

Université Mohamed Khider Biskra

Faculté des sciences exactes et sciences de la nature et de la vie

Département des sciences agronomique



MÉMOIRE DE MASTER

Domaine : Sciences de la nature et de la vie

Filière : Sciences agronomiques

Spécialité : Qualité et métrologie appliquée à l'agronomie

Réf : /

Présenté et soutenu par :
BENALI Maroua

Le :

Étude Phytochimique des noyaux de quelques variétés de dattes en vue de leur valorisation

Jury :

M. DJEKIREF L	Université de Biskra	Président
M. ABDELLAOUI I	Université de Biskra	Examineur
Mme. BOUKHALFA Hassina Hafida	Pr. Université de Biskra	Encadrante
Mme. BENOAMANE Ourida	Dr. CRSTRA	Co-encadrante

Année universitaire : 2023- 2024

Remerciement

En préambule à ce mémoire, je tiens à remercier le bon Dieu Tout Puissant de m'avoir offert l'opportunité de franchir ce stade de savoir, et de m'avoir donné le courage et la patience de réaliser ce modeste travail.

Je tiens à remercier mon **Encadrante Pr. BOUKHALFA Hassina Hafida** pour ses conseils éclairés et son soutien constant tout au long de cette expérience je vous remercie également pour votre patience et votre bienveillance.

Je tiens à remercier **ma Co-Encadrante Dr. BENOUMENE Ourida**, pour la confiance qu'elle a bien voulu m'accorder en acceptant d'accomplir cet humble travail.

Mes remerciements également à **Dr. BOUZIDI Narimene** et **Dr. AXAA Abd El Rahman** pour leurs judicieux conseils et leurs orientations pour la réalisation de ce travail. Un très précieux merci à vous pour votre participation avec moi au travail quotidien du laboratoire, j'apprécie profondément votre soutien tout au long de mes travaux.

Je ne manquerai pas non plus de dire un grand merci aux membres du jury qui ont bien voulu accepter d'évaluer mon travail.

J'adresse aussi mes sincères remerciements aux enseignants qui m'ont éduqué et formé depuis mes premiers pas à l'école primaire jusqu'à ce jour de soutenance.

Dédicace

Je dédie mon travail à l'amour de ma vie mes parents : la source de tendresse.

Ma mère, ma très chère personne, le symbole du bonheur, qui m'a soutenu toujours, qui a éclairé ma route avec ses prières. Merci pour tout ce que vous avez fait pour moi.

Mon père, L'homme de ma vie, le dévouement et le respect qui m'a constamment soutenu tout au long de mes études. Que Dieu vous protège et te garde pour moi.

*Je dédie ce travail aussi à mes frères et sœurs à ma copine **Roufia** qui n'a pas hésité à m'offrir des moments d'encouragement dans les temps difficiles.*

*À mes exceptionnels : **Issam, Seif, Khaled, Amani** merci pour le soutien moral, vos conseils précieux. Vos encouragements m'ont aidé à garder le cap et à continuer à avancer, même lorsque le travail semblait difficile.*

À toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

À VOUS TOUS, SI CHERS A MON CŒUR



Table des matières

Remerciement	
Dédicace	
Table des matières	
Liste des tableaux	
Liste des figures	
Liste des schémas	
Liste des abréviations	
Introduction	01
CHAPITRE I :	
MATERIEL ET METHODES	
1.Provenance des échantillons	07
2.Matériel végétale	07
3.Détermination du taux d'humidité	08
3.1. Mode opératoire	08
3.2. Expression des résultats	09
4.La teneur en cendre	10
4.1. Détermination de la teneur en cendres	10
5.Analyse des éléments minéraux	11
5.1. Préparation des solutions des cendres	11
5.2. Mesure de la dureté totale	12
5.3. Analyse minérale Ca ²⁺	13
6.Détermination de l'acidité titrable	14
6.1. Mode opératoire	14
6.2. Expression des résultats	14
7.Extraction et dosage des sucres réducteurs	15
7.1. Le principe	15
7.2. Mode Opératoire	16
7.2.1. Préparation des extraits	16
7.2.2. Le dosage des sucres réducteurs	16
8.Extraction et dosage des sucres totaux	17

8.1. Principe	17
8.2. Mode opératoire	18
8.3. Le dosage des sucres totaux	18
9.Préparation des extraits des noyaux de dattes	19
9.1. Méthodes d'extraction	19
10.Dosage des polyphénols totaux des noyaux de dattes	20
10.1. Principe	20
10.2. Mode opératoire	21
11.Dosage des flavonoïdes totaux des noyaux de dattes	22
11.1. Principe	22
11.2. Mode opératoire	23
12.Evaluation de l'activité antioxydante des noyaux de dattes	24
12.1. Principe	24
12.2. Mode opératoire	24
12.2.1. Préparation de la solution des extraits	24
12.2.2. Préparation de la solution DPPH (0.1mM)	24
12.2.3. Le dosage	24
12.2.4. Expression des résultats	25
13. Dosage des lipides	25
13.1. Mode opératoire	26
13.2. Expression des résultats	26
14. Le screening phytochimique	26
14.1. Criblage des tannins	27
14.2. Test d'Anthraquinones	27
14.3. Test des Quinones	27
14.4. Test des saponines	27
14.5. Criblage des terpenoïdes	27
14.6. Test de Liberman	27
14.7. Criblage des stérols insaturés	28

CHAPITRE II

RESULTATS ET DISCUSSION

15. Analyse de propriétés chimiques et physiques et phyto-chimiques	30
15.1. Humidité	30
15.2. Taux de cendres	30
15.3. L'acidité titrable	31
15.4. Teneur en matière grasse	31
15.5. Les éléments minéraux	31
15.6. Les sucres totaux et sucres réducteurs	31
15.7. Polyphénols totaux	31
15.8. Les flavonoïdes	32
15.9. Activité antioxydante (IC ₅₀ %)	32
16. Analyses statistiques des paramètres physico-chimiques phytochimique de noyaux de dattes	32
16.1 Analyse de l'ACP	32
17. Analyse en Composantes Principales des variétés	35
18. CAH : La Classification Ascendante et hiérarchique	37
19. Screening phyto-chimique des extraits de noyaux de dattes	38
19.1. Les tanins	39
19.2. L'antraquinone	39
19.3. Les quinones	40
19.4. Les saponines	40
19.5. Les terpénoïdes	41
19.6. Liberman	42
19.7. Stérols insaturés	42
Conclusion	45
Références bibliographiques	
Résumés	

Liste des tableaux

Tableau	Titre	Page
Tableau 01	Gamme étalon de glucose pour le dosage des sucres réducteurs	16
Tableau 02	Gamme étalon de glucose pour le dosage des sucres totaux	18
Tableau 03	Gamme étalon de l'acide gallique pour le dosage des polyphénols totaux	21
Tableau 04	Gamme étalon de la quercétine pour le dosage des flavonoides totaux	23
Tableau 05	Les différentes concentrations des extraits de noyaux	24
Tableau 06	Caractérisation physico-chimique et phyto-chimique des cinq variétés de noyaux de dattes étudiées	30
Tableau 07	Résultats de l'analyse en composantes principales	32
Tableau 08	Les contributions et les Cosinus carrés des paramètres (%)	33
Tableau 09	Contributions et Cosinus carrés des variétés (%)	35
Tableau 10	Matrice de corrélation entre l'ensemble des paramètres physicochimiques et phytochimiques (seuil de signification 1%)	37
Tableau 11	Résultats de la classification ascendante hiérarchique	37
Tableau 12	Résultats des tests screening phyto-chimique	38
Tableau 13	Résultats de test de saponines (indice de mousse) (mm)	10

Liste des figures

Figure	Titre	Page
Figure 01	Schémas du protocole expérimental	6
Figure 02	Carte de la nouvelle wilaya d'El Meghaier	7
Figure 03	Photos des cinq variétés de noyaux de dattes étudiés	8
Figure 04	Photo de la détermination du taux d'humidité	9
Figure 05	Les étapes de la détermination de la teneur en cendres	10
Figure 06	Photos de préparation des solutions des cendres	12
Figure 07	Les étapes d'extraction de noyaux de dattes	20
Figure 08	Cercle de corrélation des variables étudiées (F1 et F2)	34
Figure 09	Représentations des variables sur le plan factoriel (F1, F2)	35
Figure 10	Cercle de corrélation de projection variables- variétés (F1 et F2)	36
Figure 11	Dendrogramme de regroupement des 5 variétés	38
Figure 12	Illustration des résultats pour les Tanins	39
Figure 13	Illustration des résultats pour les Anthraquinones	39
Figure 14	Illustration des résultats pour les Quinones	40
Figure 15	Illustration de test des Saponines	41
Figure 16	Illustration des résultats pour le criblage des terpenoides	42
Figure 17	Illustration des résultats de test de Liberman	42
Figure 18	Illustration des résultats pour e criblage des stérols insaturés	43

Liste des schémas

Schéma	Titre	Page
Schéma n°1	Protocole expérimental pour le dosage de calcium	13
Schéma n°2	Protocole expérimental pour le dosage de magnésium	14
Schéma n°3	Protocole expérimental pour le dosage de l'acidité titrable	15
Schéma n°4	Protocole de dosage des sucres réducteurs	17
Schéma n°5	Protocole de dosage des sucres totaux	19
Schéma n°6	Protocole de dosage de polyphénols totaux	22
Schéma n°7	Protocole de dosage des flavonoïdes	23
Schéma n°8	Protocole de dosage d'activité antioxydant DPPH	25
Schéma n°9	Protocole expérimental pour le dosage des lipides	26

Liste des abréviations

°C : Degré Celsius

H : heure

Ca²⁺ : Calcium

Mg²⁺ : Magnésium

TH : dureté totale

Méq : milléquivalents

PH : Potentiel hydrogène

EDTA : éthylène diamine tétra acétique

(v-v) : volume équivalent

μl : microlitre

ml : millilitre

mg ; milligramme

ED : eau distillée

EAG : équivalent d'acide gallique

g : gramme

EXT : extrait

MS : matière sèche

EQ : équivalent de quercétine

min : minute

nm : Nanomètre

T : Température

AlCl₃ : trichlorure d'aluminium

OH : groupe hydroxyle

DPPH : 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyle

C₂ : concentration finale

mM : millimole

IC₅₀ : concentration inhibitrice 50%

DNS : acide dinitro-3,5 salicyque

N : Normalité

Introduction

Introduction

La culture du palmier dattier (*Phoenix dactylifera L.*) est une pratique très ancienne et considérée comme l'un des secteurs agronomiques les plus importants en Algérie, la région d'Oued Righ, comprenant Djamâa et Oued Souf, est parmi les zones leader dans ce domaine où on trouve les jardins de palmiers en cuvettes creusées dans le sable et les racines des palmiers sont directement en contact avec la nappe aquifère. Cette région est un pôle important de production des dattes à l'échelle nationale, elle représente 44,44 % de la surface phoenicicole de la région avec une densité de plantation moyenne de 103 palmiers à l'hectare entre palmiers productifs et les palmiers totaux (**Besbes et al, 2004**). En termes d'importance socio-écologique, cette culture joue un rôle crucial dans la vie économique et sociale des populations de ces régions arides (**Saker et Daddi Bouhoun, 2007**)

Les déchets issus de la culture et de la récolte des dattes sont des sous-produits abondants dans les oasis telles que les palmes sèches, les spadices, les pétioles, les rejets aériens, lifs et les régimes vides peuvent être utilisés dans diverses applications telles que la production de produits agricoles, de biocarburants, de produits de consommation, et aussi pour la régénération d'énergie (**Haj-Amoret al, 2020**). Les feuilles et les tiges peuvent être utilisées pour produire du charbon actif, les graines du palmier sont utilisées pour produire des pâtes, des confitures, des crèmes et des farines. En utilisent aussi les fibres du palmier pour produire des textiles, tels que des tissus, des cordes, des sacs, les déchets peuvent aussi être utilisés pour produire des matériaux de construction, tels que des bétons allégés, des isolants thermiques, et des renforts dans des matières données (**Lecheb, 2010 ; Al-Farsi et Lee., 2012 ; Laidi et Dahani, 2022**)

Le compostage est important dans la valorisation des déchets agricoles car il permet de réduire les quantités de déchets en mer et en terre, ainsi que de diminuer les émissions de gaz à effet de serre (**Masse et al, 2017**). Les noyaux de fruits, légumes et graines contiennent des nutriments et molécules utiles qui peuvent être utilisés de différentes manières, par exemple, les noyaux d'olives peuvent être transformés en un matériau durable appelé "Koukoutsu" qui est utilisé dans la fabrication de meubles (**Grigoraş, 2012**). Les farines de noyaux d'olives sont une alternative abordable et nutritive pour l'alimentation animale. Enfin, sont utilisées comme alternative écologique aux micro-plastiques dans la fabrication de produits cosmétiques et ménagers. Elles sont solides, stables et uniformes, ce qui les rend idéales pour les applications abrasives et d'usure telles que les exfoliants et les pâtes pour le lavage des mains. (**Roussas et al., 2009**).

D'autre exemple sur la valorisation, Les noyaux d'abricot ont plusieurs utilisations pratiques et écologiques. Ils peuvent être utilisés comme poids de cuisson pour éviter que la pâte à tarte ne

se déforme pendant la cuisson, ces graines peuvent aussi servir d'alternative abordable et éco-responsable aux billes d'argile traditionnellement utilisées pour le drainage dans les pots de plantes. Ils permettent un drainage efficace de l'eau, évitant que les racines ne pourrissent (**Moussa, 2015**). De plus, peuvent être utilisés pour produire une huile végétale comestible, cette huile est idéale pour adoucir et assouplir la peau, notamment mature (**Benhabib et Ramdani, 2021**)

Concernant les noyaux de dattes sont des éléments naturels issus des dattes, son l'huile largement utilisés dans l'industrie cosmétique (crème hydratante) pour leurs propriétés exfoliantes et nourrissantes (**Lecheb, 2010**). Ils peuvent être incorporés dans des formulations du savon (**Ouahab et Abbane., 2023**) les gommages et les masques, en respectant les dosages recommandés (**Boudebza et Ouchtati. 2018**).

Cependant, ils ont également d'autres utilisations et peuvent être valorisés dans divers domaines, comme la production de biocarburants (le biogaz ou le bioéthanol), le compostage pour la production d'engrais naturels qui améliorent la qualité des sols. Ces noyaux contiennent également des molécules antioxydantes et des composés bioactifs, tels que des protéines, lipides, fibres, minéraux et vitamines, qui sont utilisés dans la production de produits alimentaire, et pharmaceutique (**Benchmark, 2023**), que les graines de dattes iraniennes sont de puissants piègeurs de radicaux et peuvent être considérées comme une bonne source d'antioxydants naturels à des fins médicinales et commerciales (**Ardekani et al., 2010**).

Dans le domaine de la production de café, les noyaux de dattes peuvent être torréfiés et moulus pour créer un café équitable et éco-friendly, offrant des bienfaits pour la santé, tels que l'aide à réduire le stress et les problèmes cardiovasculaires (**Oda et al., 2015**). Ces noyaux peuvent également être utilisés pour produire des farines nutritionnelles adaptées à des régimes spécifiques, comme ceux destinés aux malades cœliaques, offrant des avantages nutritionnels intéressants (**Kemassi et al., 2018**).

De plus, ces graines peuvent être valorisées dans le domaine de la purification des eaux, où ils sont utilisés pour éliminer les impuretés par adsorption, démontrant ainsi leur potentiel dans le traitement des eaux (**Khenchelaoui, 2021**).

Les graines de dattes ont, traditionnellement, été utilisées comme aliment pour les animaux ou transformées en un substitut de café sans caféine, commercialisé par les Arabes sous forme naturelle ou mélangée à du café (**Abdul Afiq et al., 2013**). Cette utilisation ancestrale des graines de dattes a évolué pour démontrer un potentiel bénéfique sur les valeurs biochimiques

sériques, le niveau de testostérone et le statut antioxydant dans les testicules (**Orabi et Shawky., 2014**).

Considérées comme une source excellente d'ingrédients alimentaires avec une fonctionnalité technologique intéressante, les graines de dattes peuvent également être utilisées dans des préparations médicinales en tant qu'une source importante d'huile. Leur utilisation en médecine traditionnelle pour traiter diverses affections a montré des effets bénéfiques, tels que la réduction du risque de cancer et de maladies cardiovasculaires, ainsi que l'amélioration de la fonctionnalité et de l'intégrité du système immunitaire (**Metoui et al., 2019**).

Les études ont révélé que les graines de dattes contiennent une variété de substances phytochimiques et de minéraux essentiels comme le potassium et le calcium, leur conférant la capacité d'agir comme tampons efficaces contre les radicaux libres. Ces propriétés font des graines de dattes des candidats intéressants sur le plan thérapeutique, comme le confirme leur utilisation traditionnelle (**Adeosun et al., 2016**).

Dans ce contexte, et afin de lever l'ambiguïté sur cet aspect, nous nous sommes intéressés à étudier dans quelle mesure les propriétés physico-chimiques (teneur en eau, teneur en cendres, en éléments minéraux, l'acidité titrable et matière grasse), phyto-chimiques (teneur polyphénols, teneur flavonoïdes, la capacité antioxydants DPPH, et le screening phytochimiques) et biochimique (sucres réducteurs et sucres totaux) des noyaux de cinq variétés de dattes de différentes consistances à savoir, Omrane, Tinicine, Takerbouchet, Tantbouchet, et Arehti, dont le but est de les valoriser dans plusieurs domaines et de transformer ces noyaux en produits de valeur ajoutée tels que cosmétique, pharmaceutique, l'environnement, l'huile, le charbon actif et les dérivés alimentaires qui pourraient être commercialisés pour générer des revenus supplémentaires pour les producteurs de dattes.

Chapitre I :

Matériel et méthodes

Cette étude a été réalisée au niveau des laboratoires de Recherche de la Division Phoeniculteur, Biotechnologie et Valorisation des produits et sous-produits du palmier dattier et le Centre de Recherche Scientifique et Technique sur les Régions Arides « CRSTRA » Biskra.

L'objectif de cette étude est de caractériser les noyaux de quelques variétés de dattes sur le plan phytochimique, physicochimique et biochimique afin de mieux comprendre leur composition et leurs propriétés. En analysant des aspects tels que la teneur en eau, la teneur en cendres, les éléments minéraux, l'acidité titrable, la matière grasse, ainsi que les sucres réducteurs et les sucres totaux, cette recherche vise à déterminer les potentielles applications et valorisations des noyaux de dattes. Cela pourrait inclure leur utilisation dans l'industrie alimentaire, pharmaceutique ou cosmétique, contribuant ainsi à une meilleure utilisation des ressources et à la réduction des déchets.

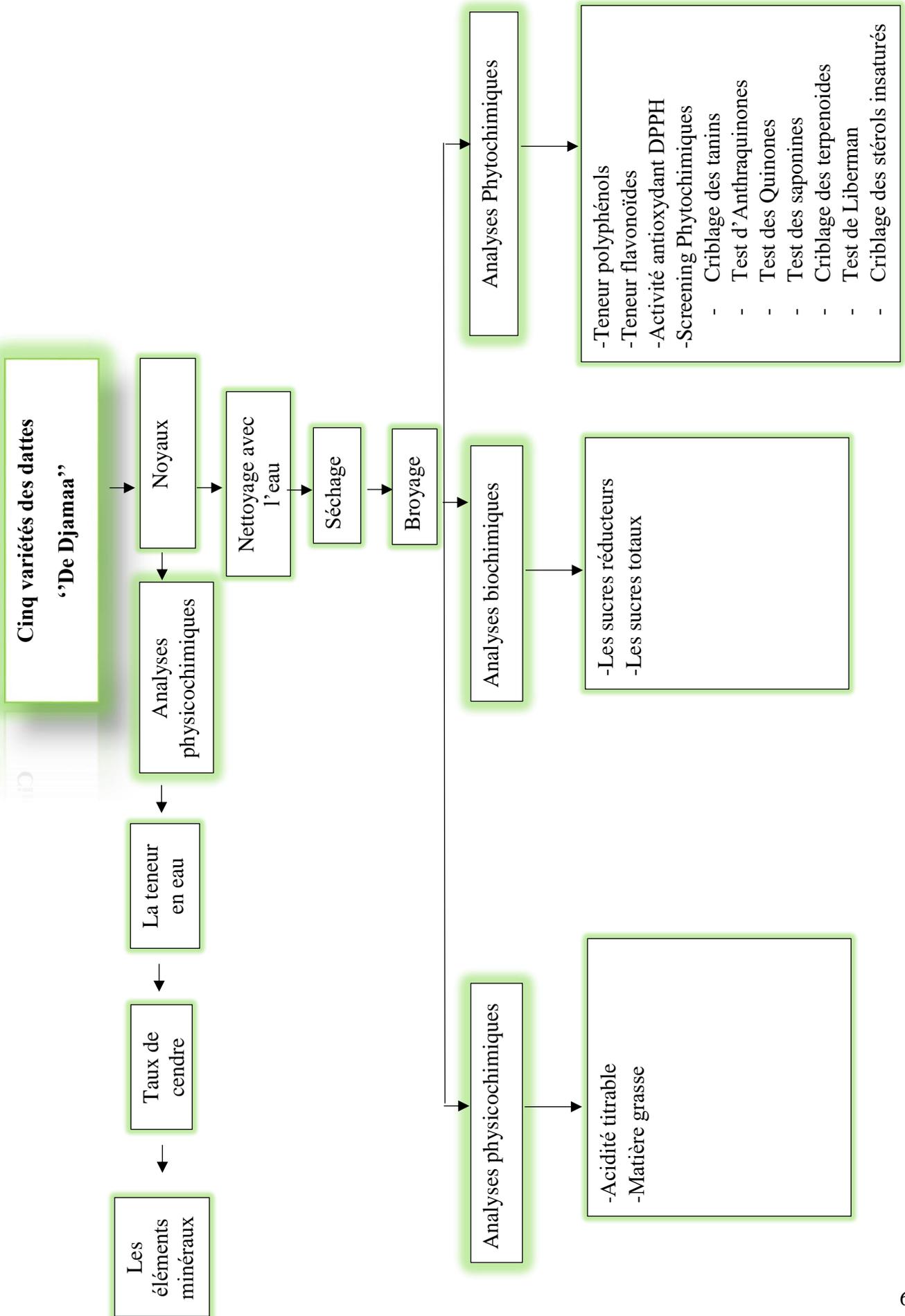


Figure 01 : Schémas du protocole expérimental

1. Provenance des échantillons

Le présent travail a comme objectif d'étudier la phytochimie des noyaux de cinq variétés rares de dattes provenant de la région de Djamaa, désormais rattachée à la wilaya d'El Meghaier. Elle est située dans la partie sud de l'Atlas du Sahara algérien. Sa population est estimée à 89880 habitants répartie sur une superficie de 3 442 km². (BD-City, 2024). Cette région est caractérisée par un climat désertique sec et chaud, ainsi qu'un sol fertile permettant une bonne croissance des palmiers. Elle est célèbre pour produire de grandes quantités de dattes de haute qualité qui sont vendues localement et exportées à l'étranger (Belaroussi, 2019).



Figure 02 : Carte de la nouvelle wilaya d'El Meghaier

2. Matériel végétal

Cinq variétés rares de dattes dont leurs noyaux ont été sélectionnés pour notre étude à savoir Omrane "Om", Arechti "Arch", Takerbouchet "Tgrb", Tantbouchet "Tnt", Tinicine "Tnc". Ces variétés ont été récoltées à pleine maturité en mois de Novembre 2024 dans la région de Djamaa. Elles ont été conservées dans le réfrigérateur à une température + 4°C, chaque variété de noyau a été séparée du fruit d'une manière individuelle à l'aide d'un couteau, le choix de ces variétés est justifié par leur disponibilité chez l'agriculteur.

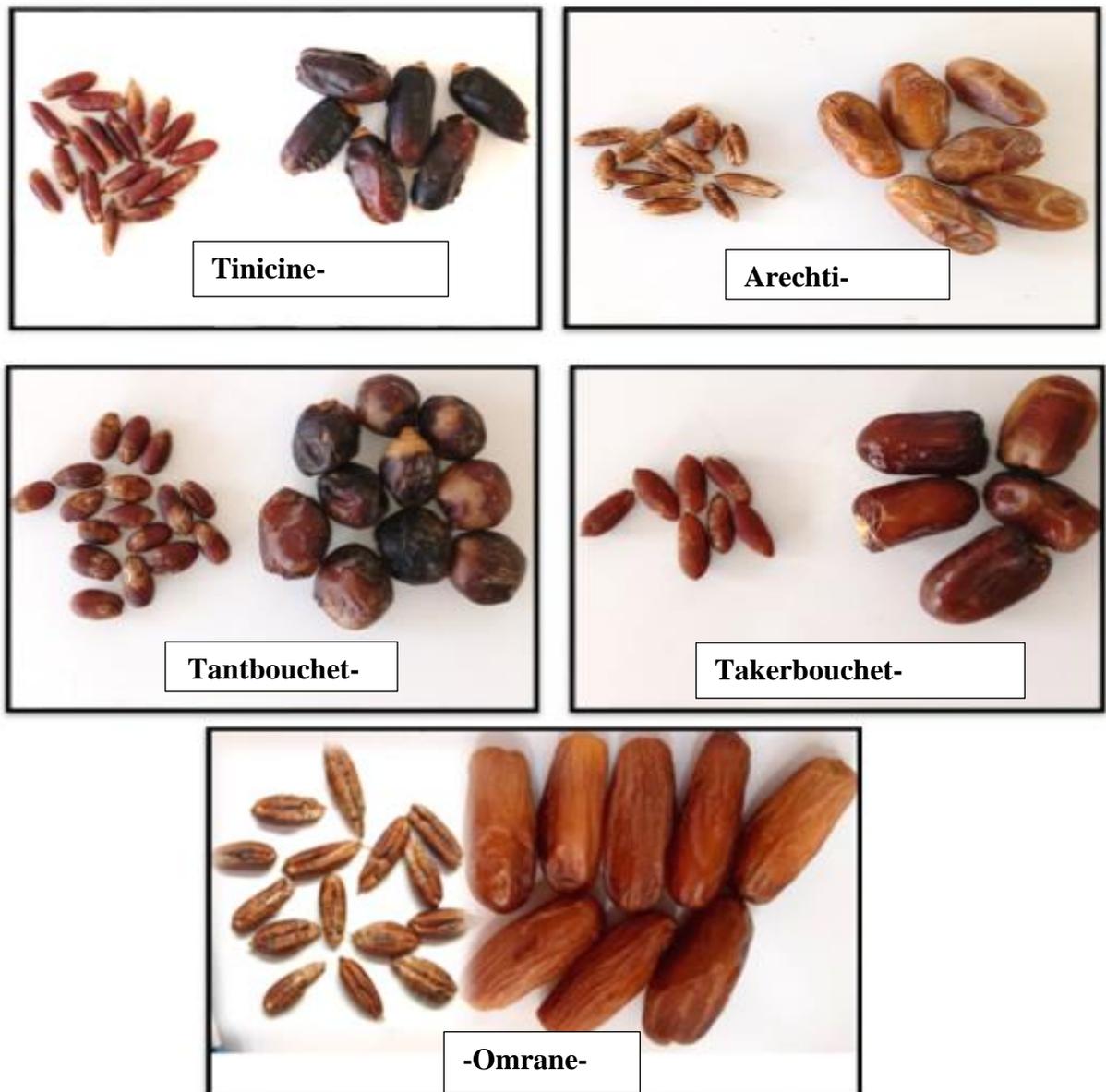


Figure 03 : Photos des cinq variétés de noyaux de dattes étudiés

3. Détermination du taux d'humidité

La quantification de l'humidité est importante pour l'estimation de la teneur en eau des noyaux de dattes (Bara, 2020).

3.1. Mode opératoire

Pour évaluer la teneur en eau dans chaque variété de noyaux de dattes ; on mesure les creusets vides, puis on pèse 1 g d'échantillon dans chaque creuset et on les mit dans l'étuve réglée à 60°C pendant 3 heures. Enfin, on les mit dans le dessiccateur pendant 10 minutes, après on les pèse après refroidissement.

3.2. Expression des résultats

La teneur en eau est calculée comme dans l'équation ci-dessous.

$$H\% = \frac{m_1 - m_2}{P} \times 100$$

Où :

H%: Teneur en eau ou humidité

m_1 : la Masse de noyau frais + capsule (g)

m_2 : la Masse de noyau + capsule après séchage (g)

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

La teneur en matière sèche se déduit facilement par différence

Matière sèche % = 100% - Humidité% (Daddi Oubekka et al., 2017).

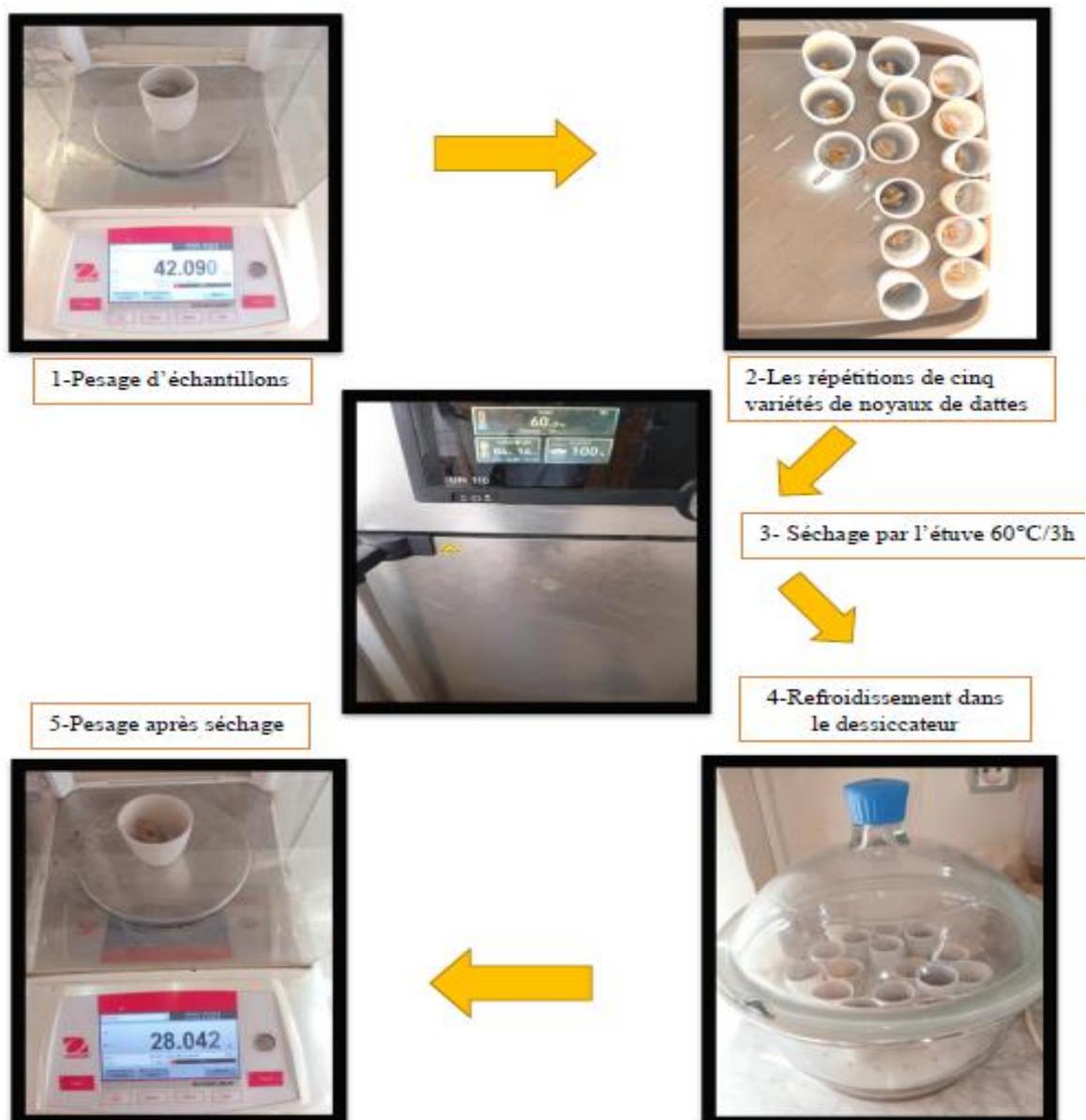


Figure 04 : Photos de la détermination du taux d'humidité

4. La teneur en cendre

4.1. Détermination de la teneur en cendres

Les cendres sont le résidu minéral qui reste après combustion dans des conditions spécifiques. Un gramme de noyaux de dattes préalablement incinéré à 600°C, dans un four à moufle pendant 4 heures. Le récipient renferme des résidus carbonisés sont refroidis dans un dessiccateur puis pesés. (Metoui et al., 2018).

La teneur en cendres est calculée selon la formule suivante :

$$MO\% = m_1 - m_2 / P \times 100$$

Où:

MO% : la matière organique en pourcentage

m_1 : la masse du creuset avec la prise d'essai (g)

m_2 : la masse du creuset avec les cendres (g)

P: masse de la prise d'essai (g)

On déduit donc le pourcentage en cendres :

$$Cendres \% = 100 - MO\%$$

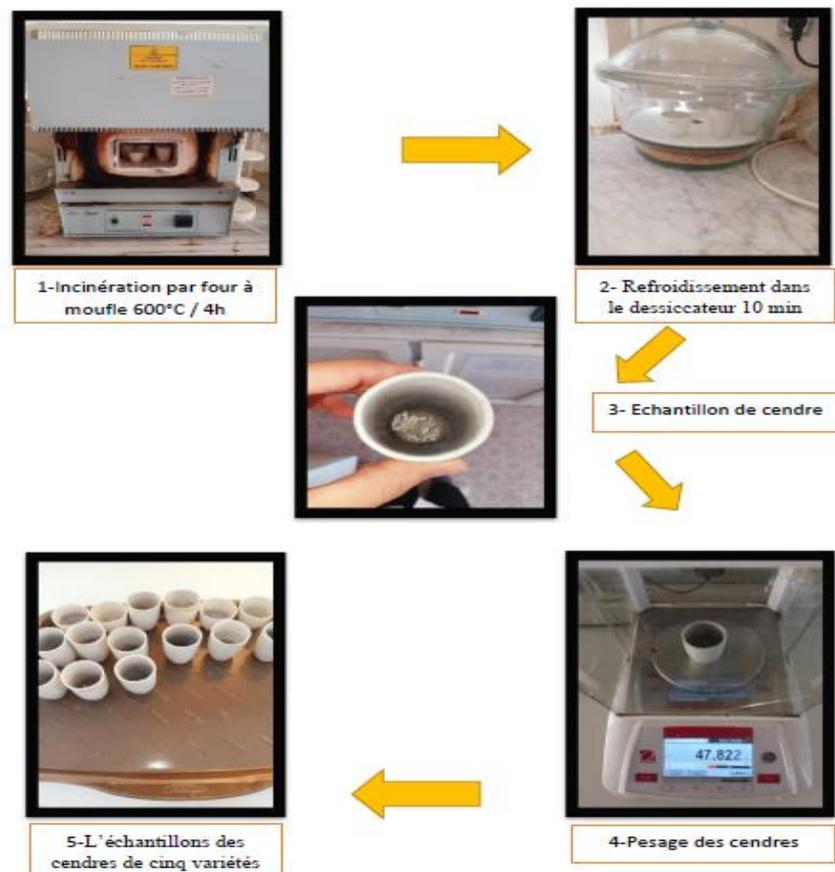


Figure 05 : Les étapes de la détermination de la teneur en cendres

5. Analyse des éléments minéraux

En absorption atomique, la concentration est déterminée en mesurant l'absorption de la lumière par les atomes de l'élément lorsqu'ils sont éclairés par une source lumineuse appropriée. La mesure de l'intensité lumineuse est effectuée à une longueur d'onde spécifique de l'élément à doser.

5.1. Préparation des solutions des cendres

Dans des tubes à essai, on dissout les cendres obtenues de chaque variété dans 5 ml d'acide chlorhydrique (**HCl**), puis on ajoute avec précaution 10 ml d'eau distillée. On chauffe quelques minutes au bain-marie jusqu'à l'ébullition et la dissoute complète des cendres.

Ensuite, On verse quantitativement les solutions dans des fioles jaugées de 100 ml (en utilisant un papier Whatman et un entonnoir pour filtrer la solution), puis on complète à 100 ml avec de l'eau distillée. À partir de ces solutions, nous avons effectué le dosage du sodium (Na^+) et du potassium (K^+) par Spectrophotométrie d'Absorption Atomique (**Bouhlali et al., 2017 ; Nehdi et al., 2010**).



Figure 06 : Photos de préparation des solutions des cendres

5.2. Mesure de la dureté totale

Pour chaque variété on met 50 ml de l'échantillon (solution de cendres préalablement préparées) dans un erlenmeyer de 250 ml. On ajoute 4 ml de solution tampon pH=10. On Ajoute quelques gouttes d'indicateur NET. Sous agitation, on ajoute lentement l'EDTA (0,02 N) jusqu'à ce que la couleur vire du violet au couleur bleue.

La formule pour calculer la dureté totale en calcium est :

$$TH = (V_{EDTA} \times N_{EDTA} \times 1000) / \text{volume de la prise d'essai en méq/litre}$$

5.3. Analyse minérale Ca^{2+}

Pour chaque variété : Prenez un erlenmeyer de 250 ml. Versez 50 ml d'échantillon (solution des cendres préalablement préparée). Ajoutez ensuite 2 ml de solution de NaOH (2N) ainsi qu'une petite pincée de l'indicateur de couleur murexide, titrez avec l'EDTA (0,02N) avec agitation jusqu'à virage de la couleur rose au violet.

-Le calcul de la concentration de Ca^{2+}

$$\text{Ca}^{2+} = \frac{(V_{\text{EDTA}} \times N_{\text{EDTA}} \times 100)}{\text{volume de la prise d'essai en méq/litre}}$$

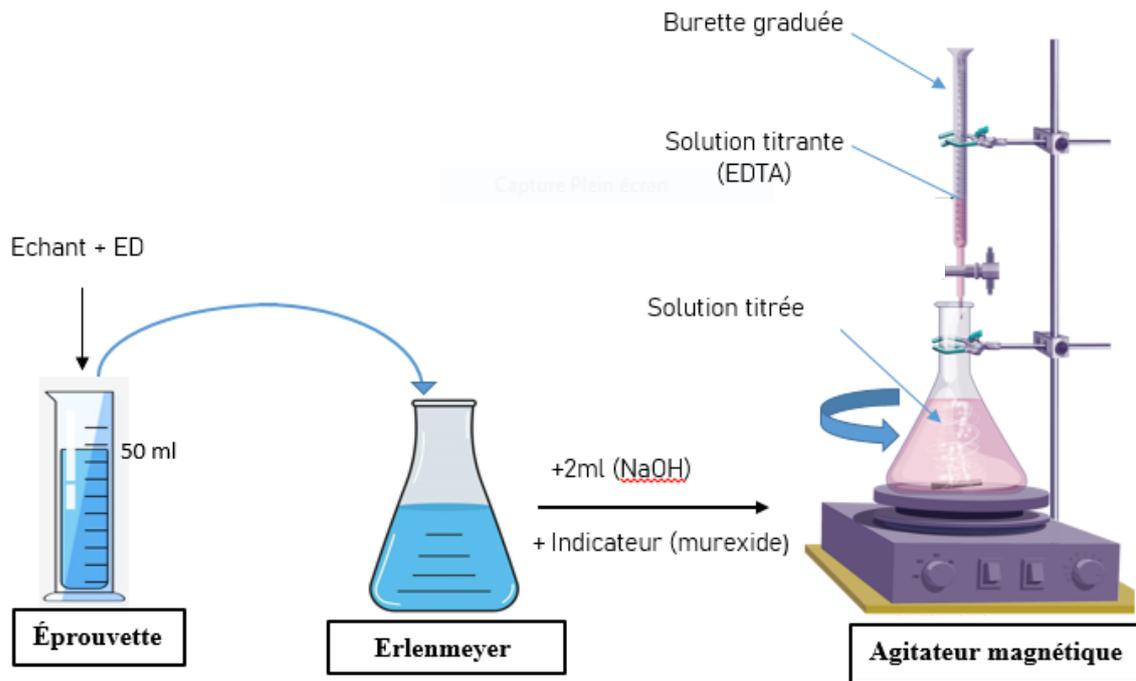


Schéma n°1 : Protocole expérimental pour le dosage de calcium (original, 2024)

-Le calcul de la concentration de Mg^{2+}

La concentration de Mg^{2+} est calculée selon la formule suivante d'après (Fafi, 2023).

$$\text{Mg}^{2+} = \text{TH} - \text{Ca}^{2+}$$

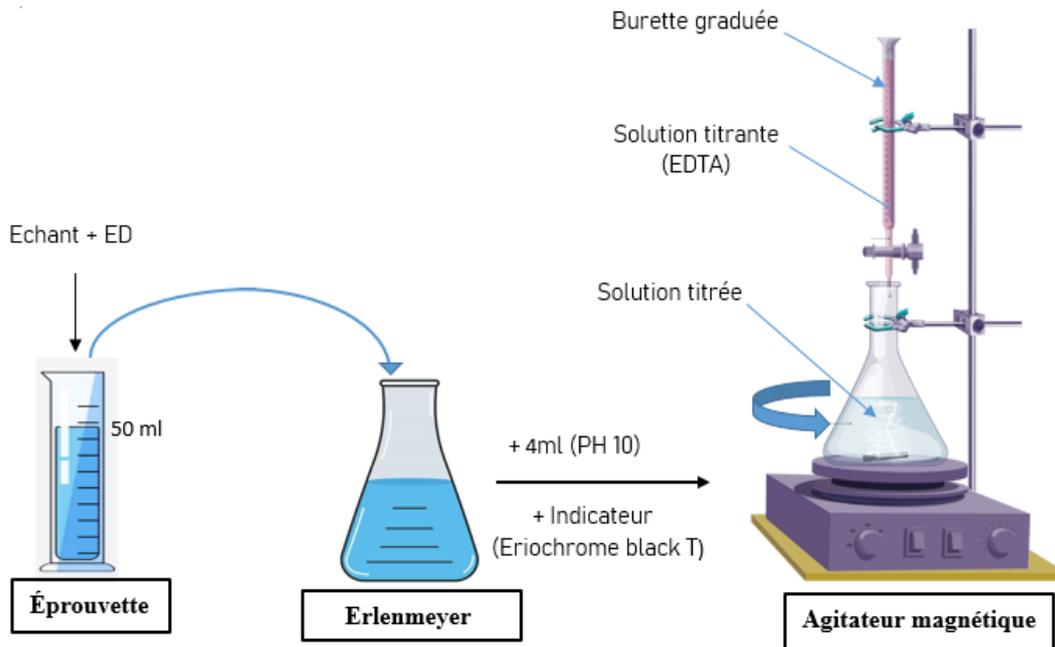


Schéma n°2 : Protocole expérimental pour le dosage de magnésium (original, 2024)

6. Détermination de l'acidité titrable

La détermination de l'acidité titrable implique le titrage de la solution d'échantillon de noyau de datte avec une solution contenant de l'hydroxyde de sodium. L'acidité est mesurée en utilisant la phénolphthaléine comme indicateur (**Kaanin et Harfi., 2012 ; Cheikhi et al., 2018**).

6.1. Mode opératoire

1g de noyaux de dattes broyés est pesé dans un bécher, on ajoute ensuite 100 ml (ED). Le mélange est ensuite porté en agitation sur une plaque chauffante pendant 30 minutes à 60°C, jusqu'à ce qu'il soit homogène.

Pour donner suite au processus de refroidissement, la solution est passée au travers d'un système de filtration, puis transférée dans une fiole jaugée d'un volume de 250 ml. Par la suite, on ajuste par l'eau distillée jusqu'à le trait de jauge.

Pour la mesure, 25 ml du filtrat sont prélevés, puis des gouttes de phénolphthaléine (**300 µL**) sont ajoutées tout en agitant, et le titrage est effectué avec la solution de l'hydroxyde de sodium (**NaOH 0.1N**) jusqu'à ce qu'une couleur rose persistante se forme pendant 30 secondes. Pour chaque variété, deux répétitions doivent être réalisées. (**Kaanin et Harfi., 2012 ; Tambou et Abdallah., 2023**).

6.2 . Expression des résultats

L'acidité titrable est exprimée selon la formule suivante :

$$A\% = \frac{250 \times V1 \times 100}{V0 \times M \times 10} * 0.07$$

Soit:

M: la Masse de produit prélevé (g).

V0: le volume de la prise d'essai (ml).

V1: le volume de la solution d'hydroxyde de sodium en (ml) à (0,1 N).

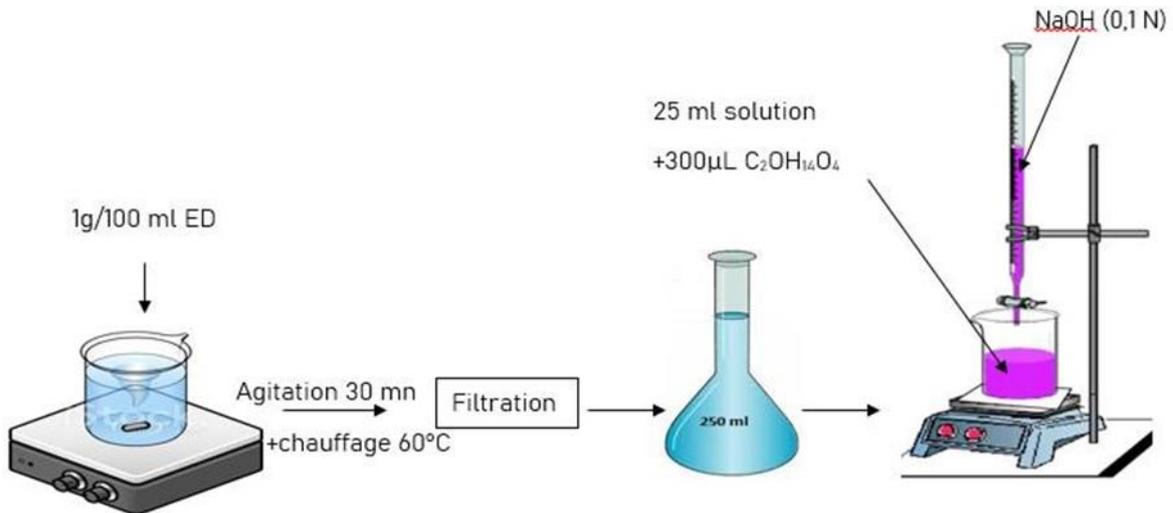


Schéma n°3 : Protocole expérimental pour le dosage de l'acidité titrable (original, 2024)

7. Extraction et dosage des sucres réducteurs

Les sucres réducteurs sont des glucides simples qui peuvent agir comme donneurs d'électrons dans des réactions de nature oxydo-réductrice. Ils sont constitués, entre autres, de glucose, fructose et maltose et possèdent un groupe fonctionnel aldéhyde. Ce groupe leur confère la capacité de réduire d'autres composés chimiques en donnant un électron dans une réaction de type oxydation.

7.1. Le principe

Les sucres réducteurs peuvent être quantifiés par une méthode colorimétrique associée à l'utilisation d'un réactif appelé DNS (Acide di nitro-3,5 salicylique). En effet, en présence des sucres réducteurs, ce réactif donne lieu à une coloration orangée dont l'intensité est directement proportionnelle à la concentration des sucres. Ainsi, cette méthode colorimétrique permet de mesurer de manière quantitative les sucres réducteurs présents dans une solution. (Teixeira et al., 2012).

7.2. Mode Opérateur

7.2.1. Préparation des extraits

Pour extraire les sucres contenus dans les noyaux de cinq variétés de dattes, on commence par peser 1 g de poudre de noyaux qui sont ensuite mélangés avec 50 ml ED. Ce mélange est ensuite agité pendant 30 minutes à 60°C avant d'être soumis à une filtration. Ceci permet d'obtenir une solution à une concentration de 20 mg/ml. Cette solution mère est utilisée pour préparer une dilution dont la concentration est de 0,4 mg/ml, sauf en ce qui concerne la variété "Tgrb" où cette concentration est 0.8 mg/ml.

7.2.2. Le dosage des sucres réducteurs :

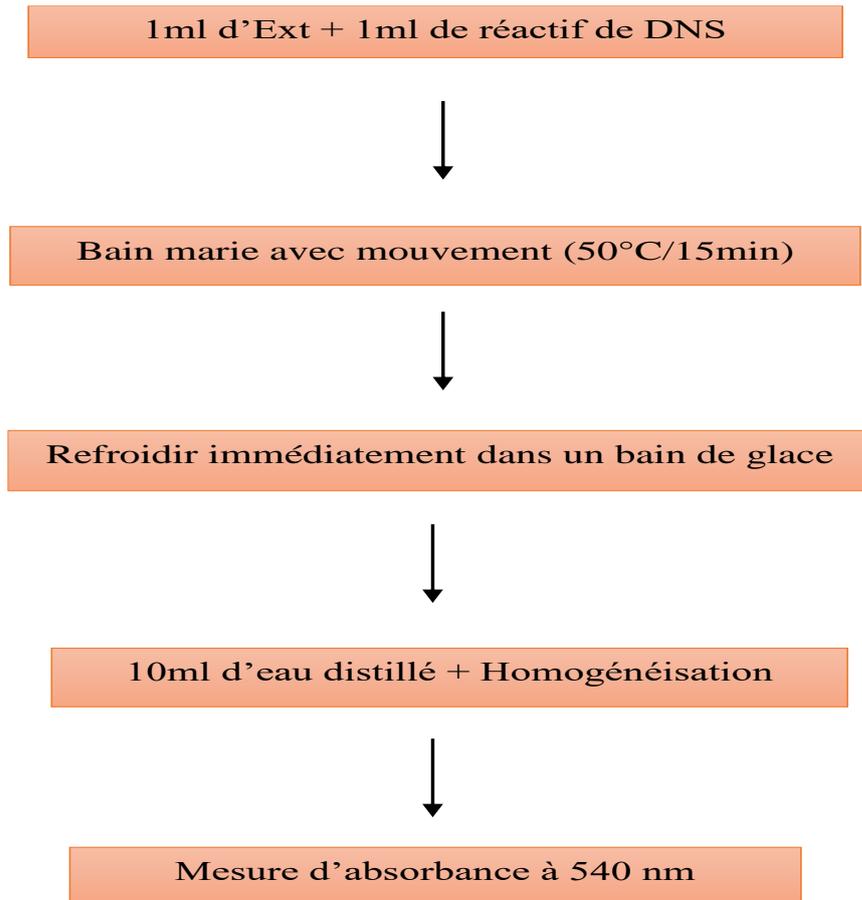
Tableau 01: Gamme étalon de glucose pour le dosage des sucres réducteurs

Tubes	Blanc	1	2	3	4	5
Solution mère de glucose (mL)	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1
Eau distillée (mL)	1	0,8	0,6	0,4	0,2	0
C ₂	0	0,4	0,8	1,2	1,6	2

Il convient d'ajouter dans chaque tube à essai 1 ml d'extrait ou de solution de glucose, avec 1 ml du réactif de DNS (Acide di-nitro-3,5 salicylique), on chauffe à 50°C pendant 15 min dans un bain marie avec agitation puis les refroidir immédiatement dans un bain de glace pour arrêter la réaction. Enfin, 10 ml d'eau distillée doivent être ajoutés dans chaque tube et leur contenu doit être soigneusement homogénéisé, l'absorbance est mesurée à une longueur d'onde de 540 nm.

Ce réactif est préparé en mélangeant du DNS à 5 g dans 100 ml de NaOH (2M) en ébullition et en agitation. Après dissolution de 150 g de tartrate double de sodium et de potassium dans 250 mL d'eau distillée chauffée à 80°C, cette solution doit être ajoutée à la première et le mélange doit être complété jusqu'à 500 ml avec de l'eau distillée. Il est important de conserver ce réactif à l'abri de la lumière (El Faiz et al., 2022).

La concentration en sucre réducteur est déterminée en se référant à la courbe d'étalonnage obtenue en utilisant le glucose comme standard. (Voir tableau n°1)



Schémas n°4 : Protocole de dosage des sucres réducteurs

8. Extraction et dosage des sucres totaux

Le dosage des sucres totaux de cinq variétés des noyaux des dattes est réalisé par la méthode citée par **Khali et al, (2014)** avec légère modification

8.1. Principe

Les glucides en milieu acide et à haute température subissent une réaction de déshydratation qui entraîne la formation de dérivés du furfural. Ces derniers ont une forte tendance à réagir avec le phénol et conduisent à une coloration jaune-rouge caractéristique (par exemple, le glucose donne de l'hydroxyfurfural).

Les sucres totaux, y compris les sucres simples, les sucres complexes et les polyols, sont extraits avec de l'eau distillée. La présence de ces sucres se manifeste par une coloration jaune-rouge dont l'intensité est proportionnelle à leur concentration. L'absorbance de la solution est mesurée à une longueur d'onde de 490 nm à l'aide d'un spectrophotomètre.

8.2. Mode opératoire

Après avoir préparé les solutions à une concentration de [20 mg/ml], on effectue une dilution pour obtenir une concentration fille de [0,2 mg/ml].

8.3. Le dosage des sucres totaux

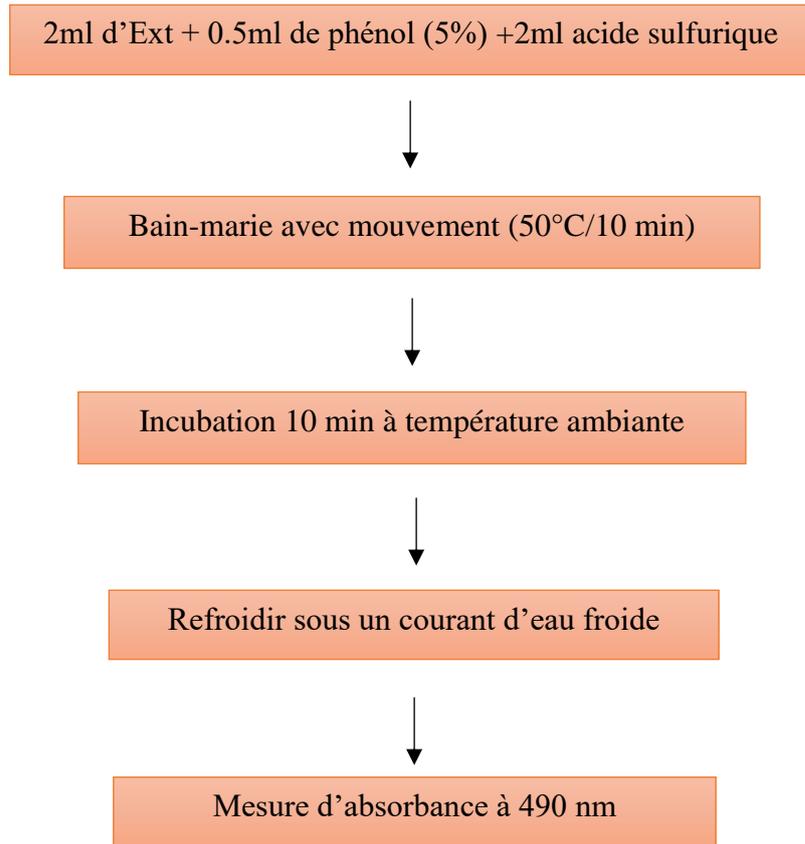
Tableau 02 : Gamme étalon de glucose pour le dosage des sucres totaux

Tubes	Blanc	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Solution mère de glucose (ml)	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1	1,2	1,4	1,6	1,8
Eau distillée (ml)	2	1,8	1,6	1,4	1,2	1	0,8	0,6	0,4	0,2
C ₂	0	0,05	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4	0,45

Pour doser les sucres totaux, les tubes à essai doivent contenir 2 ml d'extrait ou de solution de glucose, auxquels sont ensuite ajoutés 0,5 ml de phénol (5 %) et 2 ml d'acide sulfurique concentré. Le mélange est ensuite chauffé à 50°C pendant 10 min et agité doucement.

La réaction doit ensuite être incubée pendant 10 min à température ambiante jusqu'à l'apparition d'une coloration jaune-rouge. Elle est ensuite stoppée en la refroidissant sous un courant d'eau froide, avant de mesurer l'absorbance du mélange obtenu à 490 nm.

La concentration en sucre totaux est déterminée en se référant à la courbe d'étalonnage obtenue en utilisant le glucose comme standard (**voir tableau n°2**) (**Dubois et al., 1956 ; Amellal nee Chibane, 2008**).



Schémas n°5 : Protocole de dosage des sucres totaux

9. Préparation des extraits des noyaux de dattes

D'après le protocole établi par **Ardekani et al. (2010)** avec des légères modifications ; Les noyaux de cinq variétés de dattes ont été séparés, lavés pour se débarrasser de toute chair de datte adhérente et séchés dans l'étuve à 80 C° pendant 5 jours.

Les graines sèches de chaque variété ont été broyées séparément dans une broyeuse robuste puis conservées jusqu'à l'analyse.

9.1. Méthodes d'extraction

1g de poudre de noyau de dattes est mise en agitation avec 20mL de solvants (Méthanol- eau distillée) (v-v) avec agitation 30 min, t on les mit en centrifugation à 4000 tr/min pendant 7 min à température ambiante. Ensuite, on récupère le surnageant. On réalise deux répétitions. Enfin, on les conserve à +4 °C séparément dans des tubes à essai jaugées jusqu'à l'analyse (**Saryono et al., 2020**).



Figure 07 : Les étapes d'extraction de noyaux de dattes

10. Dosage des polyphénols totaux des noyaux de dattes

10.1. Principe

La méthode de Folin-Ciocalteu est utilisée pour déterminer les polyphénols totaux de cinq variétés par spectrophotométrie. Ce processus implique l'utilisation d'un réactif contenant de l'acide phosphotungestique (H₃PW 12 O₄₀) qui est réduit lorsque les phénols sont oxydés. Le résultat de cette réaction est un mélange d'oxydes de tungstène et de molybdène, qui apparaissent en couleur bleue (Skerget et al., 2005).

Tableau 03 : Gamme étalon de l'acide gallique pour le dosage des polyphénols totaux

Tubes	Blanc	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Solution mère (1mg/ml) De l'acide gallique (μ L)	0	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200
Eau distillée (μ L)	200	180	160	140	120	100	80	60	40	20	0
C ₂ (mg/ml)	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1

10.2. Mode opératoire

Les extraits obtenus lors de l'extraction sont à une concentration de (50 mg/ml). Pour chaque extrait de noyaux on réalise une dilution (2,5mg/ml), 0,5 ml sont mélangés avec 9,5 ml ED. Les polyphénols totaux sont quantifiés en utilisant une courbe d'étalonnage de l'acide gallique à différentes concentrations, comme mentionné dans (**le tableau n°3**). Les résultats sont exprimés en milligrammes d'équivalent acide gallique par gramme de matière sèche (**mg EAG/g MS**).

Pour mesurer les polyphénols totaux, 0,2 ml d'extrait ou de différentes concentrations d'acide gallique sont mélangés avec 1,5 ml du réactif Folin-Ciocalteu (**1/10**). Le mélange est ensuite incubé à température ambiante et à l'obscurité pendant 5 minutes. Ensuite, 1,5 ml de solution de bicarbonate de sodium (7,5 %) sont ajoutés au mélange. Après incubation à température ambiante et à l'obscurité pendant 90 min, l'absorbance est mesurée à 750 nm selon **Teow et al., (2007)**.

Les résultats de la concentration en composés phénoliques totaux sont exprimés en équivalents d'acide gallique par gramme de matière sèche (mg EAG/g MS), en utilisant une courbe d'étalonnage de l'acide gallique comme référence.

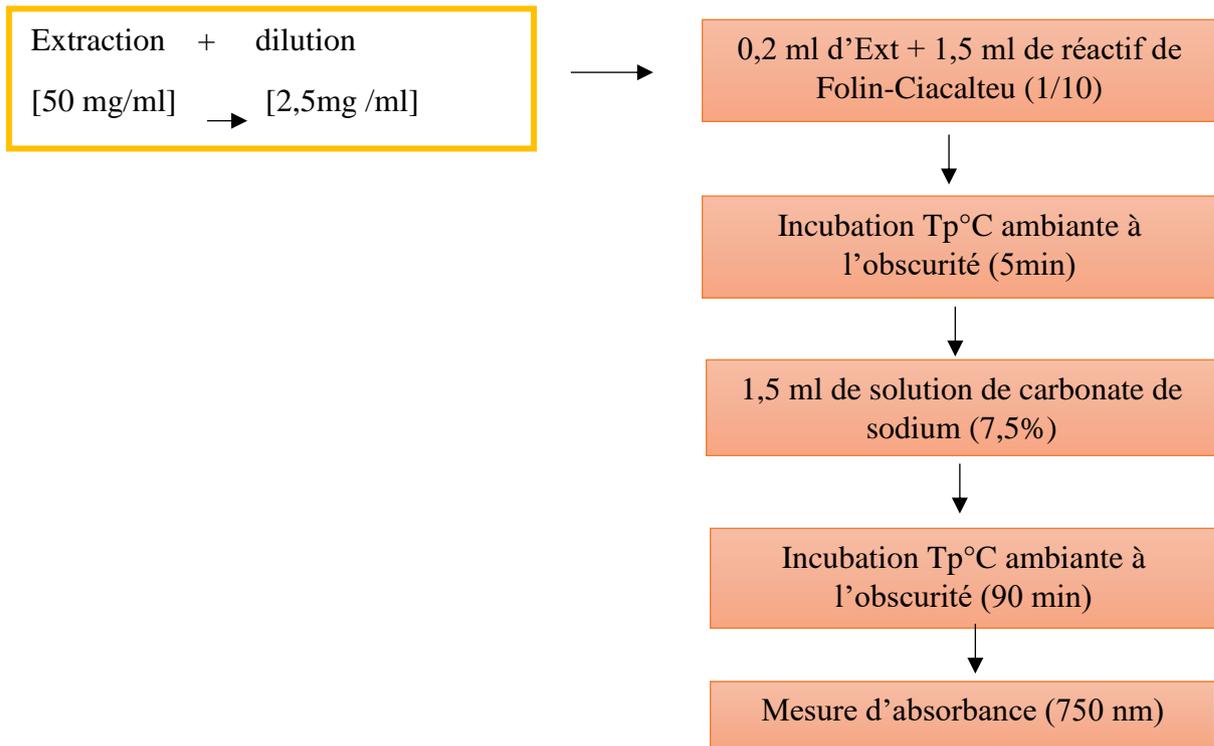


Schéma n°6 : Protocole de dosage de polyphénols totaux

11. Dosage des flavonoïdes totaux des noyaux de dattes

11.1. Principe

La méthode du trichlorure d'aluminium (AlCl_3) est employée pour évaluer quantitativement les flavonoïdes totaux contenus dans nos différents cinq extraits. Cette méthode décrite par **Gursoy., et al (2009)** avec légères modifications, repose sur la formation d'un complexe jaunâtre résultant de la chélation des métaux (Al^{+3}) présents sous forme de chlorure d'aluminium (AlCl_3) par les groupements OH. L'intensité de la coloration ainsi formée est proportionnelle au taux de flavonoïdes dans le mélange.

11.2. Mode opératoire

Tableau 04 : Gamme étalon de la quercétine pour le dosage des flavonoïdes totaux

Tubes	Blanc	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Solution mère (0,05 mg/ml) de quercétine (ml)	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1	1,2	1,4	1,6	1,8	2
Eau distillée (ml)	2	1,8	1,6	1,4	1,2	1	0,8	0,6	0,4	0,2	0
C ₂ (mg/ml)	0	0,005	0,01	0,015	0,02	0,025	0,03	0,035	0,04	0,045	0,05

Les extraits précédemment obtenus sont utilisés pendant le processus d'extraction à une concentration de (50 mg/ml), on mélange 2 ml de chaque échantillon avec 2 ml d'une solution méthanolique d'AlCl₃ (2%). Après 10 minutes d'incubation à température ambiante et à l'obscurité, l'absorbance est lue à 430 nm.

Une gamme étalon est préparée séparément avec de la quercétine, (**voir le tableau n°4**), pour calculer la concentration de flavonoïdes dans chaque extrait. La teneur en flavonoïdes est ensuite exprimée en mg d'équivalent de quercétine par gramme de matière sèche (**mg EQ / g MS**) en utilisant une courbe d'étalonnage établie avec la quercétine comme standard (**Lekbir et al., 2015**).

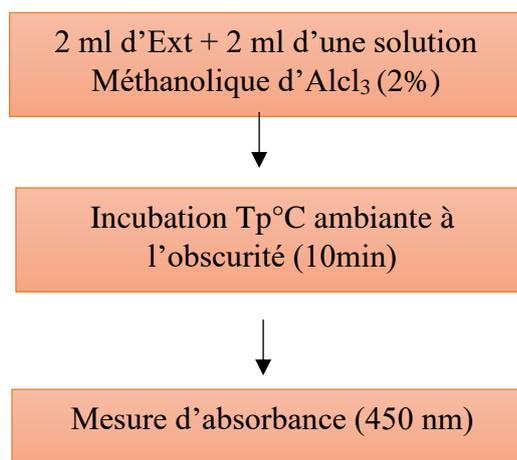


Schéma n°7 : Protocole de dosage des flavonoïdes

12. Evaluation de l'activité antioxydante des noyaux de dattes

L'objectif de l'étude était de déterminer les extraits présentant l'activité antioxydante la plus élevée contre le radical **DDPH** (2,2'-diphényl-1-picrylhydrazyl), en mesurant leur IC₅₀%. Cette activité est étroitement liée à l'activité antioxydante des extraits.

12.1. Principe

La méthode du test **DPPH** est couramment utilisée pour déterminer l'activité antioxydante. Elle est basée sur la capacité du **DPPH** (forme oxydée) à générer des radicaux libres stables grâce à la délocalisation des électrons libres dans la molécule, entraînant une coloration violette foncée absorbant à environ 515 nm. Lorsque le radical **DPPH** est réduit par un agent antioxydant, la solution subit une décoloration vire en jaune (forme réduite) (Lu et al., 2011, Thouri et al., 2017).

12.2. Mode opératoire

Tableau 05 : Les différentes concentrations des extraits de noyaux

Concentration de l'extrait de noyaux C ₂ (mg / ml)	0,5	6
Volume 1 extrait (µl)	120	360
Volume 2 eau distillée (µl)	480	240

12.2.1. Préparation de la solution des extraits

A partir d'une solution de 50 mg/ml, nous avons préparé d'autres concentrations [10 mg/ml] et [2,5 mg/ml]. Deux dilutions ont été ensuite préparées pour chaque extrait en utilisant ces nouvelles solutions concentrations (Voir tableau n°5).

12.2.2. Préparation de la solution DPPH (0.1mM)

La solution de DPPH a été préparée en solubilisant 4 mg de DPPH dans 100 ml de méthanol, suivie d'une agitation à l'abri de la lumière.

12.2.3. Le dosage

Pour chaque échantillon de noyaux, 2,4 ml de solution DPPH a été ajoutée à 600 µl de l'extrait dilué à différentes concentrations. Trois répétitions ont été effectuées pour chaque variété et le mélange a été incubé à l'obscurité pendant 20 minutes.

L'absorbance a ensuite été lue à 515 nm en ajustant le control avec une solution de DPPH pure. L'IC₅₀ a été déterminé à partir de la courbe obtenue en mesurant le pourcentage d'inhibition (PI%) des différentes concentrations d'extrait.

Les valeurs $IC_{50\%}$; définies comme étant la concentration de l'extrait qui cause l'inhibition de 50% de l'activité du DPPH ; sont déterminées graphiquement pour chaque extrait de noyaux (Popovici et al., 2009).

12.2.4. Expression des résultats

Les résultats peuvent être exprimés en termes d'activité anti-radicalaire, qui peut être estimée en utilisant l'équation suivante :

Soit :

$$PI (\%) = [1 - (Abs \text{ échantillon} / Abs \text{ contrôle})] \times 100$$

Où :

PI% : le pourcentage d'inhibition

Abs échantillon = absorption d'échantillon.

Abs contrôle = absorption de contrôle

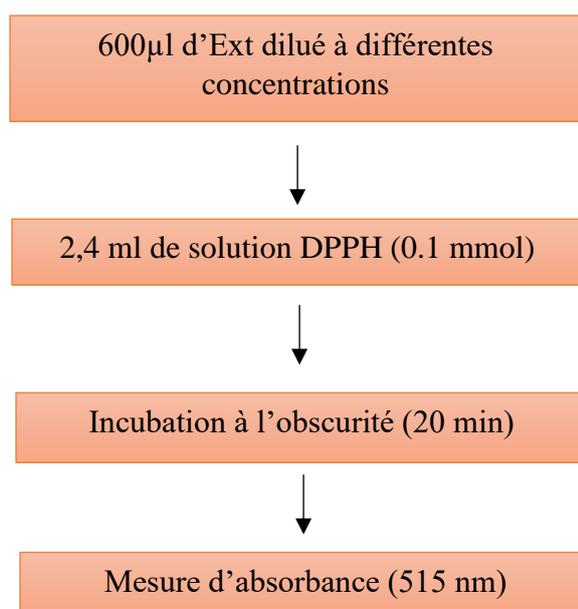


Schéma n°8 : Protocole de dosage d'activité antioxydant DPPH

13. Dosage des lipides

Les corps gras sont des composés organiques qui peuvent être extraits des fruits et des végétaux à l'aide de solvants organiques apolaires à l'aide de l'appareil Soxhlet (Benmehdi et Mebarki., 2019).

13.1. Mode opératoire

On a effectué le protocole établi par **Kouame et al. (2015)** avec légère modification, pour déterminer la teneur en matières grasses d'un échantillon, on peut réaliser une extraction par Soxhlet. La méthode consiste d'introduire 1g de noyau de datte broyé dans une cartouche d'extraction (cartouche de Whatman) placée dans l'ampoule d'extraction. Le ballon à fond rond, préalablement pesé (P1), est rempli de 60 ml d'éther de pétrole, puis chauffé pendant 6 heures jusqu'à l'extraction complète de la matière grasse. Le solvant est ensuite évaporé. Le ballon contenant la matière grasse est séché pendant 30 minutes dans l'étuve à 130°C pour éliminer les dernières traces de solvant. Il est ensuite refroidi dans un dessiccateur avant d'être pesé pour obtenir le poids (P2).

13.2. Expression des résultats

On peut ensuite calculer le pourcentage de matière grasse en utilisant la formule suivante :

$$MG\% = \frac{(P2 - P1)}{P} * 100$$

Où :

MG % = le pourcentage de la matière grasse

P₂ = poids du ballon vide + la matière grasse (g)

P₁ = poids du ballon vide (g)

P = poids de l'échantillon (g)

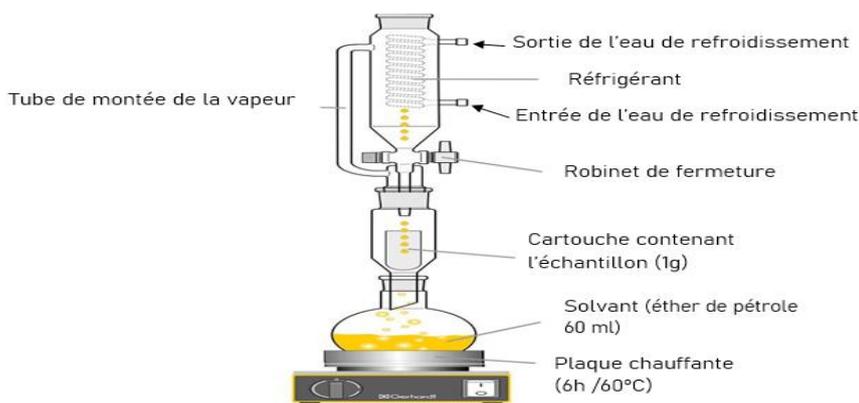


Schéma n°9 : Protocole expérimental pour le dosage des lipides

14. Le screening phytochimique

Le screening phytochimique est une technique courante utilisée pour identifier les composés chimiques contenus dans les échantillons végétaux. Cette méthode repose sur l'utilisation de tests chimiques pour détecter la présence de différentes classes de composés tels que les

alcaloïdes, les flavonoïdes, les tanins et les terpènes. L'application de ce test permet aux chercheurs de mieux comprendre la composition chimique des échantillons végétaux et d'identifier des molécules potentielles qui peuvent avoir une action pharmacologique ou thérapeutique (Wachira, 2024 ; Shukla et al., 2015).

Dans tous les tests de coloration à l'exclusion test des saponines, on a utilisé les extraits préalablement préparés dans la phase d'extraction, 1 g de poudre de chaque échantillon des noyaux des dattes dans 20 ml de solvant (**méthanol, eau distillée**).

14.1. Criblage des tannins

Dans le but de cribler les tannins, une solution de chlorure ferrique FeCl_3 (1%) a été préparée permettant de déterminer la présence ou l'absence de tannins, où 1ml de la solution a été ajouté à 1 ml des extraits de noyaux de cinq variétés de dattes (Ghdadba et al., 2015 ; Fakraoui, 2016).

14.2. Test d'Anthraquinones

Selon Bamba et al (2020), nous prenons ensuite 1 ml de l'échantillon et le mélangeons avec 1 ml de la solution aqueuse d'hydroxyde de potassium KOH (1%).

14.3. Test des Quinones

À l'aide d'une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium (NaOH), nous avons mis en contacte 1 ml d'extrait de noyaux avec 1 ml de la solution d'hydroxyde de sodium (NaOH 1%) (Ansri et Djenhi, 2021).

14.4. Test des saponines

On a utilisé les extraits préalablement préparés à une concentration [10mg/ml], où 1 ml d'extrait est ajouté à 5 ml d'eau distillée et mettre à l'ébullition dans un bain-Marie pendant 15 à 20 min, après on agite par le vortex jusqu'à la formation d'une mousse persistante après 15 minutes qui confirme la présence des saponines (Oloyede, 2005 ; Kayani et al, 2007).

14.5. Criblage des terpenoïdes

Pour le criblage des terpenoïdes, nous avons mélangé 1 ml de solution d'extraits de noyaux dattes avec quelques gouttes de chloroforme et d'acide sulfurique pur (H_2SO_4) (Rahim et al., 2012).

14.6. Test de Liberman

Pour réaliser ce test qui a pour but de la détection des triterpènes dans les extraits. Additionner trois gouttes d'anhydride acétique à 1 ml d'extrait de noyaux, puis agiter légèrement, ajouter une goutte de (H_2SO_4) concentré (Ghezal, 2023 ; Fakraoui, 2016).

14.7. Criblage des stérols insaturés

Le test de criblage des stérols insaturés est une méthode simple et rapide pour identifier la présence de stérols insaturés dans les extraits des noyaux des dattes qui offre plusieurs bienfaits dans les domaines de la médecine, de la nutrition, et de la biologie cellulaire. Ces stérols jouent un rôle essentiel dans la régulation de la composition lipidique, la structure membranaire, et la croissance et le développement des cellules.

Nous avons pris 1 ml de solution d'extrait de noyaux avec 1 ml de l'acide sulfurique concentré (H_2SO_4) (**Khan et al., 2011**).

L'analyse de variance (ANOVA) est une méthode statistique qui permet de vérifier si les moyennes de plusieurs groupes sont significativement différentes. Elle compare la dispersion des données à l'intérieur des groupes avec la dispersion entre les groupes pour déterminer si les variations observées sont statistiquement pertinentes. Cette technique est particulièrement utile lorsqu'il est nécessaire de comparer plus de deux groupes. Dans ces résultats on a utilisé logiciel XLSTaT 2016 pour traitement des données.

Chapitre II :

Résultats et discussion

15. Analyse de propriétés chimiques et physiques et phyto-chimiques

L'analyse de variance (ANOVA) est une méthode statistique qui permet de vérifier si les moyennes de plusieurs groupes sont significativement différentes. Elle compare la dispersion des données à l'intérieur des groupes avec la dispersion entre les groupes pour déterminer si les variations observées sont statistiquement pertinentes. Cette technique est particulièrement utile lorsqu'il est nécessaire de comparer plus de deux groupes. Dans ces résultats on a utilisé logiciel XLSTaT 2016 pour traitement des données.

Tableau 06 : Caractérisation physico-chimique et phyto-chimique des cinq variétés de noyaux de dattes étudiées

	H%	CND%	Acid %	MG %	Ca 2+ mg/L	Mg2+ mg/L	K+ mg/L	SR %	STT %	ly mg EAG/g	lv µg EQ/g M	IC 50 %
Archt	7,662 a	0,960 a	0,667 a	9,000 a	32,000 b	321,600 a	380,950 e	2,402 b	2,340 a	58,555 b	44,364 b	27,598 a
Tnt	0,419 c	1,101 a	0,700 a	7,300 d	60,459 a	256,560 b	512,470 d	3,993 b	2,500 a	18,332 d	46,717 b	4,984 a
Tnc	0,393 c	0,975 a	0,140 a	8,000 c	60,400 a	170,160 d	539,680 b	5,775 a	2,202 ab	65,757 a	66,625 a	1,913 a
Tgrbt	0,484 c	0,644 a	0,667 a	8,300 b	12,000 d	225,600 c	517,000 c	3,662 b	1,434 b	40,645 c	40,202 b	4,301 a
Omr	1,656 b	0,752 a	0,700 a	6,000 e	20,000 c	62,400 e	557,820 a	1,836 b	1,377 b	21,018 d	28,801 b	4,800 a
Pr > F	0,000	0,139	0,244	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,009	0,000	0,006	0,055
Significatif	Oui	Non	Non	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Non

D'après le tableau 06 qui représente l'analyse de la variance de l'humidité, les cendres, les sucres totaux, les sucres réducteurs, l'acidité titrable, matière grasse, des éléments minéraux (K^+ , Ca^{+2} , Mg^{+2}), les poly phénols flavonoïdes et CI_{50} entre les cinq variétés.

On remarque qu'il y a une différence significative entre les variétés pour les paramètres suivants : humidité, matière grasse, les éléments minéraux, sucres totaux, sucres réducteurs, polyphénols et flavonoïdes, en revanche, on remarque qu'il n'y a aucune différence pour les paramètres suivants : les cendres, acidité titrable, IC_{50} %.

On remarque que les cinq variétés étudiées forment un seul groupe homogène (pour les paramètres qui n'ont une différence significative) et on remarque que les cinq variétés étudiées sont groupées dans différents groupes homogènes (a, b, c, d, e) entre les variétés (a) qui prennent les valeurs les plus élevées par rapport à la variété (e) qui détient les plus basses valeurs.

15.1. Humidité

L'humidité varie de **0.419** jusqu'à **7.662**, où la variété (**Tnc**) enregistre la valeur la plus faible. Tandis que la plus grande valeur est enregistrée pour la variété Archt.

Ces valeurs sont dans l'intervalle à celui trouvé dans la littérature par **Bouhlali et al. (2015)** (4,55- 8,26) sur des variétés marocaines, les facteurs potentiels qui influencent ce paramètre, peut-être les conditions de stockage, la variété de datte elle-même.

15.2. Taux de cendres

Les variétés présentent une teneur en cendres qui varie entre la valeur plus élevée **1.101 %** pour **Tnt** et la valeur faible **0.644 %** pour **Tgrbt**.

Ces valeurs dépassent celles obtenues par **Bouhlali et al. (2015)** (**4.309 -1.30**). Il est possible que cette différence soit due à type de sol, l'irrigation et fertilisation.

15.3. L'acidité titrable

Les analyses révèlent que le taux de l'acidité titrable est faible, qui varie entre **0.700 %** pour (**Tnt et Tgrbt**), à **0.140 %** pour **Tnc**. Ces chiffres surpassent ceux obtenus par **Boudebza et Ouchtati, 2018** (**0.084- 0.112%**). Il est possible que cette différence soit due à la maturité des fruits ou les conditions de stockage.

15.4. Teneur en matière grasse

Les résultats des analyses effectuées illustrent que le taux en matière grasse des cinq variétés d'étude est comprise entre **6 %** jusqu'à **9 %**. Consigne la valeur minimale de la variété **Amr**, par contre la valeur maximale est enregistrée pour la variété **Arch** respectivement. Ces valeurs excèdent celles obtenues par **Bouhlali et al. (2015)** (**1.097 - 5.66%**), Cela pourrait être attribuable à des facteurs possiblement les conditions de croissance, le climat, le type de sol, et la composition chimique des noyaux de dattes.

15.5. Les éléments minéraux

Le taux des éléments minéraux (**K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺**) avec des valeurs **557,820 mg/l ; 60,459 mg/l ; 321,600 mg/l** pour les variétés **Arch**, **Tnt**, **Amr** respectivement. Les graines de dattes ont une teneur faible de **K⁺**, (**60,459 mg/l**) pour la variété **Tnt** et une teneur en **Mg²⁺** relativement élevée (**557,820 mg/l**) pour la variété **Omr**. Ces chiffres surpassent ceux obtenus par (**Abiola et al. 2015**) élément minéraux (**K⁺ ; Ca²⁺ ; Mg²⁺**) (**78.12 mg/l ; 18.20 mg/l ; 0.48 mg/l**) respectivement, les caractéristiques du sol et l'utilisation de fertilisants et de techniques agricoles spécifiques peut modifier la teneur en minéraux.

15.6. Les sucres totaux et sucres réducteurs

D'après les résultats remportés dans **tableau 06** concernant le taux des sucres totaux et sucres réducteurs, on peut classer les cinq variétés comme suite :

- Variétés à taux élevé : Archt avec un pourcentage de 2.340 %, tandis que la variété Omr à taux faible avec un pourcentage de 1.377%.

Ces valeurs sont basses pour celles obtenues par **Bouhlali et al., 2015 (8.70 - 9.546)**.

- Selon les taux de sucres réducteurs varie entre 1.836 % à 5.775 % sont enregistrés chez les variétés Tnc et Omr respectivement.

Il est possible que cette différence soit due à la génétique de la variété elle-même.

15.7. Polyphénols totaux

Des composés phénoliques totaux des noyaux des dattes enregistrent une moyenne 18,332-65,757 **mg EAG/g MS**, pour la variété **Tnt et Tnc** respectivement.

Ces chiffres sont supérieurs par rapport les résultats obtenus par **Naoui, 2007** sur les noyaux de dattes (**1,97 ; 2,31 %**).

Il est possible que cette différence soit due à la variété, l'origine géographique les conditions de culture ou les techniques des sèches.

15.8. Les flavonoïdes

Les flavonoïdes sont présents dans le noyau des dattes avec une valeur supérieure de 28,801 $\mu\text{g EQ/g MS}$ et une valeur inférieure au 66,625 $\mu\text{g EQ/g MS}$ pour la variété **Omr et Tnc** respectivement.

Ces valeurs sont similaires à celles trouvées sur les dattes par **Naoui, 2007 (3,53 ; 69,61)**.

Cela pourrait être attribuable à des facteurs possiblement l'exposition au soleil ou l'origine géographique des dattes.

15.9. Activité antioxydante (IC₅₀%)

L'activité antioxydante est représentée par la valeur inférieure **1,913 mg/ml** et la valeur supérieure **27,598 mg/ml** pour les variétés **Tnc et Archt** respectivement.

D'après les taux d'activité antioxydant on peut remarquer que les résultats obtenus sont comparables à celle trouvé par **Ardekania et al., 2009** varie de (**13.13 ; 37.42 mmol /100 g**).

Il est possible que cette différence soit due à la concentration en composés phénoliques ou des conditions de culture et traitement post-récolte.

16. Analyses statistiques des paramètres physico-chimiques et phytochimique des noyaux de dattes

16.1. Analyse de l'ACP

C'est une méthode statistique utilisée pour réduire la dimensionnalité d'un ensemble de données tout en conservant le maximum d'information possible. Elle transforme les variables originales

en un nouveau jeu de variables, appelées composantes principales, qui sont des combinaisons linéaires des variables d'origine.

Elle étudie la variabilité des paramètres mesurables /variétés.

Tableau 07 : Résultats de l'Analyse en Composantes Principales

	F1	F2
Valeur propre	5.305	3.929
Variabilité (%)	44.205	32.740
% cumulé	44.205	76.945

D'après le (Tableau 7), le pourcentage de variabilité cumulé que nous avons obtenu est de **76.945 %** associé respectivement à l'axe F1, F2. Ceci indique une forte variabilité entre les variétés sur le plan physico-chimique et phyto-chimique, où les valeurs de la variabilité étaient de **44,205** et **32,740%** respectivement.

Tableau 08 : Les contributions et les Cosinus carrés des paramètres (%)

	F1		F2	
	Contribution (%)	Cosinus carrés	Contribution (%)	Cosinus carrés
H%	4.693	0.249	16.877	0.663
CND%	8.391	0.445	1.284	0.050
Acd %	4.914	0.261	9.799	0.385
MG %	12.205	0.647	1.211	0.048
Ca²⁺ mg	6.066	0.322	9.595	0.377
Mg²⁺ mg/L	11.279	0.598	3.404	0.134
K⁺ mg/L	9.067	0.481	13.126	0.516
SR %	3.050	0.162	18.763	0.737
STT %	13.272	0.704	0.365	0.014
Poly mg EAG/g MS	9.791	0.519	0.262	0.010
Flv µg EQ/g MS	9.881	0.524	11.586	0.455
IC 50 %	7.389	0.392	13.728	0.539

D'après le tableau 08 qui démontre le pourcentage des contributions et les Cosinus carrés des 13 paramètres étudiés indique que :

Dans le CP1 : les variables CND, MG, STT, flavonoïdes, Polyphénols et Mg²⁺ sont bien représentées sur l'axe F1 et participent à sa formation avec les cosinus carrés **0.445 ; 0.647 ; 0.704 ; 0.524 ; 0.519** et **0.598. 0.249** respectivement.

Dans le CP2 : les variables SR, Acd, Ca⁺, K⁺ et IC_{50%} avec des cosinus carrés **0.737**, **0.385**, **0.377**, **0.539** respectivement sont bien représentées sur l'axe F2 et participent plus à sa formation par les pourcentages de contribution.

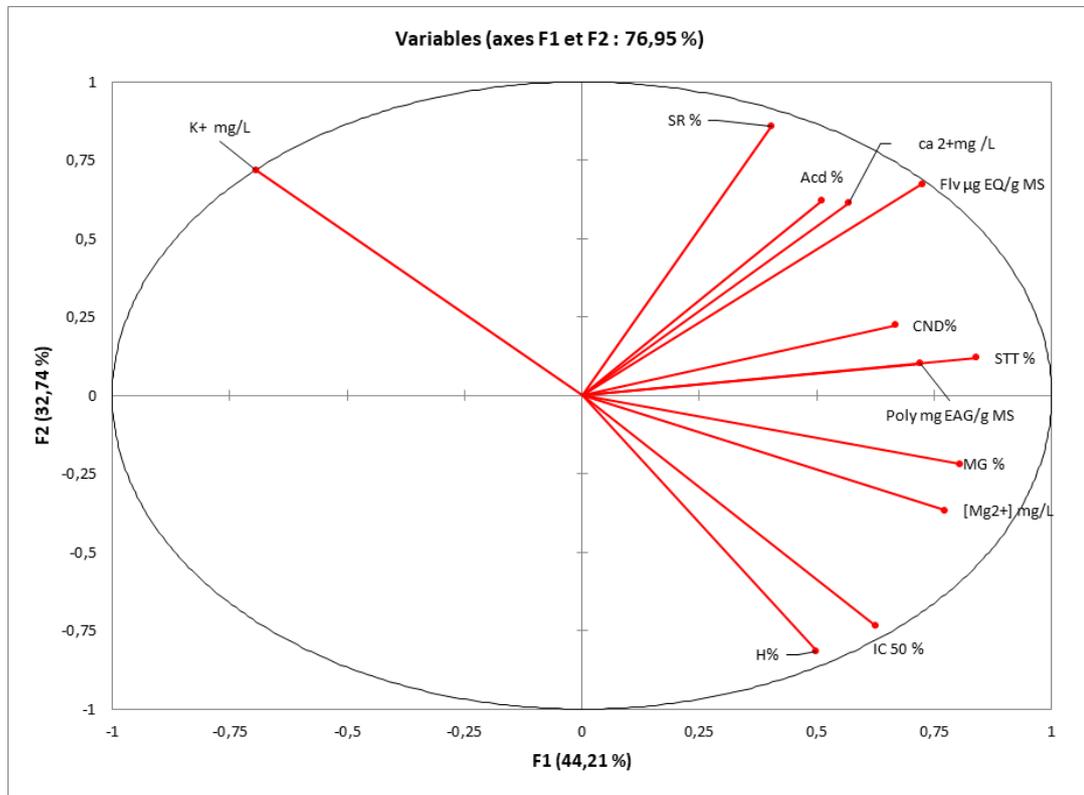


Figure 8 : Cercle de corrélation des variables étudiées (F1 et F2)

La Figure 8, illustre la représentation des variables sur le cercle de corrélation. On remarque que les variables les humidité, matière grasse IC_{50%}, Mg⁺², le STT, FLV, SR, K⁺ sont bien proches du bord du cercle de corrélation, ce qui signifie qu'elles sont bien représentées sur le plan factoriel 1-2, nous pouvant repérer rapidement les groupes de variables liées entre elles et celles qui s'opposent.

- Pour l'axe F1 : nous distinguons deux groupes opposés ;
 1. Le premier groupe, situé à l'extrémité positive, qui renferme les variables suivantes :
Le cendre, sucre totaux, Mg⁺², polyphénol, flavonoïde et MG%.
 2. Le deuxième groupe, situé à l'extrémité négative, qui renferme les variables suivantes :
Humidité
- Pour l'axe F2 : nous distinguons deux groupes distincts ;

Le premier, situé à l'extrémité positive, qui enferme les variables de Acd, Ca⁺² K⁺, SR.

Le deuxième, situé à l'extrémité négative, regroupe la variable d'IC_{50%}.

17. Analyse en Composantes Principales des variétés

Tableau 9 : Contributions et Cosinus carrés des variétés (%)

Variétés	F1		F2	
	Contribution (%)	Cosinus carrés	Contribution (%)	Cosinus carrés
Omr	49.409	0.888	2.575	0.034
Archt	30.973	0.474	45.715	0.518
Tnc	11.906	0.228	48.137	0.682
Tgrbt	7.221	0.888	0.173	0.005
Tnt	0.491	0.017	3.400	0.089

D'après le tableau 9 on peut conclure que :

L'axe F1 : Omr et Tgrbt participent à sa formation avec 49.409 et 7.221%. Avec Cosinus carrés 0.888, 0.888 respectivement.

L'axe F2 : Est formée par les variétés Archt, Tnc et Tnt, elles participent à la formation avec 45.715, 48.137et 3.400% avec des Cosinus carrés 0.518, 0.682 ,0.089 respectivement.

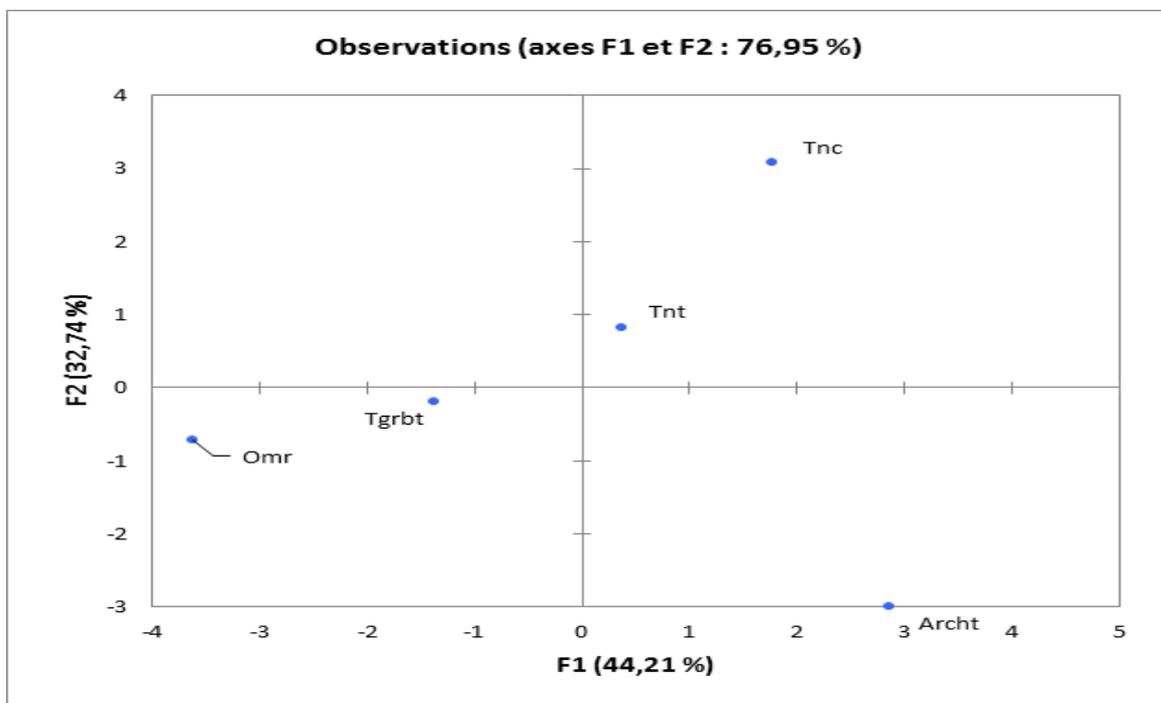


Figure09 : Représentations des variables sur le plan factoriel (F1, F2)

En se basant sur la figure 09 qui représente les variables sur le plan factoriel, on remarque la dispersion des variétés dans l'espace factoriel ce qui signifie qu'il y a une différence entre les variétés étudiées.

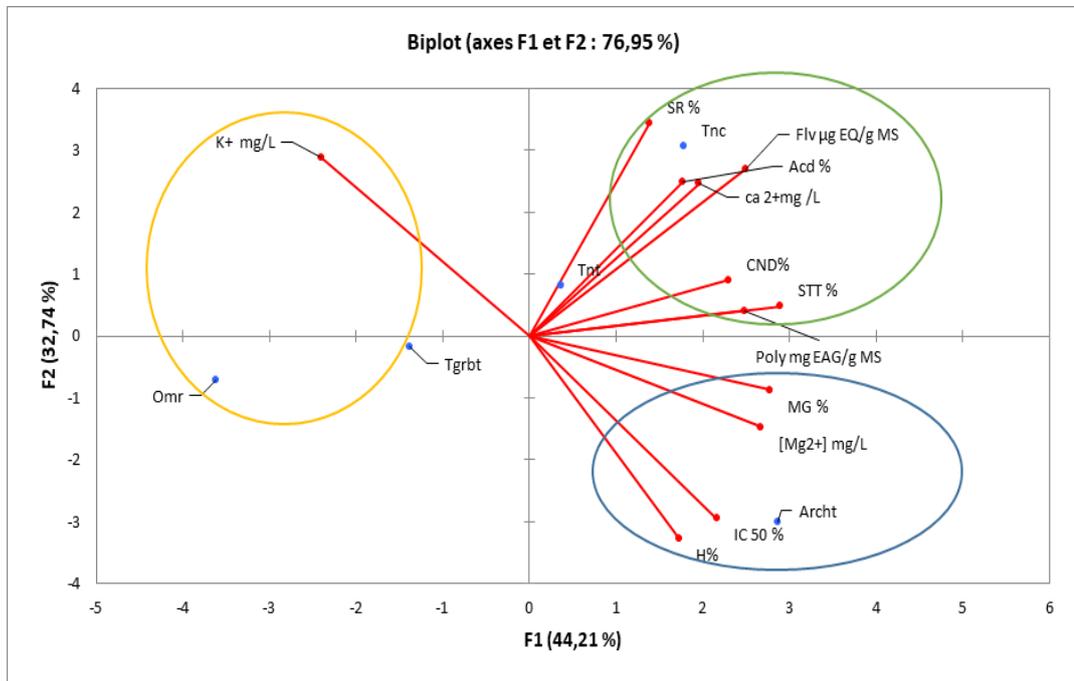


Figure 10 : Cercle de corrélation de projection variables- variétés (F1 et F2)

- La variété TNT qui se caractérise par les valeurs élevées de poly, flv, SR et Acd.
- La variété Archt se caractérise par les valeurs élevées de l'humidité, MG, Mg $^{+2}$.
- La variété Omr se caractérise par la concentration de valeur élevée de K $^{+}$.

Dans F1 sur le côté positif, on retrouve les variétés, **Tnc**, **Tnt**, **Archt** qui détiennent les valeurs les plus élevées pour l'humidité, l'acidité titrable, les cendres, les sucres totaux, flavonoïdes, Polyphénols la Mg $^{+2}$ IC $_{50}$ et MG%.

En opposé, sur le côté négatif pour l'axe F1 est définie par les la variété Omr.

Tableaux 10 : Matrice de corrélation entre l'ensemble des paramètres physicochimiques et phytochimiques (seuil de signification 1%)

Variables	H%	CND %	Acd %	MG %	Ca ²⁺ mg/L	Mg ²⁺ mg/L	K ⁺ mg/L	SR %	STT %	Poly mg EAG/g MS	Flv µg EQ/g MS	IC 50 %
H%	1											
CND%	0.151	1										
Acd %	-0.141	0.149	1									
MG %	0.501	0.142	0.406	1								
ca 2+mg /L	-0.209	0.906	0.425	0.049	1							
[Mg2+] mg/L	0.530	0.426	-0.019	0.842	0.195	1						
K+ mg/L	-0.916	-0.281	0.096	-0.742	0.065	-0.825	1					
SR %	-0.560	0.289	0.775	0.308	0.617	0.106	0.320	1				
STT %	0.287	0.954	0.218	0.427	0.830	0.660	-0.487	0.339	1			
Poly mg EAG/g MS	0.383	0.088	0.836	0.749	0.159	0.342	-0.426	0.445	0.272	1		
Flv µg EQ/g MS	-0.165	0.550	0.873	0.473	0.761	0.273	-0.017	0.883	0.617	0.689	1	
IC 50 %	0.985	0.303	-0.075	0.564	-0.051	0.621	-0.947	-0.448	0.444	0.426	-0.030	1

L'observation des résultats obtenus pour la matrice de corrélation dévoile le suivant :

Une forte corrélation négative (-0.825 ; -0.947) entre (K⁺ et Mg²⁺) ; (K⁺ et IC_{50%}) respectivement.

Une forte corrélation positive (**0.954 ; 0.954 ; 0.836 ; 0.883**) pour les paramètres (CND et STT) ; (Ca²⁺ et CND) ; (poly et acd) ; (flv et SR) respectivement.

18. CAH : La Classification Ascendante et hiérarchique

La Classification Ascendante et hiérarchique a généré un dendrogramme qui regroupe les 5 variétés de noyaux de dattes étudiées dans trois principaux groupes (Figure 11).

Le niveau de dissimilarité varie de 5.883 à 18.580. Le premier groupe renferme deux variétés Omr et Tgrbt alors que le deuxième groupe comprend les variétés Tnc et Tnt. Le troisième renferme la variété Archt ce qui explique qu'il y a une variabilité entre les variétés de noyaux dattes étudiées.

Tableau 11 : résultats de la classification ascendante hiérarchique

Variétés	Om	Archt	Tgrb	Tnt	Tnc
Classe	1	3	1	2	2

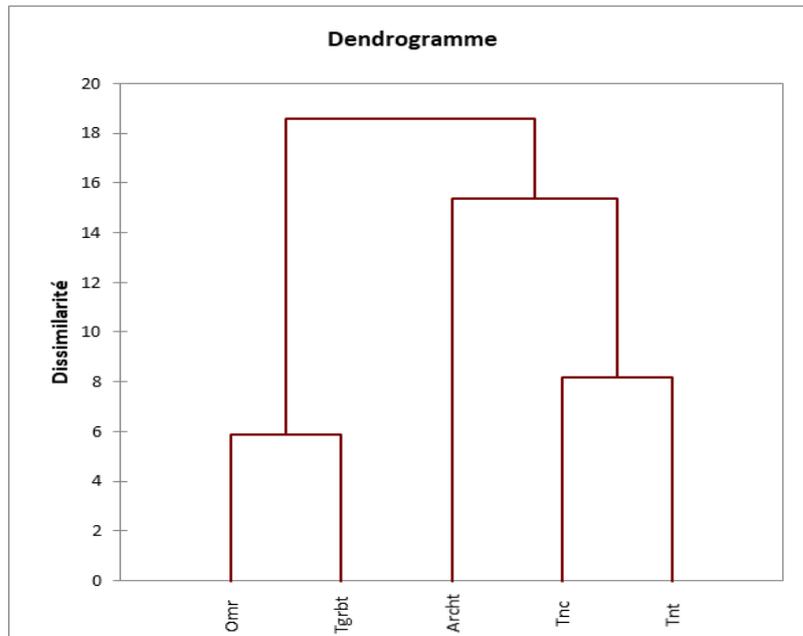


Figure 11 : Dendrogramme de regroupement des 5 variétés

19. Screening phyto-chimique des extraits de noyaux de dattes

Tableau 12 : résultats des tests screening phyto-chimique

Les tests	Les variétés				
	Om	Archt	Tgrb	Tnt	Tnc
Tanins	+++	+++	++	+++	+++
Anthraquinons	Négatif (-)				
Quinones	++	+++	++	+++	++++
Terpénoides	+++	+++	+++	+++	++++
Liberman	Positif (+)				
Stérols insaturé					

Ces analyses ont été effectuées pour détecter la présence des métabolites secondaires naturels que renferment les noyaux, qui pourraient être à l'origine de leur activité antioxydante. Les réactions et les couleurs observées peuvent varier en intensité, se traduisant par une coloration ou aucune apparition de couleur, et sont classées de négative (-) à fortement positive (++++) (voir tableau 12).

19.1. Les tanins

La couleur apparue était bleu verdâtre, pour toutes les variétés testées ce qui indique la présence des tanins catéchiques dans les noyaux de dattes.

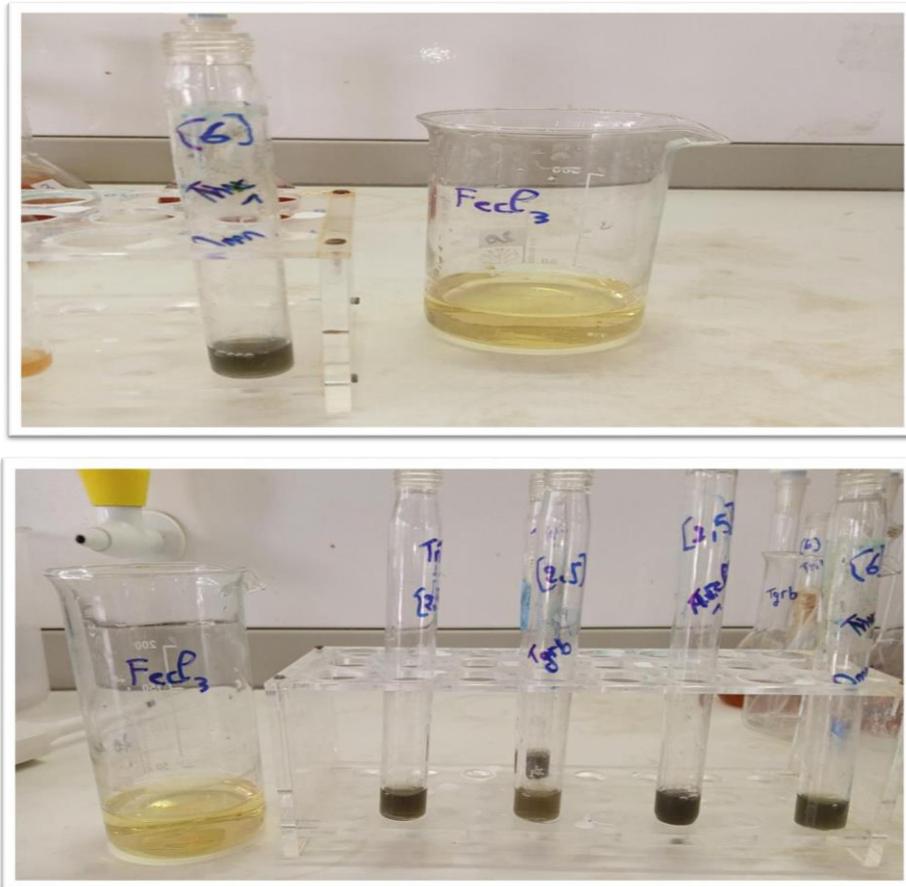


Figure 12 : Illustration des résultats pour les Tanins

19.2. L'antraquinone

Il a été observé que la couleur de tous les extraits ne change pas, indiquant un résultat négatif.

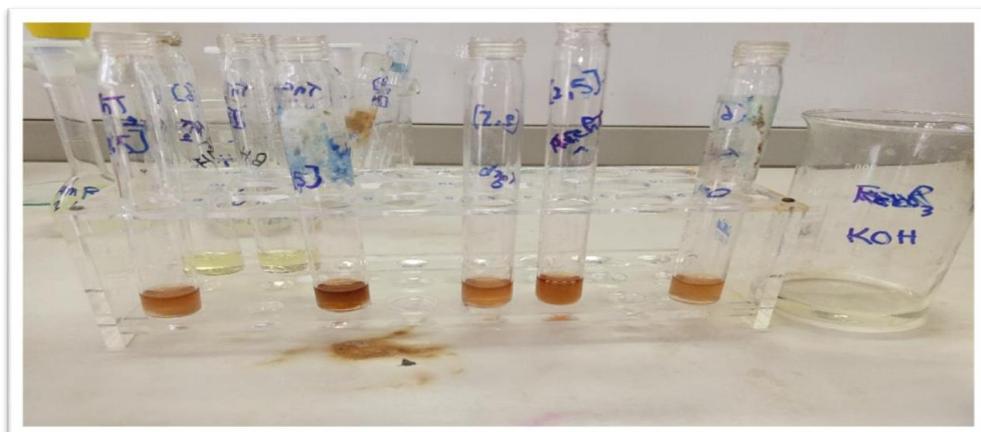


Figure 13 : Illustration des résultats pour les Anthraquinones

19.3. Les quinones

Nous avons constaté que le résultat était brun-rougeâtre, ce qui indique la présence de quinones pour chacune des cinq variétés.

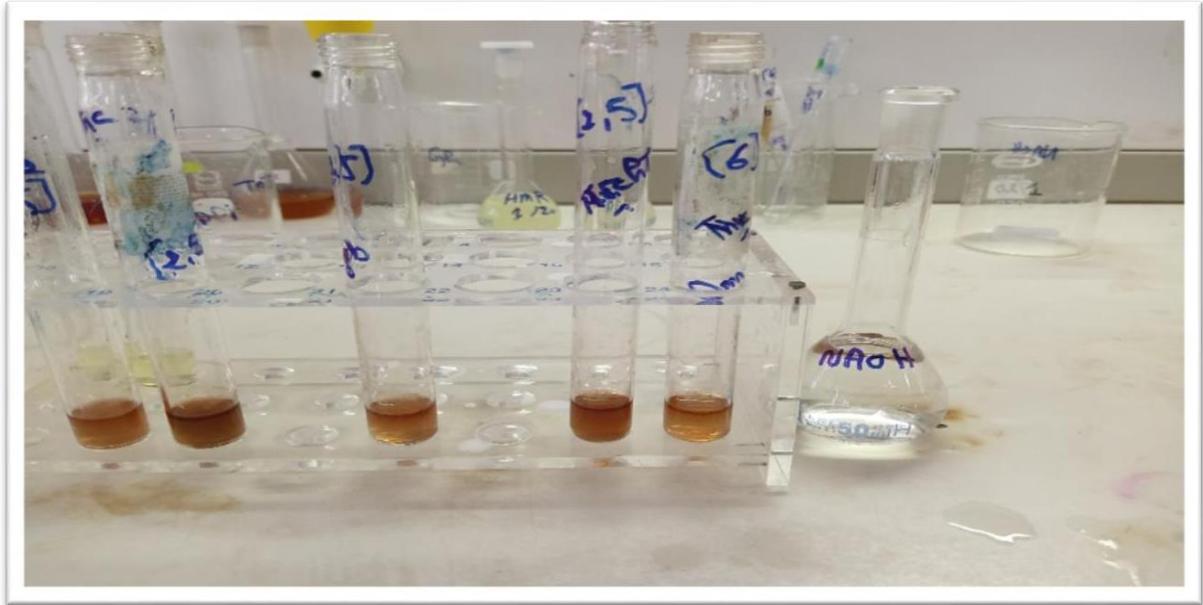


Figure 14 : Illustration des résultats pour les Quinones

19.4. Les saponines

Tableau 13 : Résultats de test de saponines (indice de mousse) (mm)

Variétés	La hauteur de la mousse (mm)
Om	2
Archt	6
Tgrb	4
Tnt	5
Tnc	8

On a noté la présence d'une mousse persistante pendant quelques secondes à différents niveaux pour chaque variété, ce qui confirme la présence des saponines (test positif).

Les résultats ont été classés comme suit : (voir tableau 13)

- Pas de mousse test négatif
- Mousse de 1-2cm- test positif
- Mousse moins de 1 cm test faiblement positif
- Mousse plus de 2cm test très positif.

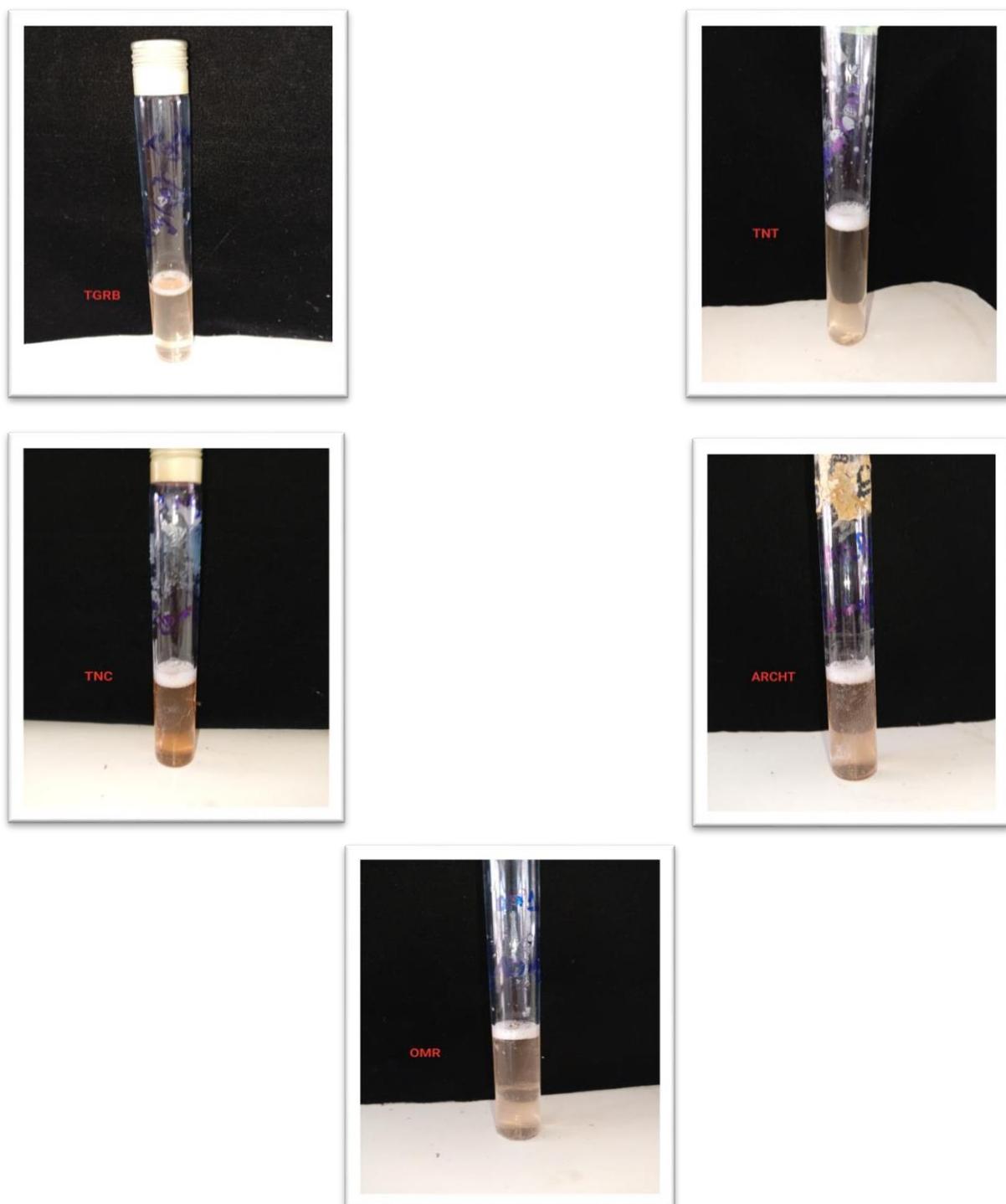


Figure 15 : Illustration de test des Saponines

19.5. Les terpénoïdes

La couleur observée été brun rougeâtre pour tous les extraits de variétés confirme une concentration élevée en terpénoïdes.

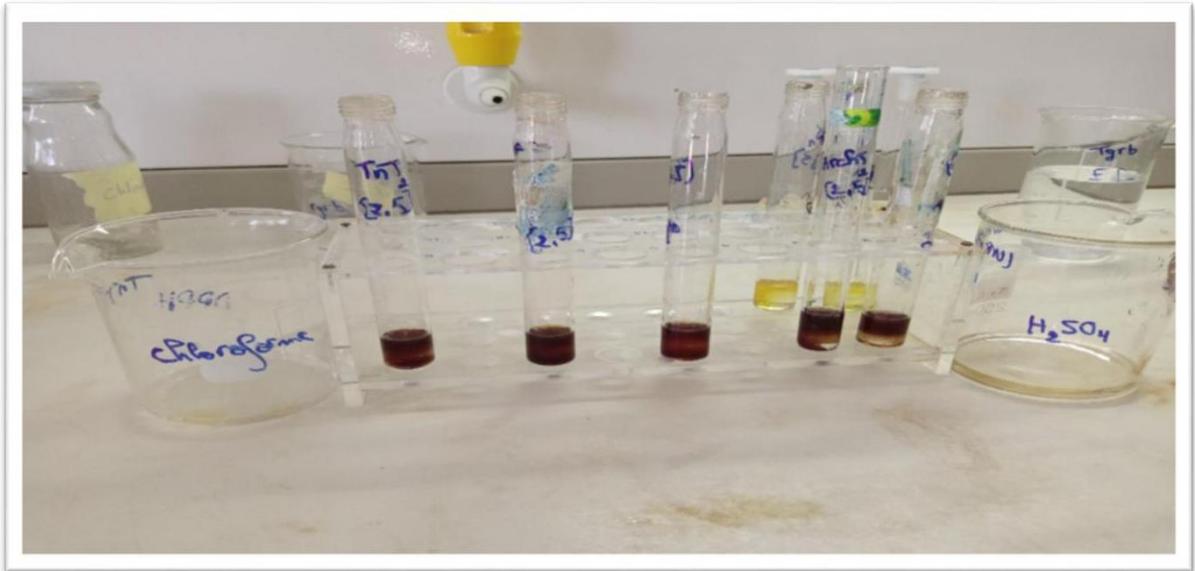


Figure 16 : Illustration des résultats pour le criblage des terpénoïdes

19.6. Liberman

L'apparition d'une couleur brun rougeâtre pour toutes les cinq variétés indique une réaction positive pour la présence de triterpènes.

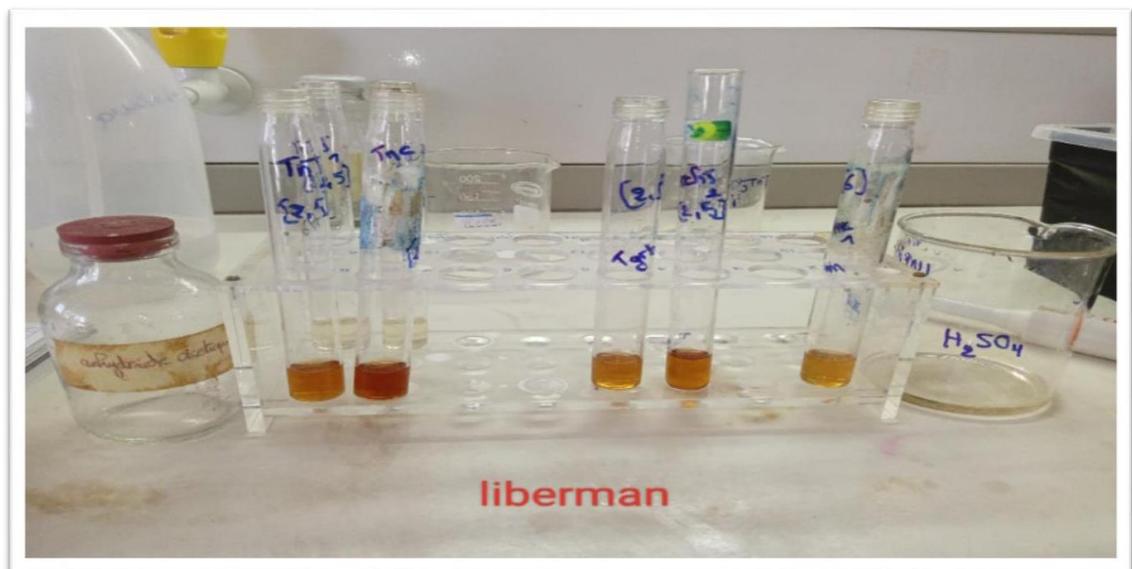


Figure 17 : Illustration des résultats de test de Liberman

19.7. Stérols insaturés

Le résultat était brun rougeâtre pour toutes les variétés signe de la présence des stéroïdes dans les extraits hydro-méthanoliques de noyaux de dattes.

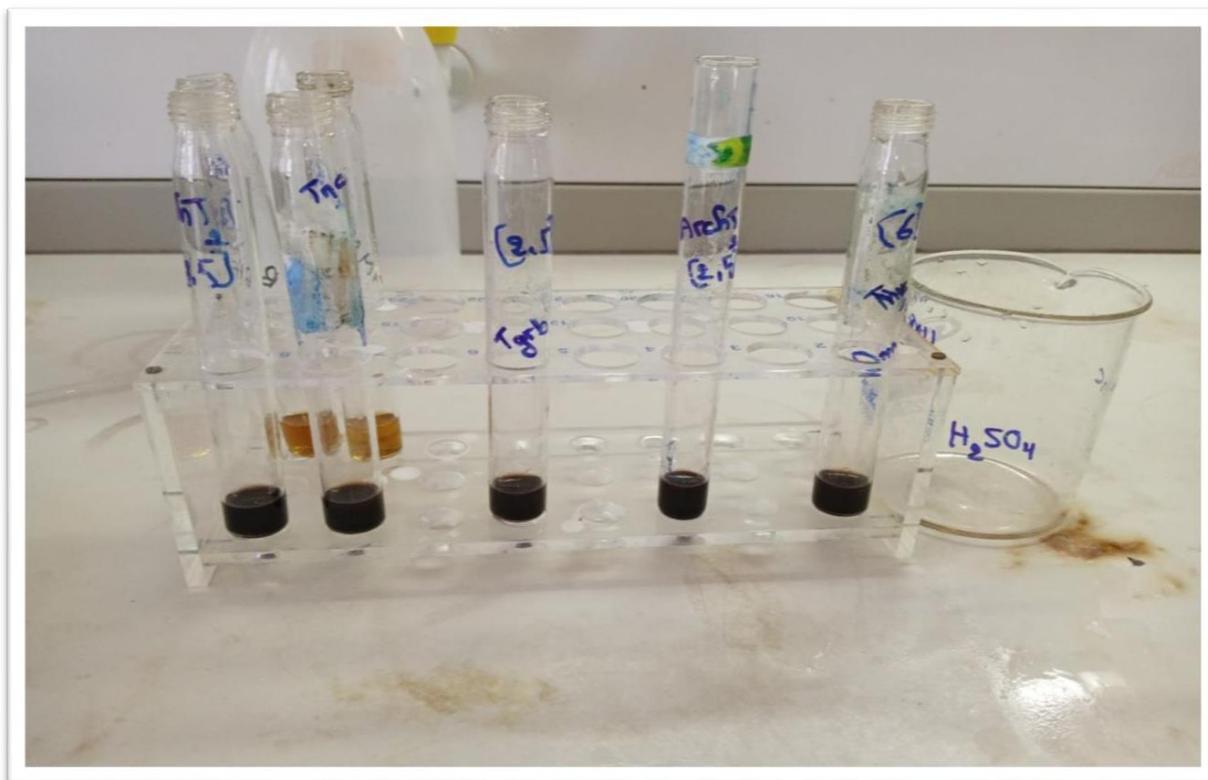


Figure 18 : Illustration des résultats pour e criblage des stérols insaturés

Conclusion

Conclusion

Notre étude a été menée sur des noyaux de cinq variétés rares de dattes de la région de Djamaa d'El M'Ghair, (Omrane, Tinicine, Takerbouchet, Tantbouchet, et Arehti) afin de caractériser leurs propriétés physicochimiques (taux d'humidité, teneur en cendre, acidité titrable, éléments minéraux et teneur en matière grasse), et biochimiques (les sucres réducteurs et totaux) et phytochimiques (contenu en polyphénols, en flavonoïdes, activité antioxydante DPPH, et screening phytochimique). La finalité du travail étant de dépister d'éventuelles possibilités de valoriser ces déchets de dattes en se basant sur les caractéristiques étudiées.

La teneur en eau dans les noyaux des cinq variétés de dattes est égale à $(2,123 \pm 3,142)$, avec une valeur maximale **(7,66%)** pour la variété **(Arehti)** et une valeur minimale **(0,39%)** pour la variété **(Tinicine)**.

La moyenne des teneurs en cendre dans les noyaux de dattes correspond à $(0,887 \pm 0,184)$, avec une extrême valeur **(1,10%)** pour la variété **(Tantbouchet)**, au regard de la variété **(Takerbouchet)** qui a enregistré la valeur la plus faible **(0,64%)**.

L'acidité titrable dans les différentes variétés est en moyenne de $(0,912 \pm 0,287)$, les résultats indiquent une forte acidité **(1,4%)** pour les noyaux de **(Tinicine)**, alors que les variétés **(Tantbouchet et Omrane)** présentent une acidité faible.

Nous constatons une teneur en matière grasse moyenne de $(7,720 \pm 1,139)$, la variété **(Arehti)** enregistre la valeur maximale de (9 %), tandis que la variété **(Omrane)** enregistre la valeur minimale (6%).

Le taux de minéraux varie d'une variété à l'autre ou nous avons enregistré le pourcentage le plus élevé de Calcium **(Tantbouchet, 60,46 mg/L)** ; Magnésium **(Arehti, 321,6 mg/L)** ; et Potassium **(Omrane, 557,82 mg/L)**. Cela met en évidence la supériorité de ces variétés par rapport aux autres en termes de qualité.

La composition phytochimique (présence des polyphénols, des flavonoïdes, d'activité antioxydante DPPH, et un screening phytochimique) joue un rôle essentiel dans la détermination de la valeur des noyaux de dattes.

L'activité des polyphénols et des flavonoïdes, procure une qualité supérieure pour la variété **(Tinicine)** **(65,76 µg EQ/g MS ; 66,62 mg EAG/g MS)** au détriment des autres variétés, quant à l'activité antioxydant $IC_{50\%}$, nous avons enregistré un résultat optimal équivalent à **(1,91%)** de pourcentage l'inhibition des radicaux libres pour la variété **(Takerbouchet)**.

Les essais phytochimiques des extraits de noyaux de dattes ont mis en évidence la présence de divers métabolites secondaires tels que les tanins, les stérols, les terpénoïdes, les quinones, Les saponines, et des triterpènes, ce qui confient que les noyaux de dattes étudiées peuvent être impliquer dans la thérapie et la lutte contre les maladies en raison de leurs propriétés antioxydantes. Leur potentiel ne se limite pas à cela et s'étend à divers domaines tels que la médecine, les cosmétiques et la nutrition.

Des recherches supplémentaires sont nécessaires pour explorer les effets potentiels des noyaux de dattes en termes d'anti-inflammatoire, antitumoral et antidiabétique. Ces caractéristiques distinctives des noyaux de dattes leur confèrent une valeur ajoutée significative, encourageant ainsi leur exploitation dans divers secteurs.

Perspectives

Pour optimiser la valorisation des noyaux de dattes, nous estimons qu'ils offrent un potentiel pour la création de produits nutraceutiques grâce aux composés bioactifs qu'ils renferment, l'application de ces extraits dans l'industrie cosmétique pour leurs propriétés bénéfiques pour la peau et les cheveux, l'utilisation des noyaux comme additifs alimentaires pour enrichir les produits en fibres et nutriments, la valorisation des résidus de noyaux pour la production de biomatériaux écologiques, la transformation des noyaux en source d'énergie renouvelable, l'exploration des applications médicales des composés phytochimiques, la contribution à la recherche scientifique sur les propriétés des noyaux de dattes et les retombées économiques et agricoles positives pour les producteurs.

Références Bibliographiques

Références bibliographiques

- Fakraoui L. (2016), Investigation phytochimique d'une plante médicinale Algérienne de la famille des Zygophylaceae (Mémoire de Master)
- DB City. (2024, Mai 17). El Oued - Djamaa, Algérie. <https://fr.db-city.com/Alg%C3%A9rie--El-Oued--Djamaa>
- Abdul Afiq, M. J., Abdul Rahman, R., Che Man, Y. B., Al-Kahtani, H. A., & Mansor, T. S. T. (2013). Date seed and date seed oil.
- Acheheb, H. (2013). Valorisation de l'huile des graines de Pistachier de l'atlas (*Pistacia atlantica* Desf.) (Doctoral dissertation).
- Adeosun, A. M., Oni, S. O., Ighodaro, O. M., Durosinlorun, O. H., & Oyedele, O. M. (2016). Phytochemical, minerals and free radical scavenging profiles of *Phoenix dactylifera* L. seed extract. *Journal of taibah university medical sciences*, 11(1), 1-6.
- Alem, C., Ennassir, J., Benlyas, M., Mbark, A. N., & Zegzouti, Y. F. (2017). Phytochemical compositions and antioxidant capacity of three date (*Phoenix dactylifera* L.) seeds varieties grown in the South East Morocco. *Journal of the Saudi society of agricultural sciences*, 16(4), 350-357.
- Al-Farsi, M. A., & Lee, C. Y. (2011). Usage of date (*Phoenix dactylifera* L.) seeds in human health and animal feed. In *nuts and seeds in health and disease prevention* (pp. 447-452). Academic Press.
- Amellal nee Chibane, H. (2008). Aptitudes technologique de quelques variétés communes de dattes: formulation d'un yaourt naturellement sucré et aromatisé (Doctoral dissertation, Université de Boumerdès-M'hamed Bougara).
- Ansri S., & Djenhi I., (2021). Screening phytochimique et étude biologique d'une plante médicinale de la flore algérienne (*Borago Officinalis*) (Doctoral dissertation, university center of abdalhafid boussouf-Mila).
- Ardekani, M. R. S., Khanavi, M., Hajimahmoodi, M., Jahangiri, M., & Hadjiakhoondi, A. (2010). Comparison of antioxidant activity and total phenol contents of some date seed varieties from Iran. *Iranian journal of pharmaceutical research: IJPR*, 9(2), 141.
- Bamba, M., Neut, C., Bordage, S., Dramane, S., N'guessan, J. K., Yacouba, S., ... & Sahpaz, S. (2020). Screening phytochimique des extraits méthanoliques des feuilles de *Combretum collinum* et des racines de *Anogeisus leiocarpus* et effet antibactérien in vitro sur des souches de *Staphylococcus aureus* multirésistantes. *International journal of biological and chemical sciences*, 14(6), 2362-2372.

- Bara F., (2020). Caractérisation physicochimique et évaluation de l'activité antioxydante et antimicrobienne de l'extrait aqueux des noyaux de dattes de la variété Degla-Baïda . (Mémoire de Master, Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou)
- Belaroussi, M. E. (2019). Etude de la production du palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) variété Deglet Nour : cas des régions d'Oued Mya et Oued Righ (Doctoral dissertation, 2019).
- Benmehdi, E., Mebarki, R., & Boulal, A. (2019). Valorisation des noyaux de dattes par production de bioénergie dans la région d'Adrar (Doctoral dissertation, Université Ahmed Draïa-Adrar).
- Benmehdi. E.K., & Mebarki. R. (2019). Valorisation des noyaux de dattes par production de bioénergie dans la région d'Adrar (mémoire de master. Université d'Adrar).
- Besbes, S., Blecker, C., Deroanne, C., Drira, N. E., & Attia, H. (2004). Date seeds: chemical composition and characteristic profiles of the lipid fraction. *Food chemistry*, 84(4), 577-584.
- Boudebza Y., & Ouchtati N., (2018). Valorisation des noyaux de datte dans la fabrication d'un café décaféiné.
- Cheikhi, L., Bouallala, M., Boufeldja, W., & Iddou, A. (2019). Caractéristiques physico-chimiques et biochimiques de quelques variétés de dattes consommées dans la région d'Aoulef (Adrar) 30-38 *African review of science, technology and development* ,04, N.01
- Daddi Oubekka L., Djelali N. E., Chambat G., & Rinaudo M., (2017). Extraction de Polysaccharides parietaux des noyaux des dattes variete Ghars. *Algerian journal of arid environment "AJAE"*, 8(1).
- dans le traitement des effluents industriels. Thèse de Doctorat en Génie de l'environnement.
- Dubois, M., Gilles, K. A., Hamilton, J. K., Rebers, P. T., & Smith, F. (1956). Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Analytical chemistry*, 28(3), 350-356.
- El Faiz, N., Azizi, S., Bihi, I., Nani, A., & Bahiani, M. (2022). Classification de quelques cultivars de dattes de la région de Reggane selon leurs index glycémiques (Doctoral dissertation, Université Ahmed Draïa-Adrar).
- Fafi A., (2023). Caractérisation physicochimique de quelques variétés rares de dattes de la région d'El M'ghaiar. (Mémoire de Master, Université Mohamed Khaider -Biskra)

- Ghedadba, N., Hambaba, L., Ayachi, A., Aberkane, M. C., Bousselsela, H., & Oueld-Mokhtar, S. M. (2015). Polyphenols content, antioxidant and antimicrobial activities of leaf extracts of *marrubium deserti* de Noé ex Coss. *Phytothérapie*, 13, 118-129.
- Ghezal R., (2023). Etude phytochimique de quelques variétés de dattes de la région d'El M'ghaiar. (Mémoire de Master, Université Mohamed Khider -Biskra)
- Grigoraş, C. G. (2012). Valorisation des fruits et des sous-produits de l'industrie de transformation des fruits par extraction des composés bioactifs (Doctoral dissertation, Université d'Orléans ; Universitatea Vasile Alecsandri din Bacău (România)).
- Gursoy, N., Sarikurkcü, C., Cengiz, M., & Solak, M. H. (2009). Antioxidant activities, metal contents, total phenolics and flavonoids of seven *morchella* species. *Food and chemical toxicology*, 47(9), 2381-2388.
- Haj-Amor, Z., Acharjee, T. K., Dhaouadi, L., & Bouri, S. (2020). Impacts of climate change on irrigation water requirement of date palms under future salinity trend in coastal aquifer of Tunisian oasis. *Agricultural water management*, 228, 105843.
- Kaanin G. & Harfi L. (2012) Extraction et caractérisation physico-chimique et biologique de l'huile du noyau de datte : essai d'incorporation dans une margarine de table. (Mémoire de fin de cycle) Université Abderrahmane MIRA de Béjaia faculté des sciences de la nature et de la vie département des sciences alimentaires.
- Kaanin, G., & Harfi, L. (2012). Extraction et caractérisation physico-chimique et biologique de l'huile du noyau de datte : essai d'incorporation dans une margarine de table. Mémoire de fin d'études, université de Bejaia, Algérie.
- Kayani, S. A., Masood, A. Y. E. E. S. H. A., Achakzai, A. K. K., & Anbreen, S. (2007). Distribution of secondary metabolites in plants of Quetta-Balochistan. *Pakistan journal of botany*, 39(4), 1173.
- Kemassi, Hamida & Babahani, Souad & Idder, Tahar. (2018). Valorisation des graines "noyaux" de dattes de la région de Ouargla (Sud algérien) par la production de levure alimentaire. 2.
- Khali, M., Boussena, Z., & Boutekrabt, L. (2015). Effet de l'incorporation de noyaux de dattes sur les caractéristiques technologiques et fonctionnelles de la farine de blé tendre. *Nature & Technology/Nature & Technologie*, (12).
- Khan, A. M., Qureshi, R. A., Ullah, F., Gilani, S. A., Nosheen, A., Sahreen, S., ... & Murad, W. (2011). Phytochemical analysis of selected medicinal plants of Margalla Hills and surroundings. *Journal of medicinal plants research*, 5(25), 6017-6023.
- Khenchelaoui S. (2021), Valorisation des noyaux issus des différentes variétés de dattes

- Kouamé, N. M. T., Soro, K., Mangara, A., Diarrassouba, N., Koulibaly, A. V., & Boraud, N. K. M. (2015). Étude physico-chimique de sept (7) plantes spontanées alimentaires du centre-ouest de la Côte d'Ivoire. *Journal of applied biosciences*, 90, 8450-8463.
- Laidi, O. E. K., & Dahani, F. (2022). Valorisation des déchets des palmiers dattiers pour dépollution des eaux. (Doctoral dissertation, Université Ahmed Draïa-Adrar).
- 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 soin. (Mémoire de master) Université M'hamed Bougara -Boumerdès.
- Lekbir, A., Lombarkia, O. A., Haddad, S., Mizane, B., Noui, Y., Abdeddaim, M., & Ferhat, R. (2015). Phenolic contents and antioxidant activity of six Algerian date palm (*Phoenix dactylifera* L.) cultivars. *Annals: Food science and technology*, 15, 201-206.
- Lu, M., Yuan, B., Zeng, M., & Chen, J. (2011). Antioxidant capacity and major phenolic compounds of spices commonly consumed in China. *Food research international*, 44(2), 530-536.
- Masse, D., Ndiénor, M., Hien, E., Rafolisy, T., Ndour, Y., Bilgo, A., Houot, S., & Aubry, C. (2017). Chapitre 19. Valorisation agricole des déchets domestiques et industriels dans les agrosystèmes en Afrique de l'Ouest et à Madagascar. In Éric Roose (éd.), *Restauration de la productivité des sols tropicaux et méditerranéens (1-)*. IRD Éditions.
- Metoui, M., Essid, A., Bouzoumita, A., & Ferchichi, A. (2019). Chemical composition, antioxidant and antibacterial activity of Tunisian date palm seed. *Polish journal of environmental studies*, 28(1).
- Moussa, A. (2015). Valorisation du noyau d'abricot dans la de pollution des eaux (Doctoral dissertation, Université des sciences et de la technologie Houari Boumedièn).
- Nehdi, I., Omri, S., Khalil, M. I., & Al-Resayes, S. I. (2010). Characteristics and chemical composition of date palm (*Phoenix canariensis*) seeds and seed oil. *Industrial crops and products*, 32(3), 360-365.
- Oda, Y., Kanahara, N., Kimura, H., Watanabe, H., Hashimoto, K., & Iyo, M. (2015). Genetic association between G protein-coupled receptor kinase 6/ β -arrestin 2 and dopamine supersensitivity psychosis in schizophrenia. *Neuropsychiatric disease and treatment*, 1845-1851.
- Oloyede, O. I. (2005). Chemical profile of unripe pulp of carica papaya. *Pakistan journal of nutrition*, 4(6), 379-381.

- Orabi, S. H., & Shawky, S. M. (2014). Effect of date palm (*Phoenix dactylifera*) seeds extracts on hematological, biochemical parameters and some fertility indices in male rats. *International journal of sciences : basic and applied research*, 17(1), 137-147.
- Ouahab A. & Abbane A. (2023) extraction et l'étude des caractéristiques de l'huile de noyau de datte puis utilisation dans la fabrication d'un Savon. (mémoire de master) Université Echahid Echikh Larbi Tebessi -Tebessa.
- Popovici, C., Saykova, I., & Tylkowski, B. (2009). Evaluation de l'activité antioxydant des composés phénoliques par la réactivité avec le radical libre DPPH. *Revue de génie industriel*, 4(8).
- Rahim, G., Qureshi, R., Gulfranz, M., Arshad, M., & Rahim, S. (2012). Preliminary phytochemical screening and ethnomedicinal uses of *teucrium stocksianum* from malakand division. *Journal of medicinal plants research*, 6(5), 704-707.
- Roussas, S., Perraud-Gaime, I., Lakhtar, H., Aouidi, F., Labrousse, Y., Belkacem, N., ... & Artaud, J. (2009). Valorisation biotechnologique des sous-produits de l'olivier par fermentation en milieu solide. *Olivebioteq*, 26(1), 52-59.
- Saker, M. L. & Daddi Bouhoun M., (2007). La phoeniculture Algérienne : situation actuelle, problèmes poses et perspectives de développement. Université de Ouargla, département des sciences agronomiques. *Annales de la faculté des sciences et des sciences de l'ingénieur*, 1(2), 7-7.
- Saryono, Warsinah, Isworo, A. & Sarmoko, (2020). Anti-inflammatory activity of date palm seed by downregulating interleukin-1 β , TGF- β , cyclooxygenase-1 and-2: A study among middle age women. *Saudi Pharmaceutical Journal*, 28(8), 1014-1018.
- Sayah, Z. (2010). Etude comparative des caractéristiques physico-chimiques et biochimiques des dattes de la cuvette de Ouargla. Laboratoire de protection des écosystèmes en zones arides et semi-arides, faculté des sciences de la nature et de la vie.
- Shukla, A., Vats, S., & Shukla, R. K. (2015). Phytochemical screening, proximate analysis and antioxidant activity of *dracaena reflexa* lam. Leaves. *Indian journal of pharmaceutical sciences*, 77(5), 640–644
- Škerget, M., Kotnik, P., Hadolin, M., Hraš, A. R., Simonič, M., & Knez, Ž. (2005). Phenols, proanthocyanidins, flavones and flavonols in some plant materials and their antioxidant activities. *Food chemistry*, 89(2), 191-198.
- Tambou, H., Abdallah, S., & Souddi, M. (2023). Caractérisation morphologique de quelques cultivars du palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) dans la région de Bouda-wilaya d'Adrar (Doctoral dissertation, université Ahmed Draïa-Adrar).

- Teixeira, R. S. S., da Silva, A. S. A., Ferreira-Leitão, V. S., & da Silva Bon, E. P. (2012). Amino acids interference on the quantification of reducing sugars by the 3, 5-dinitrosalicylic acid assay mislead carbohydrase activity measurements. *Carbohydrate research*, 363, 33-37.
- Teow, C. C., Truong, V. D., McFeeters, R. F., Thompson, R. L., Pecota, K. V., & Yencho, G. C. (2007). Antioxidant activities, phenolic and β -carotene contents of sweet potato genotypes with varying flesh colours. *Food chemistry*, 103(3), 829-838.
- Thouri, A., Chahdoura, H., El Arem, A., Omri Hichri, A., Ben Hassin, R., & Achour, L. (2017). Effect of solvents extraction on phytochemical components and biological activities of Tunisian date seeds (var. Korkobbi and Arechti). *BMC complementary and alternative medicine*, 17, 1-10.
- Wachira, S. W. (2024). Factors to consider in development of nutraceutical and dietary supplements. In *Pharmacognosy* (pp. 757-768). Academic Press.

Résumé

Notre étude a été menée sur des noyaux de cinq variétés rares de dattes de la région de Djamaa d'El M'ghair, (Amrane, Tinicine, Takerbouchet, Tantbouchet, et Arechti) afin de caractériser leurs propriétés physicochimiques (taux d'humidité, teneur en cendre, acidité titrable, les éléments minéraux et teneur en matière grasse), biochimiques (les sucres réducteurs et totaux) et la quantification des polyphénols et les flavonoïdes par la méthode colorimétrique de Folin Ciocalteu et Chlorure d'aluminium évaluer l'activité antioxydante par le radical 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyle (DPPH), et screening phytochimique) pour les valoriser. Les résultats des analyses ont dévoilé un % élevé en matière grasse et en magnésium pour la variété (Arechti), en calcium pour la variété (Tantbouchet), et en potassium pour la variété (Omrane). La composition phytochimique, notamment en polyphénols et flavonoïdes, a démontré son importance dans la valorisation des noyaux de dattes, avec des valeurs importantes pour la variété Tinicine. La IC₅₀% la plus efficace pour l'inhibition des radicaux libres a été enregistré pour la variété (Takerbouchet). Les analyses phytochimiques réalisées sur les différents extraits de noyaux de dattes ont mis en évidence la présence de différents métabolites secondaires tels que les tanins, les stérols, les terpénoïdes, les triterpènes, les quinones et les saponines. Ces résultats indiquent que les noyaux de dattes étudiées pourraient être envisagés pour leur potentiel thérapeutique et leur effet antioxydant dans la lutte contre les maladies et peuvent être appliqués dans divers domaines industriels et de santé.

Mots clés : noyaux de dattes, propriétés physicochimiques, propriétés biochimiques, propriétés phytochimiques, valorisation, activité antioxydante, matière grasse.

ملخص:

أجرينا دراستنا على نوى خمس أنواع نادرة من التمور من منطقة جماعة المغير (عمران، تينيسين، تاكربوش، تانتبوش، وأرشتي) بهدف تحديد خصائصها الفيزيائية الكيميائية (محتوى الرطوبة، محتوى الرماد، الحموضة المعيارية، العناصر المعدنية، ومحتوى الدهون) والبيوكيميائية (السكريات المختزلة والإجمالية)، وتحديد كمية البوليفينولات والفلافونويدات باستخدام طرق القياس اللوني لفولين سيكالتيو وكوريد الألمنيوم. قمنا أيضًا بتقييم النشاط المضاد للأكسدة باستخدام الجذر الحر 2,2-ديفينيل-1-بيكريلهايدرازيل (DPPH) وإجراء فحص فيتوكيميائي لتقييم إمكاناتها. أظهرت نتائج التحليل أن نوع أرشتي يحتوي على نسبة عالية من الدهون والمغنيسيوم، ونوع تانتبوش يحتوي على نسبة عالية من الكالسيوم، ونوع عمران يحتوي على نسبة عالية من البوتاسيوم. وأظهرت التركيبة الفيتوكيميائية، وخاصة البوليفينولات والفلافونويدات، أهميتها في تمييز نوى التمر، مع قيم كبيرة لنوع تينيسين. وتم تسجيل أكثر نسبة فعالية لـ IC₅₀% في تثبيط الجذور الحرة لنوع تاكربوش. أظهرت التحليلات الفيتوكيميائية التي أجريت على مستخلصات نوى التمر المختلفة وجود العديد من المستقلبات الثانوية مثل التانينات، الستيرولات، التربينويدات، التريترينينات، الكينونات والصابونينات. تشير هذه النتائج إلى أن نوى التمر المدروسة قد تكون لها إمكانات علاجية وتأثيرات مضادة للأكسدة في مكافحة الأمراض ويمكن تطبيقها في مجالات صناعية وصحية متنوعة.

الكلمات المفتاحية: نوى التمر، الخصائص الفيزيائية الكيميائية، الخصائص البيوكيميائية، الخصائص الفيتوكيميائية، التثمين، النشاط المضاد للأكسدة، محتوى الدهون.

Summary

Our study was conducted on the kernels of five rare date varieties from the Djamaa d'El M'ghair region (Amrane, Tinicine, Takerbouchet, Tantbouchet, and Arechti) to characterize their physicochemical properties (moisture content, ash content, titratable acidity, mineral elements, and fat content), biochemical properties (reducing and total sugars), and to quantify polyphenols and flavonoids using the Folin Ciocalteu and Aluminum Chloride colorimetric methods. We also evaluated the antioxidant activity using the 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) radical and performed phytochemical screening to assess their potential value. The analysis results revealed a high percentage of fat and magnesium for the Arechti variety, calcium for the Tantbouchet variety, and potassium for the Omrane variety. The phytochemical composition, especially polyphenols and flavonoids, demonstrated its importance in valorizing date kernels, with significant values for the Tinicine variety. The most effective IC₅₀% for free radical inhibition was recorded for the Takerbouchet variety. Phytochemical analyses of the various date kernel extracts highlighted the presence of different secondary metabolites such as tannins, sterols, terpenoids, triterpenes, quinones, and saponins. These results indicate that the studied date kernels could be considered for their therapeutic potential and antioxidant effect in combating diseases and can be applied in various industrial and health sectors.

Keywords: date kernels, physicochemical properties, biochemical properties, phytochemical properties, valorization, antioxidant activity, fat content.