèche.

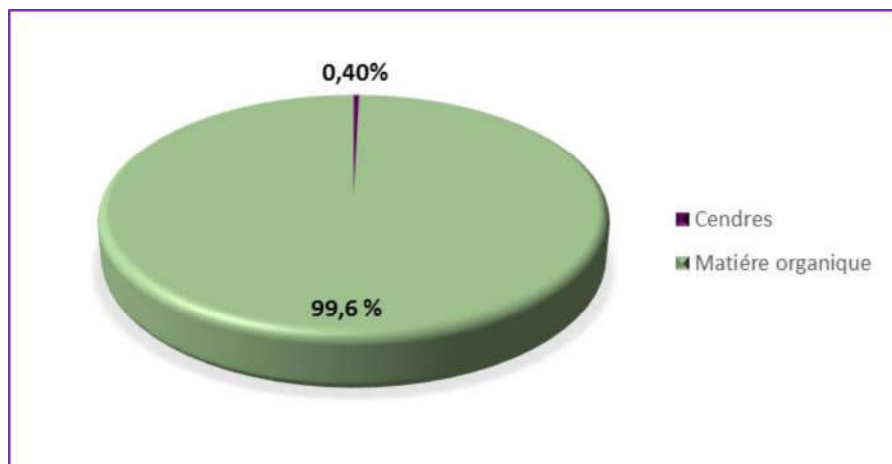


**Figure 40 :** Taux d'humidité et de matière sèche.

Le taux d'humidité de la poudre des noyaux de dattes (*Taqerbucht*) est 8 %, supérieur à ce trouvé dans le cultivar *Dégela-Beida* (6,37%) ([Khali et al., 2015](#)), et inférieur aux résultats trouvés par ([Chair et al., 2007](#)) sur les cultivars de la Tunisie (*Deglet Nour* , *Alig*) qui ont enregistré des taux de 13,13% et 12,03% respectivement.

#### ❖ Taux de cendres

La teneur en cendres représente la partie minérale dans un échantillon. Elle est exprimée en pourcentage (%) par rapport à la matière sèche (MS).

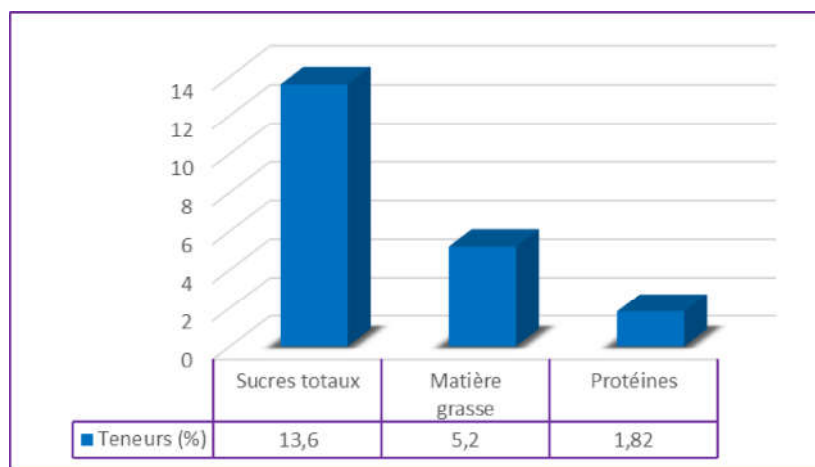


**Figure 41** : Taux de cendres et matière organique.

On constate que la teneur trouvée est inférieure à celle trouvée dans les cultivars *Dégela-Beida*, *Deglet Nour* et *Alig* avec des taux de l'ordre de 1,1 à 1,17 % (Chair *et al.*, 2007). La teneur en cendres des noyaux de dattes peut être liée également à la composition minérale du sol des palmeraies et au traitement thermique appliqué (Boudebza & Ouchtati, 2018).

#### ❖ Teneurs en métabolites primaires

Les teneurs en sucres totaux, en matière grasse et en protéines, ont été déterminées à partir de la poudre de noyaux des dattes du cultivar *Taqerbucht*. Les résultats de la mise en évidence de ces derniers sont mentionnés ci-dessous (Figure 42).



**Figure 42** : Teneurs en métabolites primaires.

La teneur en sucres totaux dans les ND (*Taqerbucht*) est supérieure aux teneurs enregistrées (4,44 – 5,65%) dans l'étude de (Chairet ses collaborateurs, 2007). Selon (Lecheb 2010), les concentrations en sucres varient en fonction du cultivar, le climat et le stade de la maturation.

De plus, un pourcentage de 5,2% de matière grasse a été enregistré dans le présent travail. Dans la littérature, une étude de (Boussena & Khali, 2016) sur les ND de *Dagla-Baida* ont trouvés un taux de  $8,72 \pm 1,02$  % dont le solvant d'extraction était l'éther de pétrole. Le résultat de la teneur en matière grasse pourrait s'expliquer par la différence des variétés ainsi que les techniques et les solvants d'extraction utilisés. En effet, le dosage des protéines par la méthode de Kjeldahl a révélé un taux de 1,82% contenus dans les noyaux de dattes.

#### ❖ Teneur en sels minéraux

D'après l'analyse effectuée, nous avons noté que les ND renferment des taux de 100mg/l et 8,83mg/l de potassium et sodium respectivement.

Cependant, le peu des études réalisées sur les ND, indiquent que la teneur en potassium est plus importante suivi, par ordre décroissant, par le phosphore, le magnésium, le calcium, le sodium, le fer, le zinc, le cuivre et le manganèse (Khalid *et al.*, 2016) (Abdelaziz *et al.*, 2014).









#### ❖ Rendements des extractions


L'extrait aqueux des ND a été préparé selon la technique de chauffage à reflux. L'utilisation de l'échantillon sous forme poudre est effectuée dans le but de permettre une extraction plus efficace. Le rendement a été déterminé par rapport à 100 g de la matière végétale sèche. D'après les résultats que nous avons trouvés, on constate que l'extraction a donné un rendement de 17,7%.

### I.2. Criblage phytochimique préliminaire

Les tests préliminaires réalisées sur l'extrait de ND du cultivar *Taqerbucht*, montrent que ce dernier possède les principales classes voire les polyphénols, flavonoïdes, tanins, alcaloïdes, terpénoïdes, saponosides, coumarines et les sucres réducteurs, en revanche l'examen de mucilage, stérols et anthocyanes s'est avéré négatif (Tableau 03).

**Tableau 03** : Résultats du criblage phytochimique préliminaire.

		
<b>Polyphénols</b> (++)	<b>Flavonoïdes</b> (++)	<b>Tanins</b> (++)
		
<b>Saponosides</b> (++)	<b>Alcaloïdes</b> (++)	<b>Terpénoïdes</b> (++)
		
<b>Coumarines</b> (+)	<b>Stérols et les polyterpènes</b> (-)	

	
<b>Anthocyanes</b> <b>(-)</b>	<b>Détection de mucilages</b> <b>(-)</b>

Les polyphénols ont des propriétés antioxydants. Plusieurs études ont permis de définir des Propriétés importantes de ces composés, en particulier en ce qui concerne les flavonoïdes. Leur caractère antioxydant contribue à la prévention de maintes pathologies. L'action des polyphénols ne sera totalement efficace qu'en présence de tanins, avec, entre autre, la famille des catéchines (Curtay & Robin, 2000).

### I.3. Teneurs en métabolites secondaires

Afin de caractériser l'extrait aqueux préparé à partir des ND du cultivar *Taqerbucht*, une détermination colorimétrique des polyphénols totaux, des flavonoïdes et des tanins condensés a été faite.

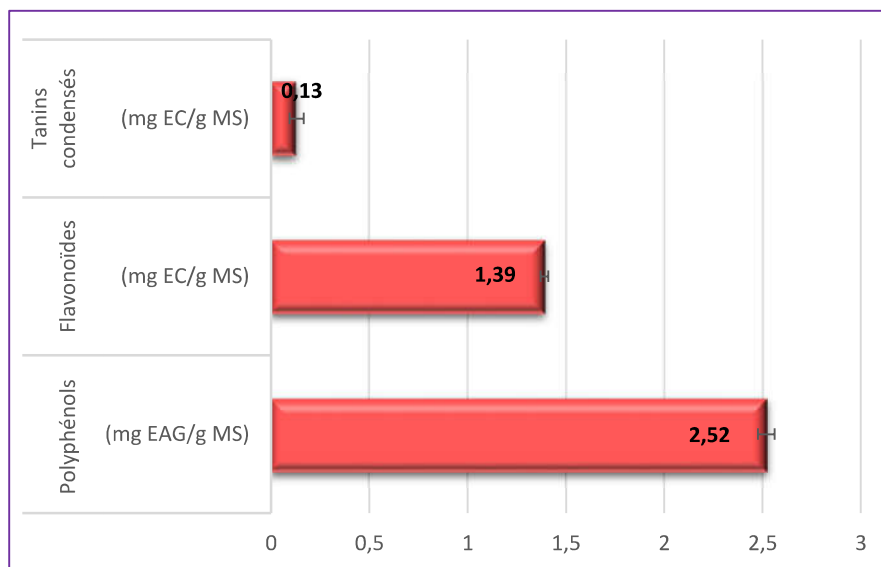
#### ➤ Polyphénols totaux

Les résultats du dosage quantitatif des polyphénols totaux sont exprimés en milligramme équivalent acide gallique par gramme de matière sèche de l'échantillon (mg EAG/g MS) (Une droite d'étalonnage a été tracée selon les absorbances en fonction des différentes concentrations de catéchine (Annexe).

On remarque une de  $2,52 \pm 0,042$  mg EAG/gMS, cette valeur est proche à celle obtenue par (Belbachir & Belaid, 2021) sur l'extrait méthanolique des ND *Ajwa* (3,645 mg EAG/g ES).

Les travaux de (Harkat et al.,2022) ont rapportés que les huiles des ND de différents cultivars (*Arechti*, *Degla-Baida*, *Deglet-Nour*, *Ghars*, *Haloua*, *Itima*, *Mech-Degla*, *Tentbouchet*) originaire du Sud-est Algérien (Biskra), possèdent des teneurs en polyphénols de l'ordre de 1,54 à 1,93 mgEAG/g, qui sont inférieures à celle trouvée dans l'extrait de notre cultivar.





**Figure 43 :** Teneurs en métabolites secondaires.

Des études antérieures, indiquent que les noyaux de *Phoenix dactylifera* L. constituent l'une des sources les plus élevées en polyphénols, surpassant les graines de lin et les graines de noix (Habib *et al.*, 2014).

Selon (Tajini *et al.*, 2020), cette variation peut être attribuée à des différences entre les cultivars, au stade de maturation et à la dispersion géographique (climat et type de sol).

#### ➤ Les flavonoïdes

La teneur en flavonoïdes a été estimée à partir d'une gamme d'étalonnage effectuée par la catéchine à différentes concentrations ( $y = 9,8866x + 0,3315$ ). Les résultats obtenus sont ainsi exprimés en milligramme équivalent catéchine par gramme de matière sèche (mg EC/g MS).

L'extrait des ND (*Taqerbucht*) renferme un taux de  $1,39 \pm 0,020$  mg EC/g MS de flavonoïdes, qui est inférieur à ce enregistré dans l'huile d'Ajwa avec un taux de 2,55 mg EC/gMS (Belbachir & Belaid, 2021).

#### ➤ Les tanins condensés

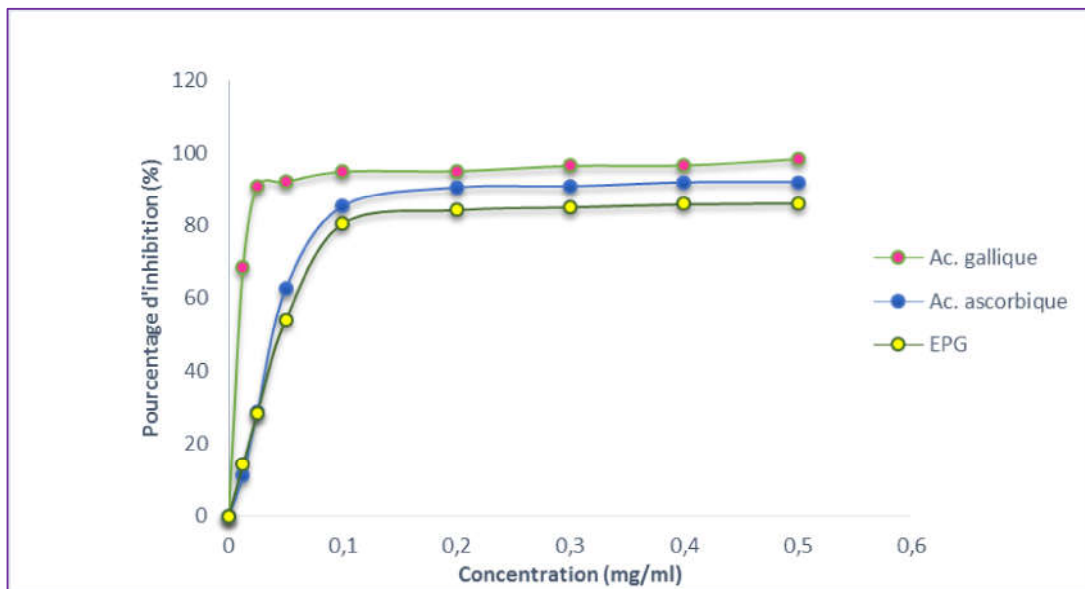
La teneur en tanins condensés a été exprimée en milligramme équivalent catéchine par g de matière sèche (mg EAG/g MS). Une droite d'étalonnage a été tracée selon les absorbances en fonction des différentes concentrations de catéchine (Annexe).

D'après la figure, nous avons enregistré une teneur de  $0,130 \pm 0,036$  mgEC/g.MS de tanins condensés contenus dans l'extrait de cultivar *Taqerbucht*. Cependant, il n'existe pas d'études antérieures qui ont ciblées les tanins chez ce cultivar.

#### I.4. Potentiel antioxydant de l'extrait des ND (piégeage du radical libre DPPH)

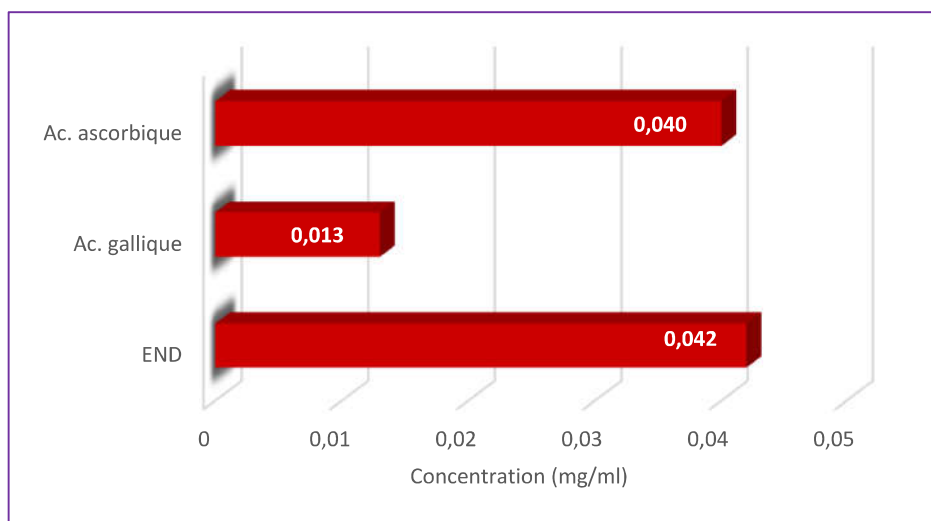
##### ➤ Test DPPH anti radicalaire

Le test de DPPH est couramment utilisé pour déterminer l'activité anti radicalaire des extraits de plantes. La capacité anti radicalaire d'un composé est souvent exprimé par l'indice "EC<sub>50</sub>" qui représente la concentration en ce composé qui neutralise 50% de DPPH mis en jeu. La capacité anti radicalaire d'un composé est inversement proportionnelle à son EC<sub>50</sub>.



**Figure 44** : Pourcentage d'inhibition en fonction des différentes concentrations de l'extrait de ND et les standards utilisés.

Dans notre étude, nous avons utilisé l'acide gallique et l'acide ascorbique comme antioxydants de référence. Nous avons établi les courbes de pourcentages de piégeage en fonction de la concentration des polyphénols totaux présents dans l'extrait (Figure 45), puis les concentrations d'EC<sub>50</sub> ont été déterminées.



**Figure 45 :** Valeurs d'EC<sub>50</sub> de l'extrait et des deux standards.

Le taux de réduction du radical DPPH se traduit par le pourcentage d'inhibition. En effet, l'activité antiradicalaire de l'extrait des noyaux de *Taqerbucht* a été enregistrée (89,2%) à une concentration de 0,5 mg/ml de l'extrait, tandis que la plus faible (19,86%) à 0,0125mg/ml.

Cette activité est confirmée par une concentration inhibitrice (EC<sub>50</sub>) remarquable, estimée à 0,042 mg/ml. Cette dernière proche de celle de l'acide ascorbique (0,040 mg/ml) et inférieur de l'acide gallique (0,013mg/ml).

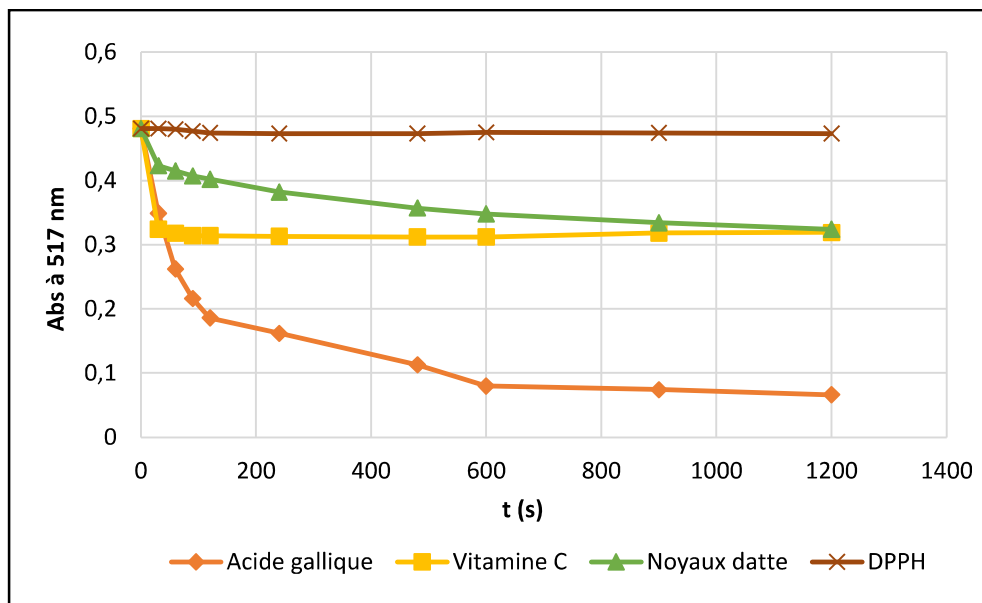
Une étude effectuée sur l'extrait aqueux de noyaux de deux cultivars originaire de l'Arabie Saoudite et Pakistan (*Ajwa et Zahedi*) a révélé des EC<sub>50</sub> de 0,59 et 0,70 mg/ml respectivement.

En effet, des études antérieures ont confirmé que la capacité antioxydant est liée à la présence des composés phénoliques et des flavonoïdes, connus pour inhiber les radicaux libres (*Agbo et al., 2015*)

#### ➤ Cinétique de la réaction de piégeage de DPPH

L'étude cinétique est réalisée par mise en réaction le radical libre DPPH• avec la concentration inhibitrice EC<sub>50</sub> d'échantillon analysé, on note l'absorbance du mélange à 517 nm à différents intervalles de temps (*Figure 46*).

On constate que notre extrait a piégé le radical (DPPH) il est de même pour l'acide gallique et la vitamine C, ce qui est traduit par l'allure décroissante des courbes obtenus en fonction du temps. Tout de même, on note que l'END a eu un comportement particulier vers les 8 minutes de cinétique, où l'allure de la courbe se stabilise.



**Figure 46** : Cinétique de la réaction de piégeage de DPPH.

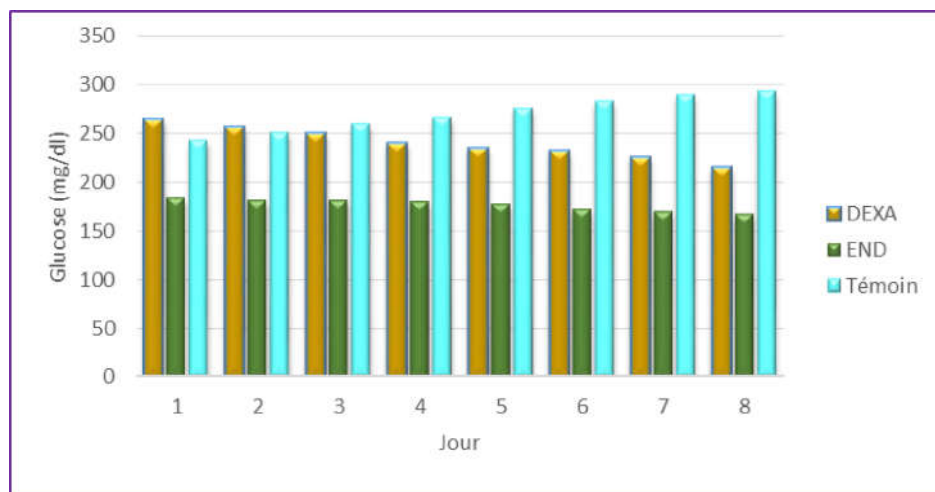
## II. Partie *in vivo*

### II.1. Effet de traitement avec le décocté des ND sur le poids corporel et le test de la tolérance orale au glucose

Les résultats de la présente étude montrent que l'administration quotidienne de dexaméthasone provoque une perte de poids corporel relatif des animaux et régulation du glucose post-prandial.

Il a été démontré que le traitement par dexaméthasone entraîne une dégradation des protéines musculaires (Sandri, 2013) et l'inhibition de synthèse des protéines musculaires (Sakata *et al.*, 2016) conduisant une à atrophie musculaire qui peut justifier la perte de poids.

La réduction de la masse corporelle chez les rats DEX dans la présente étude concordent avec la littérature sur la résistance à l'induction de glucocorticoïde (Rafacho *et al.*, 2007).



**Figure 47 :** Effets de décocté des ND sur le poids corporel des rats après 08 jours de traitement.

D'après les résultats du test de la tolérance orale de glucose, on remarque que chez les animaux traités avec le décocté des ND, une diminution de la glycémie. Ces résultats suggèrent que l'extrait utilisé peut aussi agir en stimulant la sécrétion d'insuline et donc avoir une hypoglycémie comme effet.

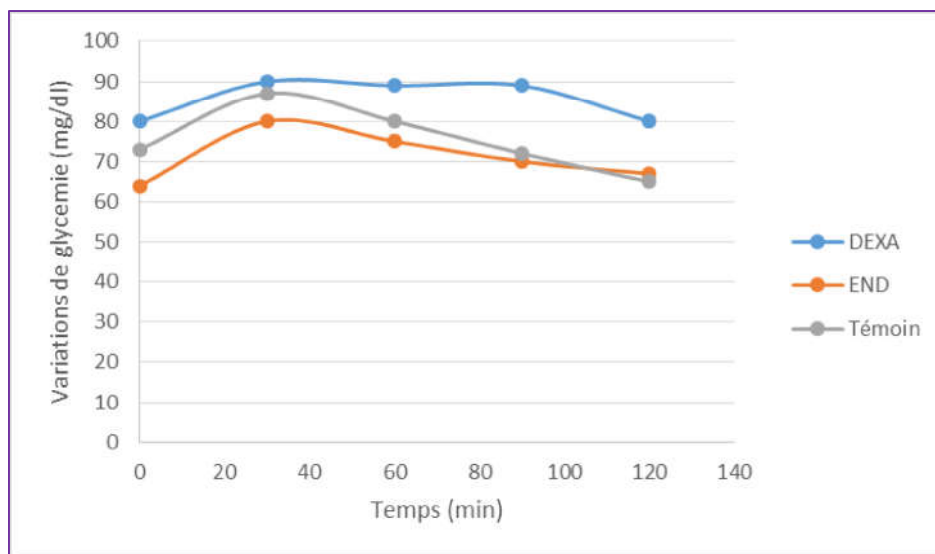
Les résultats du test de tolérance au glucose par voie orale ont montré que, 30 minutes après la charge de glucose, la différence de glycémie des rats recevant seuls de la dexaméthasone était supérieure à celle des animaux témoins sains. Dans le même temps, la glycémie chez les rats

recevant le traitement concomitant avec la dexaméthasone était plus faible que celle du groupe de la dexaméthasone.

Des études antérieures ont montré que les glucocorticoïdes réduisent l'utilisation du glucose périphérique (Mokuda *et al.*, 1991).

Ces effets hypoglycémiques pourraient être liés à la présence de flavonoïdes dans l'extrait des ND. (N'diaye *et al.*, 2008), ont montré que ces composés possèdent des propriétés antidiabétiques. En normal et dexaméthasone rats, l'extrait aqueux utilisé a été efficace pour prévenir l'altération de la tolérance au glucose. Ces constatations donnent à penser que les ND pourraient empêcher la dexaméthasone d'induire une résistance à l'insuline (Wego *et al.*, 2019).

Le test de tolérance orale au glucose a révélé que la dexaméthasone induit altérer la tolérance au glucose en revanche l'END a corrigé cette dépréciation à une dose 300mg/kg.



**Figure 48** : Effet du décocté des ND sur le test de la tolérance orale au glucose.



# Conclusion



### *Conclusion*

Les plantes médicinales sont la source de la majorité des antioxydants naturels et elles restent encore sous exploitées dans le domaine médicale.

Notre étude a été focalisée sur l'évaluation de la poudre de noyaux des dattes du cultivar « *Taqerbucht* », par la détermination de la composition et les activités biologiques.

Les analyses physicochimiques ont révélé que la poudre des ND renferme des glucides, protéines et matière grasse avec des moyennes non négligeables.

Des examens qualitatifs, ont montré la présence de différentes classes de métabolites secondaires y compris les polyphénols, les terpénoïdes et les alcaloïdes, d'autre part les examens quantitatifs des polyphénols, flavonoïdes et tanins condensés ont révélé une richesse de ces composés.

Les examens susmentionnés, nous ont permis d'évaluer le potentiel antiradicalaire de la poudre des noyaux de dattes par le test de DPPH, d'où la concentration d'inhibition enregistré s'avérée importante ( $IC_{50}$  : 0,0425 mg/ml).

S'agissant de l'effet de décocté des ND sur un modèle animal d'insuline-résistance, les résultats ont pu montrer que le traitement utilisé a inhibé légèrement la perte de poids des rats causé par l'injection de la dexaméthasone aussi nous avons pensé que le décocté prévient l'altération de la tolérance au glucose.

En terme de perspectives, il serait intéressant de compléter ce travail afin d'élargir l'étude sur d'autres substances actives en utilisant des techniques plus avancées, aussi faire des comparaisons avec d'autre types de cultivars de la région. En effet, l'étude pourrait être approfondie par l'exploration des propriétés biologiques *in vitro* et *in vivo*.





## **Références Bibliographiques**



## *Références Bibliographiques*

- **Abdelaziz, D. H., & Ali, S. A.** (2014). The protective effect of *Phoenix dactylifera* L. seeds against CCl<sub>4</sub>-induced hepatotoxicity in rats. *Journal of ethnopharmacology*, 155(1), 736-743.
- **Adil Sbiai.** (2011). Matériaux composites à matrice époxyde Chargée par des fibres de palmier Dattier : effet de l'oxydation au tempo Sur les fibres. Thèse Doctorat. INSA deLyon. France
- **Al dhaheri G. Al hadrami N. ABO alnaga I. Wasfi M.,** (2004). El Ridi Chemical composition of date pits and reproductive hormonal status of rats fed date pits. *Food Chem.*86: 93- 97.
- **Alaternus L.** berries. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53 (5), 1723-1727.
- **Al-Farsi M., Alasalvar C., Al-Abid M., Al-Shoaily K., Al-Amry M.et Al-Rawahy F.;** (2007). - Compositional and functional characteristics of dates, syrups, and their by products, *Food Chemistry* 104: 943-947.
- **Atmani, D; Chaher, N.; Berboucha, M.; Ayouni, K.; Lounis, H.; Boudaoud, H.; Debbache, N.** (2009). Antioxidant capacity and phenol content of selected Algerian medicinal plants. *Food Chem.* , 112, 303–309.
- **Aufrere, J., Theodoridou, K., and Baumont, R.** (2012). "Valeur alimentaire pour les Biochimistry of Endosperm Break down in Date Palm (*phoenix dactylifera. L*) Seeds. *Protoplasma*. 126:159-167. *Bioenergetics*, 1787 (7), 781-793. *Molecules*, 18 (1), 690 700.
- **Augustin S** (2003). Les polyphénols des fruits et legumes un atout pour vieillir en bonne.
- **Belbachir Nadjet et Belaid Nihel** Activité antioxydante des noyaux de *Phoenix dactylifera* L. variété\*Ajwa\*(2021).
- **Belguedj, N.** (2014). Préparations alimentaires à base de dattes en Algérie : Description et diagrammes de fabrication. Constantine : (I.N.A.T.A.A.).
- **Benbrook. M** (2005). Accroitre la teneur antioxydants des aliments grace à l 'agriculture et à la transformation alimentaire biologique . Ed. The organic center : 6-8.
- **Boizot N., Charpentier J P.,** (2006). Méthode rapide d'évaluation du contenu en composés phénoliques des organes d'un arbre forestier. *methodes et outils pour l'observation et l'évaluation des milieux forestiers, prairiaux et aquatiques*. N° spécial : 79-83.

- **Bokhari N.E.** et **Perveen K.**; (2012).- In vitro inhibition potential of *Phoenix dactylifera*
- **Boudebza Y.**, et **Ouchtati N.** (2018). Valorisation des noyaux de datte dans la fabrication d'un café décaféiné. Mémoire en science alimentaire. Option Qualité des Produits et Sécurité Alimentaire. Université 8 Mai 1945 Guelma.
- **Boudechiche L.**, **Araba A.**, **Tahar A.**, **Ouzrout R.** (2009). Etude de la composition chimique des noyaux de dattes en vue d'une incorporation en alimentation animale. *Live stock Research for Rural Development*. 21(69).
- **Boudjouref M.**, (2011). Etude de l'activité antioxydant et antimicrobienne d'extrait d'*Artemisia campestris* L. Thèse de Magister en Biochimie. Université Ferhat Abbas Sétif. Algérie. P 99.
- **Boudjouref Mourad** (2011) Etude de l'activité antioxydante et antimicrobienne d'extraits d'*Artemisia campestris* L.
- **Bouheroum, M.** (2007). Etude phytochimique des plantes médicinales algériennes :
- **Boukouada M.** et **Yousfi M.**; (2009).- Phytochemical study of date seeds lipids of three fruits (*Phoenix Dactylifera* L.) produced in Ouargla region ; *Annales de la Faculté des Sciences et Sciences de l'Ingénieur* 1(3): 66-74.
- **Boulal. A** et al. (2013). Etude comparative de rendement de la production d'éthanol de deux variétés de dattes communes de faible valeur commerciale (Tinaceur et Aghmou)
- **Boussena, Z.**, **Khali, M.**, & **Boutakerbet, L.** (2013). Effet de l'incorporation de noyaux de dattes sur les caractéristiques technologiques et fonctionnelles de la farine de blé tendre. Dans M. KHALI. Algérie.
- **Capasso, A.** (2013). Antioxidant action and therapeutic efficacy of *Allium sativum* L.
- Clifford M.N., (2000)– Anthocyanins – nature, occurrence and dietary burden. *J Sci Food Agric*, 80, pp: 1063– 1072
- **Conrad, J.**, **Vogler, B.**, **Klaiber, I.**, **Roos, G.**, **Walter, U.**, & **Kraus, W.** (1998). Two triterpene esters from *Terminalia macroptera* bark. *Phytochemistry*, 48 (4), 647-650.
- **Crozier, A.**, **Clifford, M.N.**, **Ashihara, H.** ( 2006). *Plant Secondary Metabolites: Occurrence, Structure and Role in the Human Diet*. Edt Blackwell Publishing Ltd.
- **Curtay, J. P.**, & **Robin, J. M.** (2000). Intérêt des complexes antioxydants. *Nutrition INFO*, 1-5.
- **Dammak I.**, **Ben Abdallah F.**, **Boudaya S.**, **Besbes S.**, **Keskes L.**, **El Gaied A.**, **Turki H.**, **Attia H.**, **Hentati B.**, (2007). Date seed oil limit oxidative injuries induced by hydrogenperoxide in human skin organ. *Bio Factors*, 29: 137-145.

- **Darleen A., Demson R., Sexton M., Gorman. Reid J.S.G.,** (1985). Structure and Ethnopharmacology, 92 (2-3), 147–162 Frédérique Aberlenc-Bertossi. (2010). Biotechnologies du palmier dattier. Ed scientifique.Paris pp : 16
- **Dewanto,V.,** Wu, X., **Adom, K. K.,** & Liu, R. H. (2002). Thermal processing enhances the nutritional value of tomatoes by increasing total antioxidant activity. Journal of agricultural and food chemistry, 50(10), 3010-3014.
- **Diallo A.** (2005). Etude de la phytochimie et des activités biologiques de Syzygium
- **Djerbi M.,** (1994). Précis de phéniculture, F.A.O. Rome. P 191-192
- **Dubois M.,** Gilles K.A., Hamilton J.K., Rebers P.A. Smith E, (1956). Colorimetric method for determination of sugar and related substances. Anal. Chem., 28,350- 56.
- **Favier A.** (2003). Le stress oxydant : Intérêt conceptuel et expérimental dans la compréhension des mécanismes des maladies et potentiel thérapeutique. L'actualité chimique. 17: 501-512.
- **Fraga, C. G.** (2009). Plant phenolics and human health: Biochemistry, Nutrition, and
- **Genin .D,Kadri .A , T. Khorchani, K. Sakkal, F. Belgacem, M. Hamadi,** Valorisation of date-palm by-products (DPBP) for livestock feeding in Southern Tunisia. I- Potentialities and traditional utilisation, in Ben Salem H. (ed.), Nefzaoui A. (ed.), Morand-Fehr P. (ed.), Nutrition and feeding strategies of sheep and goats under harsh climates, CIHEAM Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens, n.59 (2004), pp: 221-226.
- **Ghedira, K.** (2005). Les flavonoïdes : Structure, propriétés biologiques, rôle Préphytothérapeutique et emplois en thérapeutique. Phytothérapie, 3 (4), 162-169.
- **Graille J.,** (2003). Lipides et corps gras alimentaires. Ed. Tec et Doc-Lavoisier. 389p.
- **Guillou, H., Pelissier, J. P., Grappin, R.** (1986). Méthodes de dosage des protéines du lait de vache. Le Lait, 66(2), 143-175.
- **Hamad, I., AbdElgawad, H., Al Jaouni, S., Zinta, G., Asard, H., Hassan, S., Hegab, M., Hagagy, N., et Selim, S.** (2015). Metabolic Analysis of Various Date Palm Fruit (Phoenix dactylifera L.) Cultivars from Saudi Arabia to Assess Their Nutritional Quality Molecules, 20, 13620-13641
- **Harris R S., AND Karmas E.** (1977). Nutritional evaluation of food processing. The Avi Publishing Company Inc. New York. 612p.
- **Heinrich, M., & Lee Teoh, H.** (2004). Galanthamine from snowdrop—the development of a modern drug against Alzheimer’s disease from local Caucasian knowledge. Journal of

- **Hendrich, A. B.** (2006). Flavonoid-membrane interactions: possible consequences for biological effects of some polyphenolic compounds 1. *Acta Pharmacologica Sinica*, 27 (1), 27- 40.
- **Hollman P.C.H.**, (2001)– Evidence for health benefits of plants phenols: local or systemic effects. *J Sci Food Agric*, 81 *Kathmandu University Journal of Science, Engineering and Technology*, 8 (1), 73-80. L. extracts on the growth of pathogenic fungi, *Journal of Medicinal Plants Research*
- **Ishrud O., Zahid M., Zhou H. et Pan Y.**; (2012).- A water – soluble galactomannan from the seeds of *Phoenix Dactylifera L.*; *Carbohydrate Research*, 335: 297-301.
- **Jalal M. et Collin H.**, (1977)– Polyphenols of mature plant. Seeding and tissue culture of *Theobroma cacao*. *Phytochemistry*, 16, pp: 1377–1380
- **John Wiley & Sons Edition**, p 5-13. *Productions Animales*, 25 (1), 29. *Rev Franç Endocrinol Clin*; 38 (2): 119-141, (1997).
- **Khali M., Boussena Z., 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 Agronomiques et Biologiques. 2* : 16-26.
- **Khalid, S., Ahmad, A., Masud, T., Asad, M. J., & Sandhu, M.** (2016). Nutritional assessment of ajwa date flesh and pits in comparison to local varieties. *JAPS: Journal of Animal & Plant Sciences*, 26(4).
- **Lapidot T**, et al. pH- Dependent Forms of Red Wine.
- **Lecerf JM.** Nutrition, anti-oxydants et athérosclérose.
- **Lecheb .F, Benamara .S, H. Gougam**, Valorisation de l’huile du noyau de dattes, Editions universitaires européennes EUE, (2011), 192p.
- **Lecheb F.** ; (2010).- Extraction et caractérisation physico-chimique et biologique de la matière grasse du noyau des dattes: Essai d’incorporation dans une crème cosmétique de soins. Mémoire de magistère, université M’Hamed Bougara Boumerdes.
- **Longo, L., Vasapollo, G., & Rescio, L.** (2005). Identification of anthocyanins in *Rhamnus Option* : *Phytochimie* . Université Mentouri de Constantine-Algerie. Oxidant and Antioxidants, Academic Press, San Diego, 15-22. *Pharmacology*.
- **Macheix J. J., Fleuriet A. and Billot J.**, (1990). Fruit phenolics. *boca raton*. CRC Press. 378p.

- **Mansouri A., Embarek G., Kokkalou E., Kefalas P.** (2005). Phenolic profile and antioxidant activity of the Algerian ripe date palm fruit (*Phoenix dactylifera*). *Food Chemistry*; 89:411-420.
- **Chandrasekaran, M., & Bahkali, A. H.** (2013). Valorization of date palm (*Phoenix dactylifera*) fruit processing by-products and wastes using bioprocess technology– Review. *Saudi journal of biological sciences*, 20(2), 105-120.
- **Mghezzi Habellah1. R, S. Karoune.M.S.A. Kechebar, H. Bounab 1.** Received 17 May (2016); Revised 03 Jun 2016; Accepted 11 Jun 2016. *Journal Algérien des Régions Arides (JARA)*
- **Michalak, A.** (2006). Phenolic Compounds and Their Antioxidant Activity in Plants Growing under Heavy Metal Stress. *Polish Journal of Environmental Study*, 15(4): 523-53
- **Mika A., Minibayeva F. , Becket R. , Luthje S.,** Possible function of extracellular peroxidases in stress induced generation and detoxification of active oxygen species. *PhytochemistryReviews*. (3): 173-1931.
- **Molyneux P., Songklanakarin J.,** (2004). The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. *Sciences Technology*. Vol 26 (2) : 211-219.
- **Munier P.** (1973) – *Le palmier-dattier*. Paris, Maisonneuve et Larose, 221 p.
- **Nabavi., Kessels H. W., Nguyen L. N. S., & Malinow R.,** (2010). The prion protein as a receptor for amyloid- $\beta$ . *Nature* 466(7308): E3.
- **Nawaz, H., Shi, J., Mittal, G. S., & Kakuda, Y.** (2006). Extraction of polyphenols from grape
- **Ohrvall, M., et al.** Tocopherols and Heart Disease Nutrition Report, March, (1996);20/"Gamma, But Not Alpha, Tocopherol Levels in Serum are Reduced in Coronary Heart Disease Patients . *Journal of InternalMedicine*, 1996;239:111-117 .
- **Park H. J., & Cha h. C.,** (2003). Flavonoids from leaves and exocarps of the grape Kyoho. *Korean journal of biological society*. 7: 327-330.
- **Pelli k, LYLYM** (2003),les antioxydants dans l'alimentation, VTT BiotechnologyFinalande (3) 9p
- **Penna, C., Mancardi, D., Rastaldo, R., &Pagliaro, P.** (2009). Cardioprotection: A radical view: Free radicals in pre and postconditioning. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-*

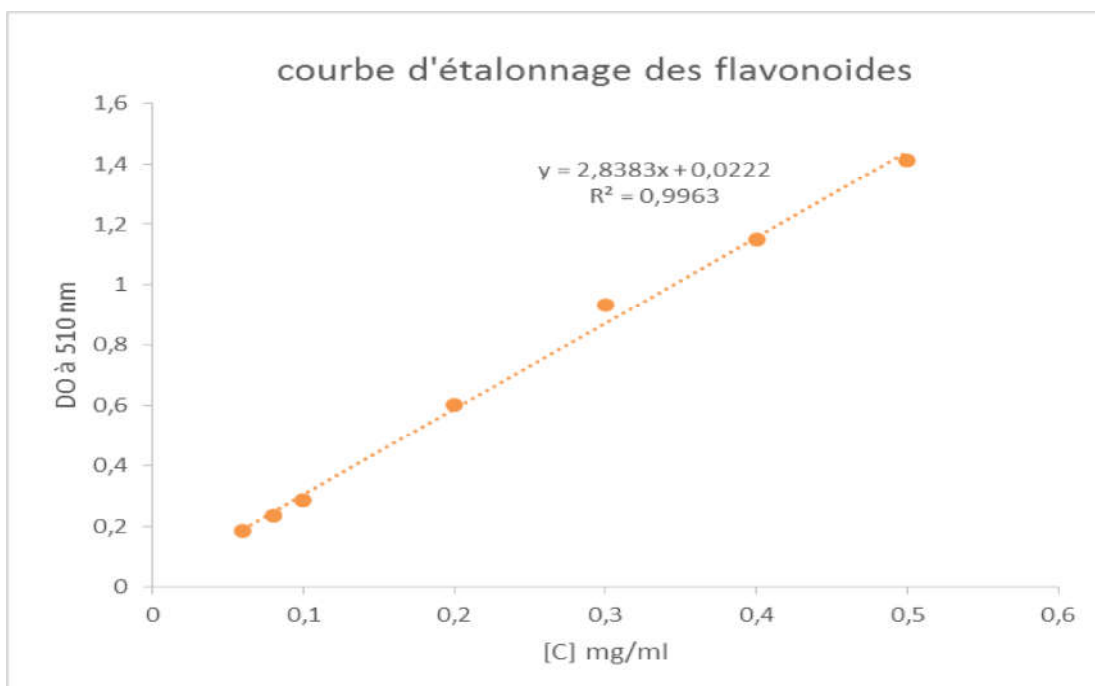
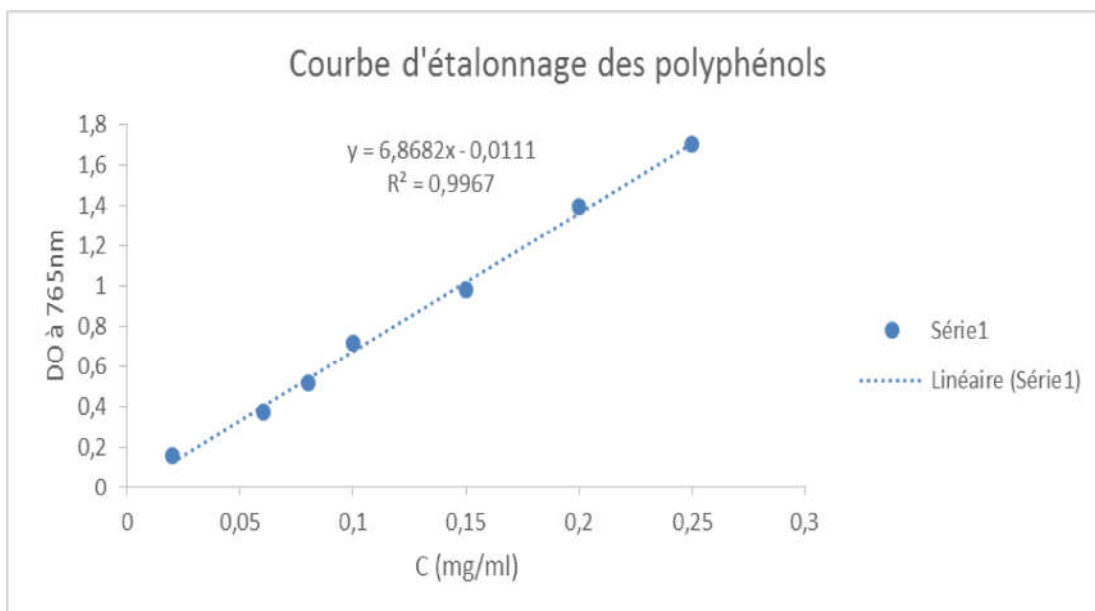
- **Portet, B.** (2007). Recherche bioguidée de molécules antipaludiques d'une plante guyanaise *Piper hostmannianum* var. *berbicense*. Thèse de Doctorat : Université de TOULOUSE III –Paul sabatier .
- **Puppo, A.** Effect of Flavonoids on Hydroxyl Radical Formation by Fenton-Type Reactions; Influence of the Iron Chelator. *Phytochemistry*, (1992) ; 31(1) :85-88.
- **Rhantherium adpressum** et **Ononis angustissima**. Thèse de Doctorat : En Chimie Organique ruminants des légumineuses contenant des tannins condensés en milieux tempérés." Santé. INRA, Clermont-Ferrand. Baudin B. (2006). Stress oxydant et pathologies cardiovasculaires. *MT Cardio*. 2 (1): 43 – 52
- **Rodier, J., Legube, B., Merlet, N., Brunet, R., Mialocq, J. C., Leroy, P., & Al Mardin, F.** (2009). L'analyse de l'eau-9e éd. Eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer. Dunod, 564-571.
- **Rolland Y.** (2004) . Actualités des lipides en cosmétique . Antioxydants naturels végétaux . OCL.Vol 11(6) : 419- 424
- **Santos-Buelga C.** et **Scalbert A.**, (2000) – Proanthocyanidins and tannin-like compounds- nature, occurrence, dietary intake and effects on nutrition and health. *J Sci Food Agric*, 80, pp: 1094–1117.
- **Sarni-Manchado, P., & Cheynier, V.** (2006). Les polyphénols en agroalimentaire, Éd Tec & Doc. Coll. Sci. & Techn. Agroaliment , Lavoisier, Paris, p 2-10. seeds and concentration by ultrafiltration. *Separation and Purification Technology*, 48 (2), 176-
- **Schofield, P., Mbugua , D. M., & Pell, A, N.** (2001). Analysis of condensed Tannins: a review, *Animal feed science and technology*, 91(1-2),21-40.
- **Sies, H.** (1991) Oxidative Stress: Introduction. In: Sies, H., Ed., *Oxidative Stress*:
- **Singla et al.:** *Journal of AOAC International* Vol. 102, No. 5, (2019)
- **Subedi, A., Amatya, M. P., Shrestha, T. M., Mishra, S. K., & Pokhrel, B. M.** (2012). Sud – Ouest de l'Algérie. *Revue des Energies Renouvelables*. 16 : 539 – 550.
- **Sun, B., Ricardo-da-Silva, J.M., & Sprangr, I.** (1998). Critical factors of vanillin assay for catechins and proanthocyanidins. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46(10), 4267-4274
- **Tajini, F., Bouali, Y., & Ouerghue, A.** (2020). Etude de la qualité nutritionnelle de fruit de *Phoenix dactylifera* L.: mesure des paramètres biochimiques. *Nature & Technology*, (23), 39-49.
- **Tirichine H. S.**, (2010). Etude ethnobotanique, activité antioxydante et analyse phytochimique de quelques cultivars de palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) du Sud

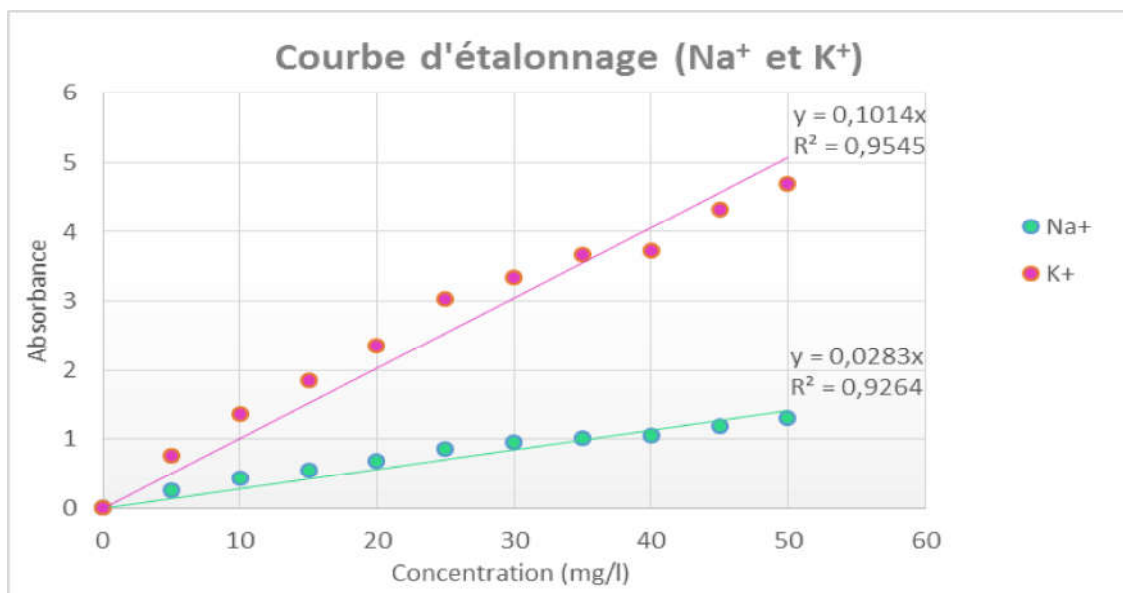
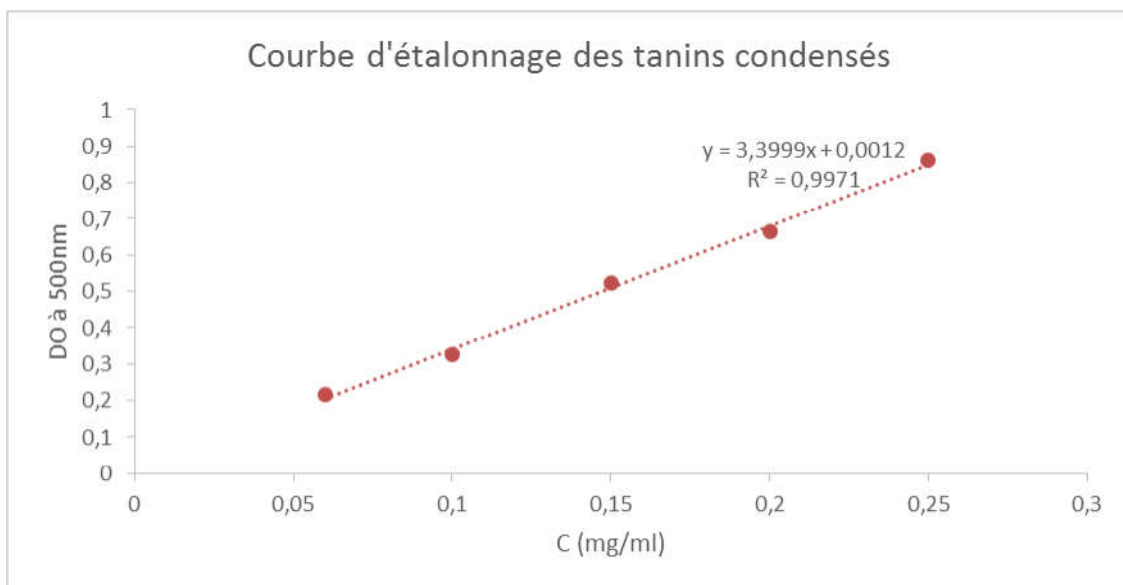
Est algérien. Thèse de Magister en Biologie. Université d'Oranes-Es Senia. Oran. Algérie. 88 p.

- **Vivas de Gaulejac N.**, (2001)– Vin et santé. Les bases scientifiques du French Paradox. Féret (Ed), 198 p
- **Wollgast J. et Anklam E.**, (2000)– Review on polyphenols in theobroma cacao: changes in composition during the manufacture of chocolate and methodology for identification and quantification. Food Res Int, 33, pp: 423–477181.2007. - Compositional and functional.



## Les courbes d'étalonnage





### ملخص

يهدف هذا العمل إلى تثمين نواة التمر لنخيل التمر. من الصنف "تقربوشت" من منطقة أدرار من خلال التحليلات الفيزيائية والكيميائية والتحليلات النوعية والكمية للأيضات الثانوية ونشاط مضادات الأكسدة وتأثيراتها على نموذج حيواني لمقاومة الأنسولين. كشفت تحليلات المستقلبات الأولية عن مستويات 13,60% و 1,82% و 5,2% و 0,17 مغ / غ و 2 مغ / غ من السكريات الكلية والبروتينات والدهون والصيديوم والبوتاسيوم على التوالي. أثناء التحليلات الكمية لمركبات البوليفينول والفلافونويد والعفص المكثف، لوحظت مستويات ملحوظة على التوالي  $0,042 \pm 2,52$  مغ مكافئ لحمض غاليك / غ المادة الجافة،  $0,020 \pm 1,39$  مغ مكافئ كاتيشين / مغ المادة الجافة،  $0,036 \pm 0,130$  مغ / غ المادة الجافة). يتم التعبير عن الإمكانيات المضادة للجذور لمسحوق حجر التمر الذي تم تقييمه بواسطة اختبار DPPH بتركيز المستجيب (EC50) البالغ 0,042 مغ / مل. أما بالنسبة لنتائج المكون في الجسم الحي، فقد أظهرت الفئران المقاومة للأنسولين والتي تلقت مغلي أحجار التمر، قدرة على منع تغيير تحمل الجلوكوز بالإضافة إلى ذلك.

**الكلمات المفتاحية:** *Phoenix dactylifera* L.، نوى التمر، تقربوشت، DPPH، مقاومة الأنسولين.

### Résumé

Ce travail vise à la valorisation des noyaux de dattes du palmier dattier *Phoenix dactylifera* L. du cultivar « Taqerbucht » de la région d'Adrar, par des analyses physico-chimiques, des analyses qualitatives et quantitatives de métabolites secondaires, l'activité antioxydante et leurs effets sur un modèle animal d'insulino-résistance. Les analyses des métabolites primaires ont révélé des taux de 13,60%, 1,82% et 5,2%, 0,17 mg/g et 2mg/g de sucres totaux, de protéines, de lipides, sodium et potassium respectivement. Lors de la réalisation des analyses quantitatives des polyphénols, flavonoïdes et tanins condensés, des teneurs appréciables ont été notées respectivement ( $2,52 \pm 0,042$  mg EAG/g MS,  $1,39 \pm 0,020$  mg EC/g MS,  $0,130 \pm 0,036$  mgEC/g.MS). Le potentiel antiradicalaire de la poudre des noyaux des dattes évalué par le test DPPH est exprimé par une concentration effectrice (EC50) de 0,042mg/ml. Quant aux résultats du volet in vivo, les rats d'insulino-résistance qui ont reçu le décocté des noyaux de dattes, ont présenté un pouvoir de prévenir l'altération de la tolérance au glucose en addition.

**Mots clés :** *Phoenix dactylifera* L, noyaux de dattes, Taqerbucht, DPPH, insulino-résistance.

### Abstract

This work aims at the valorization of the date kernels of the date palm *Phoenix dactylifera* L. of the cultivar "Taqerbucht" of the region of Adrar, by physico-chemical analyses, qualitative and quantitative analyzes of secondary metabolites, the antioxidant activity and their effects on an animal model of insulin resistance. The analyzes of the primary metabolites revealed levels of 13,60%, 1,82% and 5,2%, 0,17 mg/g and 2mg/g of total sugars, proteins, lipids, sodium and potassium respectively. During the quantitative analyzes of polyphenols, flavonoids and condensed tannins, appreciable levels were noted respectively ( $2,52 \pm 0,042$  mg EAG/g DM,  $1,39 \pm 0,020$  mg EC/g DM,  $0,130 \pm 0,036$  mgEC/ gDM). The anti-radical potential of the date stone powder evaluated by the DPPH test is expressed by an effective concentration (EC50) of 0,042 mg/ml. As for the results of the in vivo component, the insulin-resistant rats which received the decoction of the date stones, showed a power to prevent the alteration of glucose tolerance in addition.

**Keywords:** *Phoenix dactylifera* L, date karnels, Taqerbucht, DPPH, insulin resistance.