



Université Mohamed Khider de Biskra
Faculté des sciences exactes et des sciences de la nature et de
la vie
Département des sciences de la nature et de la vie
Filière : Sciences biologiques

Référence / 2023

MÉMOIRE DE MASTER

Spécialité : Biochimie Appliquée

Présenté et soutenu par :
MEZGHICHE Chaima
MIZAB Yasmine Mabrouka

Le : dimanche 25 juin 2023

Optimisation de technique d'extraction des polyphénols et flavonoïdes à partir des dattes (Cas de trois variétés)

Jury :

Mme. BENAMEUR Nassima	MCB	Université de Biskra	Président
Dr. TRABSA Hayat	MCB	Université de Biskra	Rapporteur
Mme. BELKHARCHOUCHE Hafida	MCB	Université de Biskra	Examineur

Année universitaire : 2022 – 2023

Remerciements

Nous exprimons notre profonde gratitude à **Dieu** pour nous avoir accordé la force, le courage, la santé et la détermination nécessaires pour mener à bien ce travail. Nous reconnaissons sa bienveillance dans notre accomplissement.

Nos sincères remerciements vont tout particulièrement à Madame **Hayat TRABSA**, dont l'encadrement exceptionnel, la patience, la rigueur et la disponibilité ont été d'une importance capitale tout au long de la préparation de ce mémoire. Sans son précieux soutien, ce travail n'aurait pu voir le jour. Nous lui sommes profondément reconnaissants pour son inestimable contribution.

Nous exprimons également notre reconnaissance à **Amel BARKAT**, dont les conseils précieux et l'encouragement constant ont été une aide véritable dans la réalisation de ce travail, depuis ses débuts jusqu'à sa conclusion. Nous lui adressons nos plus sincères remerciements.

Nous tenons à exprimer notre profonde gratitude envers **Dia MEZGHICHE**, qui n'a pas hésité à offrir son assistance de toutes les manières possibles pour accomplir ce travail.

Nous tenons à remercier chaleureusement **les membres du jury** qui ont consacré leur précieux temps à l'examen de ce travail et ont contribué à son amélioration.

Dédicace

Je dédie ce travail avant tout à mes chers parents, **Amani Souad** et **Taher**, qui ont été mes plus grands soutiens tout au long de mon parcours. Votre amour inconditionnel, vos encouragements constants et vos sacrifices ont été les fondations de ma réussite. Je vous suis profondément reconnaissante et je vous dédie cette réalisation avec tout mon amour et ma gratitude infinie.

À mes adorables frères, **Dia** et **Oussama**, vous avez été mes compagnons de vie et mes piliers indéfectibles. Votre soutien inébranlable et votre amour sans faille m'ont permis de surmonter les épreuves. Dans les moments de joie et de tristesse, vous avez toujours été là pour moi. Je vous dédie ce travail en signe de reconnaissance et d'affection éternelle.

À ma chère sœur, **Asma**, et à son mari **Abdel Rahman**, je tiens à vous exprimer ma profonde reconnaissance pour votre présence dans ma vie. **Asma**, tu es une source de bonheur et d'inspiration dans ma vie. Ton soutien inconditionnel, ta présence réconfortante et tes encouragements constants ont été d'une valeur inestimable. Que ta vie soit remplie de réussites, de bonheur et de réalisations. Je t'adresse tout mon amour et ma gratitude infinie, et je dédie ce travail en ton honneur.

À ma chère grand-mère **Massouda** et à toute ma famille, mon binôme et mes amis. ,

Je dédie également ce travail à tous ceux qui ont contribué à sa réalisation, même avec un simple mot de soutien ou une prière sincère.

Chaima

Dédicace

Je dédie ce travail à :

À mon cher père bien-aimé, **Mohammed Salah**, Que Allah lui fasse miséricorde. Il se fatiguait et m'encourageait, mais il est parti avant de voir les fruits de ses efforts. Sans lui, je n'aurais pas atteint ce stade. J'espère avoir réalisé ton souhait. J'ai toujours souhaité que tu sois là le jour de ma remise de diplôme, car cela aurait donné une saveur différente à mon obtention du diplôme.

À ma reine, ma chère mère **Leila**, tu es ce que j'ai de plus précieux dans l'existence, l'amour de mon cœur et la lumière de mon chemin. Celle qui s'est sacrifiée pour moi et a veillé les nuits, qui m'a soutenu et encouragé tout au long de mon parcours scolaire. Tes prières sont le secret de mon succès, tu as une grande part dans la réalisation de mon rêve. Je t'aime, ma tendre mère. Merci, merci mille fois. Que Allah prolonge ta vie.

À mon cher frère **Ahmed Amine**, mon soutien et ma force dans cette vie, celui qui a été à mes côtés dans les moments heureux et les moments difficiles. Merci de m'encourager. Je t'aime, mon gentil frère. Que Allah te protège.

À mes chères sœurs **Imane** et **Romaissa**, compagnes de ma vie et une partie intégrante de celle-ci. Je partage ma joie avec elles. Merci pour votre motivation et vos encouragements. Je vous aime et je vous souhaite réussite et bonheur.

À toute ma famille et à mon binôme

Yasmine Mabrouka

Table des matières

Table des matières	I
Liste des tableaux	IV
Table des figures	V
Liste des abréviations	VII
Introduction	1

Première partie : Synthèse Bibliographique

1 Généralités sur les dattes

1.1	Définition	3
1.2	Classification des dattes	4
1.2.1	Datte molle	4
1.2.2	Datte demi-molle	4
1.2.3	Datte sèche	4
1.3	Variétés des dattes	4
1.3.1	Deglet Nour	4
1.3.2	El-Ghars	5
1.3.3	Mech-Degla	5
1.4	Compositions chimiques des dattes	5
1.4.1	Eau	5
1.4.2	Sucres	6
1.4.3	Protéines et les acides aminés	6
1.4.4	Acides gras	6
1.4.5	Fibres alimentaires	6

1.4.6	Minéraux	6
1.4.7	Vitamines	7
1.4.8	Pigments	7
1.4.9	Enzymes	7
1.4.10	Composés phénoliques	7
2	Composés phénoliques	
2.1	Définition des métabolites végétaux	8
2.2	Généralités sur les composés phénoliques	8
2.3	Intérêt des composés phénoliques	9
2.3.1	Activités biologiques des polyphénols	9
2.3.2	Rôle physiologique des polyphénols	11
2.3.3	Rôle technologique des polyphénols	11
Deuxième partie : Partie expérimentale		
3	Matériel et méthodes	
3.1	Matériel	12
3.1.1	Matériel biologique	12
3.1.2	Matériel chimique	12
3.1.3	Appareillage	12
3.2	Méthodes	12
3.2.1	Préparation de matériel biologique	12
3.2.2	Préparation des extraits bruts des dattes	13
3.2.2.1	Préparation des extraits bruts aqueux	13
3.2.2.2	Préparation des extraits bruts hydro-organiques	15
3.2.3	Rendement de l'extraction	16
3.2.4	Analyses quantitatives des extraits de dattes	16
3.2.4.1	Dosage des polyphénols totaux	17
3.2.4.2	Dosage des flavonoïdes	17
3.2.4.3	Analyses statistiques	17
4	Résultats et discussions	
4.1	Rendement des extractions	18
4.1.1	Rendement des extraits bruts aqueux	18

4.1.2	Rendement des extraits bruts organique	23
4.2	Analyses quantitatives des biomolécules de dattes	26
4.2.1	Dosage des polyphénols totaux	26
4.2.1.1	Dosage des polyphénols totaux des extraits bruts aqueux . . .	27
4.2.1.2	Dosage des polyphénols totaux des extraits bruts organique .	30
4.2.2	Dosage des flavonoïdes	34
4.2.2.1	Dosage des flavonoïdes des extraits bruts aqueux	35
4.2.2.2	Dosage des flavonoïdes des extraits bruts organique	38
	Conclusion	41
	Bibliographie	43
	Annexes	
	Erratum	
	Résumés	

Liste des tableaux

Tableau 2.1 Activités biologiques des composés phénoliques	10
Tableau 3.1 Codes attribués aux différentes régions et variétés de dattes	12
Tableau 3.2 Codes attribués aux différentes méthodes utilisées.	13
Tableau 3.3 Codes attribués aux extraits de dattes obtenus par 5 méthodes d'extraction. . .	17
Tableau 4.1 Rendements obtenus par la décoction de trois plantes médicinales.	21
Tableau 4.2 Meilleure méthode de rendement obtenue pour chaque variété étudiée.	25
Tableau 4.3 Analyse comparative de la teneur polyphénolique de trois variétés de dattes. .	33
Tableau 4.4 Concentration en polyphénols de trois variétés de fruits et légumes.	34
Tableau 4.5 Meilleure méthode de rendement obtenue pour chaque variété étudiée.	34
Tableau 4.6 Analyse comparative de la teneur polyphénolique de trois variétés de dattes. .	40
Tableau 4.7 Concentration des flavonoïdes de quelques variétés de fruits et légumes.	40
Tableau 4.8 Concentration des flavonoïdes des plantes médicinales.	40

Table des figures

Figure 1.1 Coupe longitudinale d'une datte	3
Figure 1.2 Composition de la datte	5
Figure 2.1 Formules brute et chimique d'une fonction phénol.	8
Figure 2.2 Classification chimique des polyphénols.	9
Figure 2.3 Effets biologiques des polyphénols	10
Figure 3.1 Étapes de la préparation de l'extrait brut aqueux par infusion froide	14
Figure 3.2 Etapes de la préparation de l'extrait par une macération hydrométhanoliques. .	16
Figure 4.1 Rendements d'extraction des variétés étudiées par l'infusion froide.	18
Figure 4.2 Rendements d'extraction des variétés étudiées par l'infusion chaude.	19
Figure 4.3 Rendements d'extraction des variétés étudiées par l'infusion chaude.	20
Figure 4.4 Rendements d'extraction assistée par l'autoclave des variétés testées.	22
Figure 4.5 Rendements d'extraction des variétés étudiées par la macération hydrométhanolique.	23
Figure 4.6 Comparaison des résultats des rendements d'extraction des cultivars étudiés. . .	24
Figure 4.7 Courbe d'étalonnage d'interaction de l'acide gallique avec le Folin-Ciocalteu. .	27
Figure 4.8 Concentration des polyphénols dans les extraits bruts aqueux d'infusion froide	27
Figure 4.9 Concentration des polyphénols dans les extraits bruts aqueux d'infusion chaude.	28
Figure 4.10 Concentration des polyphénols dans les extraits bruts aqueux obtenus par la décoction	29
Figure 4.11 Concentration des polyphénols dans les extraits bruts aqueux obtenue par l'extraction assistée par autoclave.	30

Figure 4.12 Concentration des polyphénols dans les extraits bruts organiques obtenues par la macération hydrométhanolique	31
Figure 4.13 Influence des différentes méthodes d'extraction sur la teneur polyphénolique.. . . .	32
Figure 4.14 Courbe d'étalonnage d'interaction de la quercétine avec l'AlCl ₃	35
Figure 4.15 Concentration des flavonoïdes dans les extraits bruts aqueux obtenus par l'infusion froide.	35
Figure 4.16 Concentration des flavonoïdes dans les extraits bruts aqueux obtenus par l'infusion chaude.. . . .	36
Figure 4.17 Concentration des flavonoïdes dans les extraits bruts aqueux obtenus par la décoction.. . . .	37
Figure 4.18 Concentration des flavonoïdes dans les extraits bruts aqueux obtenus par l'extraction assistée par l'autoclave.	37
Figure 4.19 Concentration des flavonoïdes dans les extraits bruts organiques obtenues par la macération hydrométhanolique	38
Figure 4.20 Influence des différentes méthodes d'extraction sur la teneur en flavonoïdes.	39

Liste des abréviations

% : Pourcentage

rpm : Tours par minute

AlCl₃ : Chlorure d'aluminium

EQ : Équivalent de quercétine

EAG : Équivalent acide gallique

T : Tolga

S : Sidi Okba

D : Deglet Nour

M : Mech-Degla

G : Ghars

F : Infusion froide

C : Infusion chaude

O : Décoction

V : Extraction assistée par l'autoclave

H : Macération hydrométhanolique

DT/F : Extrait brut par l'infusion froide de la variété Deglet Nour « Tolga »

MT/F : Extrait brut par l'infusion froide de la variété Mech-Degla « Tolga »

GT/F : Extrait brut par l'infusion froide de la variété El-Ghars « Tolga »

DS/F : Extrait brut par l'infusion froide de la variété Deglet Nour « Sidi Okba »

MS/F : Extrait brut par l'infusion froide de la variété Mech-Degla « Sidi Okba »

GS/F : Extrait brut par l'infusion froide de la variété El-Ghars « Sidi Okba »

DT/C : Extrait brut par l'infusion chaude de la variété Deglet Nour « Tolga »

MT/C : Extrait brut par l'infusion chaude de la variété Mech-Degla « Tolga »

GT/C : Extrait brut par l'infusion chaude de la variété El-Ghars « Tolga »

DS/C : Extrait brut par l'infusion chaude de la variété Deglet Nour « Sidi Okba »

MS/C : Extrait brut par l'infusion chaude de la variété Mech-Degla « Sidi Okba »

GS/C : Extrait brut par l'infusion chaude de la variété El-Ghars « Sidi Okba »

DT/O : Extrait brut par décoction de la variété Deglet Nour « Tolga »

MT/O : Extrait brut par décoction de la variété Mech-Degla « Tolga »

GT/O : Extrait brut par décoction de la variété El-Ghars « Tolga »

- DS/O** : Extrait brut par décoction de la variété Deglet Nour « Sidi Okba »
- MS/O** : Extrait brut par décoction de la variété Mech-Degla « Sidi Okba »
- GS/O** : Extrait brut par décoction de la variété Ghars « Sidi Okba »
- DT/V** : Extrait brut assistée par l'autoclave de la variété Deglet Nour « Tolga »
- MT/V** : Extrait brut assistée par l'autoclave de la variété Mech-Degla « Tolga »
- GT/V** : Extrait brut assistée par l'autoclave de la variété El-Ghars « Tolga »
- DS/V** : Extrait brut assistée par l'autoclave de la variété Deglet Nour « Sidi Okba »
- MS/V** : Extrait brut assistée par l'autoclave de la variété Mech-Degla « Sidi Okba »
- GS/V** : Extrait brut assistée par l'autoclave de la variété El-Ghars « Sidi Okba »
- DT/H** : Extrait brut par macération hydrométhanolique de la variété Deglet Nour « Tolga »
- MT/H** : Extrait brut par macération hydrométhanolique de la variété Mech-Degla « Tolga »
- GT/H** : Extrait brut par macération hydrométhanolique de la variété El-Ghars « Tolga »
- DS/H** : Extrait brut par macération hydro-alcoolique de la variété Deglet Nour « Sidi Okba »
- MS/H** : Extrait brut par macération hydrométhanolique de la variété Mech-Degla « Sidi Okba »
- GS/H** : Extrait brut par macération hydrométhanolique de la variété El-Ghars « Sidi Okba »

Introduction

Introduction

Le palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) est couramment appelé " l'arbre de vie " en raison de sa valeur nutritionnelle significative, de sa productivité élevée et de sa longévité (Anjum *et al.*, 2012). Il joue un rôle essentiel en tant que ressource alimentaire cruciale pour les êtres humains et les animaux, tout en ayant une importance économique et sociale majeure pour les populations des régions sahariennes (Besbes *et al.*, 2004 ; Al-Khayri *et al.*, 2021).

Les palmiers sont des espèces thermophiles qui nécessitent un climat chaud, sec et ensoleillé (Naoui, 2007). Ils occupent une place prépondérante en tant que cultures traditionnelles dans les zones arides et semi-arides (Besbes *et al.*, 2004).

De nos jours, de nombreux pays sont devenus de grands producteurs de dattes, notamment dans les régions du Moyen-Orient, de l'Afrique du Nord, du Sahel méridional et de l'Afrique de l'Est et du Sud (Jaine, 2012). Parmi ces pays, on peut citer l'Arabie saoudite, le Maroc, la Tunisie, l'Égypte, l'Iran, le Pakistan, les États-Unis et notre pays, l'Algérie qui occupe une place importante dans la production de datte avec plus de 18,600,000 de palmiers (Oumane,2019). L'Algérie se positionne en tête de la production mondiale de dattes grâce à son patrimoine phoenicicole riche et diversifié (Daas Amiour *et al.*, 2014). Chaque année, le pays génère une production de dattes estimée entre 300 000 et 320 000 tonnes (Acourene *et al.*, 2001).

La région des Ziban occupe la deuxième place en termes de production de dattes dans l'Algérie après la région de l'Oued-Righ. On estime qu'il existe plus d'une centaine de cultivars de dattes dans cette région. Cependant, parmi les nombreux cultivars répertoriés, seuls trois d'entre eux, à savoir Deglet Nour, Mech-Degla et El-Ghars, présentent une réelle importance économique (Acourene *et al.*, 2001). Ces variétés de dattes, se distinguent par leur goût délicieux et leur texture agréable, ce qui en fait les meilleurs choix parmi toutes les autres variétés de dattes.

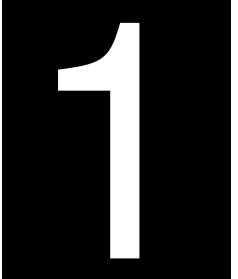
Les dattes sont une excellente source d'énergie rapide grâce à leur teneur élevée en glucides, principalement en fructose et en glucose, qui sont facilement assimilés par l'organisme humain (Al-Farsi *et al.*, 2007). De plus, les dattes contiennent d'autres composants organiques essentiels tels que les protéines, les minéraux, les fibres, les lipides, les vitamines, et une teneur élevée en composés phénoliques (Mimouni, 2009). Les chercheurs ont porté un grand intérêt à ces composés phénoliques dans de nombreuses études en raison de leurs propriétés biologiques importantes. Ces métabolites secondaires offrent des avantages pour la santé humaine, notamment en ce qui concerne la protection contre diverses maladies, en particulier les maladies cardiovasculaires (Telli *et al.*, 2010).

L'extrait brut de datte renferment une multitude de composés actifs. L'exploration de ces principes actifs ouvre de nouvelles perspectives pour exploiter leur potentiel thérapeutique et nutritionnel. Il est nécessaire d'utiliser une méthode d'extraction efficace lors de l'extraction de ce dernier, de manière à préserver les composants d'intérêt sans les altérer. Quelle que soit la méthode utilisée, l'extrait final représente une concentration des composés présents initialement dans la matière première (Boukhatem *et al.*,2019).

En raison du manque des recherches comparatives sur les différentes méthodes d'extraction, nous avons réalisé une étude comparative portant sur cinq techniques d'extraction solide-liquide distinctes : infusion froide, infusion chaude, décoction, l'extraction assistée par l'autoclave et la macération hydro-organique de trois variétés de dattes : Deglet Nour, Mech-Degla et El-Ghars, récoltées dans deux régions différentes, Tolga et Sidi Okba « Wilaya de Biskra ».

Dans ce contexte, notre objectif de recherche consiste à étudier l'impact de ces méthodes sur le rendement d'extraction, ainsi que sur le dosage des polyphénols et des flavonoïdes. Ce mémoire est divisé en trois parties distinctes. La première partie est consacrée à la recherche bibliographique qui aborde les généralités sur les dattes et les composés phénoliques. La deuxième partie présente les différents matériels et méthodes utilisés dans notre étude. Enfin, la troisième partie expose les résultats obtenus dans cette étude ainsi que la discussion de nos résultats par rapport à d'autres études.

Première partie :
Synthèse Bibliographique

Chapitre 

Généralités sur les dattes

‘Biodiversity is a true wealth for humanity’

Mr. Edward O. Wilson

1.1 Définition

La datte, fruit du palmier dattier, est généralement une baie de forme allongée, oblongue ou arrondie. Elle se compose d'un noyau dure entouré de chair, appelée aussi pulpe, qui est la partie comestible de ce fruit, est constituée de :

- Un péricarpe, qui est une fine enveloppe cellulosique appelée communément "peau".
- Le mésocarpe de la datte est habituellement de couleur sombre et sa consistance peut varier en fonction de sa teneur en sucre.
- L'endocarpe de la datte est de couleur plus claire et présente une texture fibreuse. Il peut parfois être réduit à une membrane parenchymateuse qui entoure le noyau.

Les dattes peuvent présenter des dimensions très variables, avec une longueur allant de 2 à 8 cm et un poids allant de 2 à 8 grammes selon la variété. Leur couleur peut varier du blanc jaunâtre au noir en passant par différentes nuances d'ambre ou de rouge, plus ou moins foncées (Noui,2007). La figure 1.1 représente la morphologie de datte.

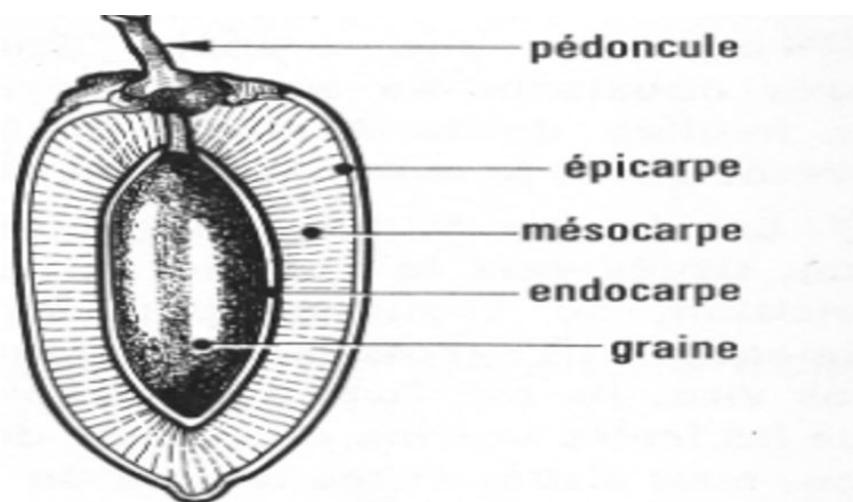


FIGURE 1.1 – Coupe longitudinale d'une datte (Daas Amiour, 2009).

La partie non comestible de la datte est le noyau, qui est également appelé "graine". Le noyau a une forme allongée et sa taille peut varier selon les variétés de dattes. En moyenne, il pèse environ un gramme et représente entre 7 et 30% du poids total de la datte (Adrar, 2016). Il est entouré d'une membrane appelée endocarpe qui le sépare de la partie charnue de la datte qui est consommée (El-sharabasy et Rizk, 2019).

Le noyau de datte se compose d'un embryon circulaire enfoncé ou non (Toutain, 1967), ainsi que d'un albumen dure et corné, protégé par une enveloppe cellulosique (Adrar,2016).

1.2 Classification des dattes

Les dattes sont classées en trois catégories : molles, demi-molles et sèches (Booji *et al.*, 1992) selon leur consistance (Benchelah et Maka, 2006).

1.2.1 Datte molle

Les dattes molles sont riches en sucres invertis tels que le fructose et le glucose, et ont un taux d'humidité supérieur ou égal à 30% (Benahmed Djilali, 2012). Elles sont caractérisées par une texture fibreuse (Sayah et Ould El-Hadj, 2010), et sont présentes dans certaines variétés telles que EL-Ghars (Algérie), Barhi (Irak) et Boufegous (Maroc) (Harrak et Boujnah, 2012).

1.2.2 Datte demi-molle

Les dattes demi-molles ont une texture élastique et visqueuse (Toutain, 1967), avec un taux d'humidité compris entre 20 et 30% (Benahmed Djilali, 2012). Parmi les exemples de variétés de dattes demi-molles, on peut citer la Deglet Nour (Algérie), la Zahidi (Irak) et la Majhoul (Maroc) (Harrak et Boujnah, 2012).

1.2.3 Datte sèche

Les dattes sèches sont dures et ont une texture solide (Toutain, 1967) avec un taux d'humidité inférieur à 20%. Elles sont une source importante de saccharose (Benahmed Djilali, 2012). Elles ont une apparence farineuse (Taouda *et al.*, 2014). Par exemple, on peut citer les variétés Degla Beida (Algérie), Ademon (Maroc) et Kentichi (Tunisie) (Harrak et Boujnah, 2012).

1.3 Variétés des dattes

En Algérie, il existe plus de 800 variétés différentes de dattes (Benzouche et Cheriet, 2012). Parmi les variétés les plus courantes, on peut citer :

1.3.1 Deglet Nour

La variété de dattes de premier choix représente effectivement 47% de la production nationale en Algérie (Benahmed Djilali, 2012). Cette datte a une texture demi-molle. Elle est oblongue, de couleur marron, avec une surface lisse et très translucide (Lemaistre, 1948). La Deglet Nour est en effet considérée comme l'une des meilleures dattes dans le monde entier, particulièrement dans les pays européens et méditerranéens, en raison de son apparence, de son onctuosité, de sa saveur et de son arôme (Munier, 1974).

1.3.2 El-Ghars

La variété la plus répandue parmi les dattes communes molles est El-Ghars. Elle se présente sous forme de fruits oblongs mesurant entre 4 et 5 cm de long, avec une pulpe molle, une chair sombre, abondante et sucrée. Les arbres sont très productifs et peuvent produire entre 10 et 24 régimes pesant chacun environ 50 kg (Camps, 1995).

1.3.3 Mech-Degla

Les dattes de la variété Mech-Degla, également connues sous le nom de « dattes blanches », ont une texture sèche et une chair dure. Elles sont très appréciées par les nomades car elles se conservent longtemps et sont faciles à transporter (Camps, 1995).

1.4 Compositions chimiques des dattes

La datte est un fruit riche en composés bioactifs, ce qui la rend très intéressante en termes de valorisation (Tajini *et al.*, 2020). D'après Estanove (1990), la datte est constituée, tel qu'illustré dans la figure 1.2, d'eau ainsi que de sucres comme le glucose, le fructose et le saccharose, et de non sucres tels que des protéines, des lipides, de cellulose, des sels minéraux, des enzymes et des vitamines.

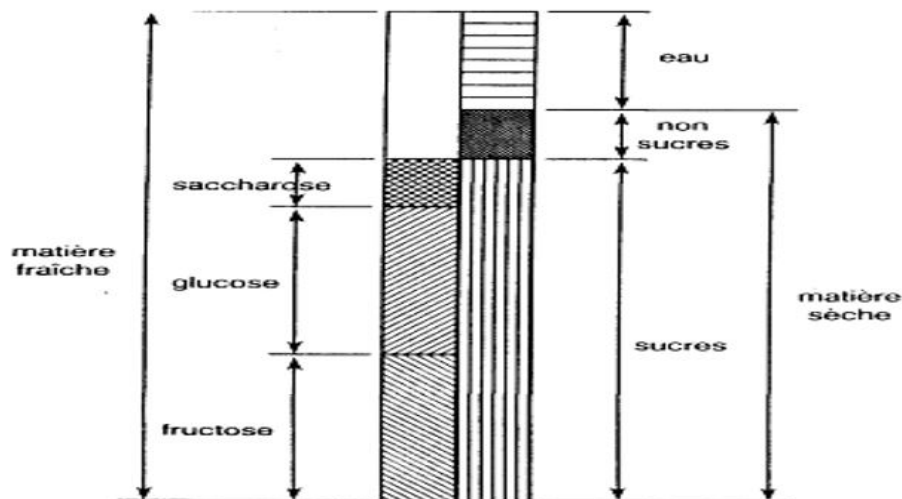


FIGURE 1.2 – Composition de la datte (Estanove, 1990).

1.4.1 Eau

La teneur en eau varie en fonction de différents facteurs tels que la variété, le stade de maturation et le climat. Elle peut varier de 8 à 30% du poids de la chair fraîche, avec une moyenne d'environ 19% (Noui, 2007). Selon Booij *et al.*, (1992), la teneur en eau des dattes diminue de la phase verte à la phase de maturité.

1.4.2 Sucres

La pulpe de datte est connue par sa teneur élevée en sucre (Elleuch *et al.*, 2008), ce qui en fait une source d'énergie (El Arem *et al.*, 2011). Cette teneur en sucre peut varier de 50% à 88% du poids total en fonction de la variété de datte (Aljaloud *et al.*, 2020). Les sucres présents dans les dattes sont principalement des sucres réducteurs tels que le glucose et le fructose, ainsi que des sucres non réducteurs comme le saccharose (Al-Shahib et Marshall, 2003).

1.4.3 Protéines et les acides aminés

Selon Benchabane (2007), la pulpe de datte contient entre 1% et 3% de protéines et renferme 23 types d'acides aminés différents (Ashraf et Hamidi-Esfahani, 2011). Abou-Zeid *et al.*, (1991) ont démontré que la teneur en protéines dans les noyaux de datte est supérieure à celle de la pulpe.

1.4.4 Acides gras

Les dattes ont une faible teneur en lipides, avec un pourcentage variant entre 0,43% et 1,9% de leur poids frais (Chniti, 2015). Les graines et la pulpe des dattes contiennent des acides gras saturés tels que l'acide caprique, l'acide laurique, l'acide myristique, l'acide palmitique, l'acide stéarique, etc., ainsi que des acides gras insaturés tels que l'acide palmitoléique, l'acide oléique, l'acide linoléique et l'acide linoléique (Al-Shahib et Marshall, 2002).

1.4.5 Fibres alimentaires

Les dattes sont considérées comme une source importante de fibres, variant de 8,1% à 12,7% de leur poids sec (Al-Shahib et Marshall, 2002). Selon Benchabane (1996), les composants de la paroi cellulaire de la datte comprennent notamment la pectine, la cellulose, l'hémicellulose et la lignine.

1.4.6 Minéraux

Selon Amellal-Chibane (2008), la datte est l'un des fruits les plus riches en minéraux essentiels tels que le potassium, le magnésium, le phosphore, le sodium et le calcium. Il y a également du bore, du calcium, du cobalt, du cuivre, du fluor, du manganèse, du sélénium et du zinc dans les dates (Mohamed, 2000; Al-shahib et Marshall, 2003; Chaira *et al.*, 2007; Al-Farsi et Lee, 2008), ce qui lui confère une grande valeur nutritionnelle et diététique (Chniti, 2015).

1.4.7 Vitamines

Selon Aslam *et al.*, (2013), les dattes contiennent des quantités variables de vitamines du groupe B, notamment la B1 (chlorhydrate de thiamine), la B2 (riboflavine), la B3 (nicotinamide), la B5 (acide pantothénique), la B6 (chlorhydrate de pyridoxine), la B9 (acide folique) et la B12 (cyanocobalamine), ainsi que de la vitamine C (Mrabet *et al.*, 2008).

1.4.8 Pigments

Les pigments présents dans les dattes comprennent la chlorophylle, le carotène et les anthocyanes, qui donnent respectivement des teintes de vert, jaune et rouge (Ashraf et Hamidi-Esfahani, 2011).

1.4.9 Enzymes

Lors de la formation et de la maturation des fruits de datte, les processus de conversion sont largement influencés par les enzymes, telles que l'invertase, les polygalacturonases et pectinesterases, les polyphénoloxydases et les peroxydases (Laouini, 2014).

1.4.10 Composés phénoliques

Les dattes sont une source bénéfique d'antioxydants naturels (Al-Farsi *et al.*, 2007). Leur activité antioxydante est principalement attribuée à la présence de composés phénoliques tels que les acides cinnamiques et les flavonoïdes comme les flavones, flavonols et flavanones (Vayalil, 2002; Mansouri *et al.*, 2005), ainsi qu'à leur teneur élevée en tanins (Naskar *et al.*, 2010).

Chapitre **2**

Composés phénoliques

‘Biology is an amazing science that opens doors to understanding a complex and beautiful world at the same time’

Ms. Susan Lindsey

2.1 Définition des métabolites végétaux

Les phytochimiques sont des molécules issues de végétaux qui peuvent avoir des propriétés bénéfiques pour la santé (Al-Alawi *et al.*, 2017). Divisés en deux groupes distinctes : les métabolites primaires et les métabolites secondaires (Thatoi et Patra, 2011 ; Dias *et al.*, 2012).

Les métabolites primaires regroupent les glucides, les lipides et les protéines, qui sont présents de manière ubiquitaire dans les êtres vivants et absolument indispensables à leur développement et leur survie (Le Pogamet *et al.*, 2015).

Les métabolites secondaires comprennent trois grands groupes : les terpénoïdes, les alcaloïdes et les composés phénoliques (Kabera *et al.*, 2014). Ces éléments n'ont pas un rôle direct dans la croissance des plantes, mais sont impliqués dans l'adaptation des végétaux à leur environnement (Royer, 2013).

2.2 Généralités sur les composés phénoliques

Les polyphénols sont des métabolites secondaires complexes (Collin et Crouzet, 2011) qui comprennent des milliers de molécules différentes (Albrecht *et al.*, 1999). Ces molécules sont ubiquitaires dans les plantes (Richard *et al.*, 2014).

Les polyphénols sont synthétisés par deux voies métaboliques distinctes : la voie du shikimate et la voie de l'acétate (Bravo, 1998).

Selon Vermeris et Nicholson (2007), les polyphénols sont définis par la présence d'un ou plusieurs cycles aromatiques, aussi appelés cycles benzéniques, attachés à un ou plusieurs groupes hydroxyle phénoliques (figure 2.1). Ces groupes hydroxyle peuvent être soit libres, soit impliqués dans d'autres fonctions chimiques différentes telles que l'éther, le méthyle, l'ester ou le sucre (Aoudi, 2012).

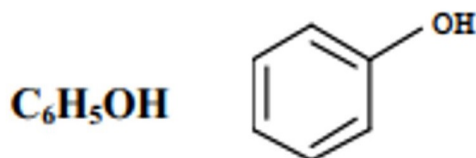


FIGURE 2.1 – Formules brute et chimique d'une fonction phénol (Aoudi,2012).

Selon Durazzo *et al.*, (2019), on peut distinguer principalement deux groupes de polyphénols (figure 2.2) : les flavonoïdes (anthocyanes, flavanols, flavanones, flavonols, flavonones et isoflavones) et les non-flavonoïdes (acides phénoliques, xanthones, stilbènes, lignanes et tannins), ainsi que leurs dérivés qui ont subi des modifications chimiques ou une polymérisation (Williamson, 2017).

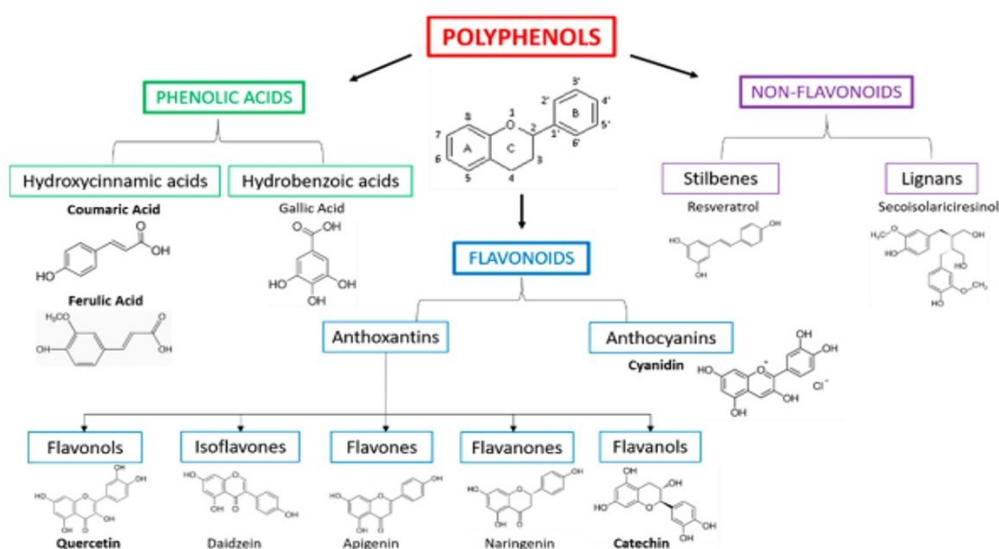


FIGURE 2.2 – Classification chimique des polyphénols (Beconcini et al., 2020).

2.3 Intérêt des composés phénoliques

2.3.1 Activités biologiques des polyphénols

Les polyphénols ont un potentiel dans la prévention de maladies chroniques telles que le cancer, l'ostéoporose, le diabète sucré et les maladies neurologiques (Daglia, 2012). Ce potentiel est attribué en premier lieu à leurs propriétés antioxydantes, en tant que piègeurs de radicaux libres (anti-radicalaires) et chélateurs de métaux, suivis de leur capacité à inhiber ou à réduire diverses enzymes telles que la télomérase (Naasani et al., 2003), la cyclooxygénase (O'Leary et al., 2004; Hussain et al., 2005) et la lipoxygénase (Schewe et al., 2001; Sadik et al., 2003).

De plus, les polyphénols ont des activités anti-inflammatoires (Muanda, 2010), antimicrobiennes (Xia et al., 2010), antitumorales (Nani et al., 2019), antifongiques (Sitheeque et al., 2009), anticancéreuses (Fantini et al., 2015), antivirales (Kamboj et al., 2012) et anti-angiogéniques (Beconcini et al., 2020), anti-allergènes (Martin et Andriantsitohaina, 2002). En outre, ils assurent la protection du système cardiovasculaire (Munin et Edwards-Lévy, 2011) et du système digestif (Bentrad et Hamida-Ferhat, 2020).

La figure 2.3 schématise d'autres activités polyphénoliques et le tableau 2.1, présente les activités biologiques des composés phénoliques.

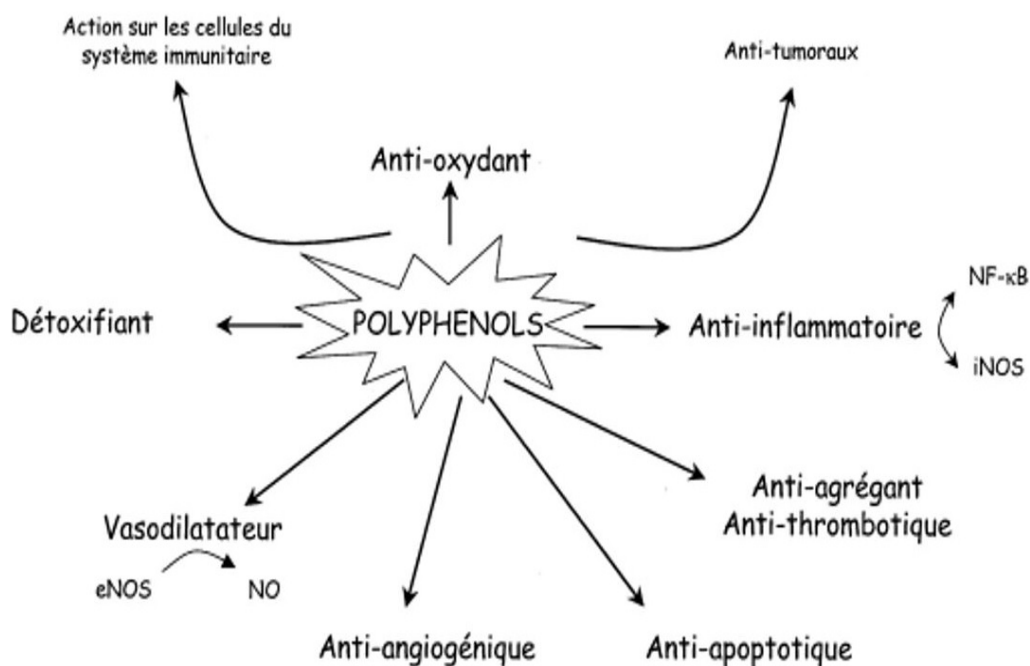


FIGURE 2.3 – Effets biologiques des polyphénols (Martin et Andriantsitohaina, 2002).

TABLEAU 2.1 – Activités biologiques des composés phénoliques (Bahorun, 1997).

Polyphénols	Activités
Acides phénols (cinnamique et benzoïque)	Antibactériennes Antifongiques Antioxydantes
Coumarines	Protectrices vasculaires et antioedémateuses
Flavonoïdes	Antitumorales Anti-carcinogène Anti-inflammatoires Hypotenseurs et diurétiques Antioxydantes
Anthocyanes	Protectrices capillaro-veineux
Proanthocyanidines	Effets stabilisants sur le collagène Antioxydantes Antitumorales Antifongiques Anti-inflammatoires
Tanins galliques et catéchiques	Antioxydantes

2.3.2 Rôle physiologique des polyphénols

Les polyphénols sont des composés bioactifs qui jouent un rôle crucial dans la physiologie des végétaux (Macheix *et al.*, 2005). Ils sont impliqués dans divers processus tels que la rhizogenèse (Boizot et Charpentier, 2006), la vitrification (Kevers *et al.*, 1984), ainsi que la résistance aux stress biotiques ou abiotiques (Matern et Kneusel, 1988 ; Dicko *et al.*, 2005).

Les polyphénols agissent également comme agents protecteurs contre les ravageurs et les pathogènes présents dans le sol (Makoi et Ndakidemi, 2007), tels que les microbes et les champignons (Elie, 2022).

D'après Hadi (2004), les flavonoïdes sont des composés naturels produits par les plantes, responsables de la pigmentation des fleurs, fruits et feuilles. Ils ont la capacité de protéger les tissus contre les dommages causés par les rayonnements UV, tout en jouant un rôle important dans la germination du pollen (Mo *et al.*, 1992 ; Pollak *et al.*, 1993).

Selon Daayf *et al.* (2003), les composés phénoliques jouent un rôle essentiel dans la protection contre la maladie du Bayoud, qui est considérée comme la principale menace pour les palmiers (Essarioui et Sedra, 2017). Le Bayoud est une maladie fongique causée par *Fusarium oxysporum* (El Modafar, 2010).

2.3.3 Rôle technologique des polyphénols

Les polyphénols ont une grande influence sur les caractéristiques sensorielles et alimentaires des aliments d'origine végétale. La quantité de polyphénols présente dans les aliments et les boissons peut affecter leur goût amer ou astringent (Lugasi *et al.*, 2003).

Les fruits non mûrs ont une sensation d'astringence due à la présence de tanins, tandis que l'amertume des agrumes est causée par les flavanones. Par ailleurs, les flavanones peuvent subir une transformation chimique pour donner naissance à des dihydrochalcones à saveur sucrée (Bahorun, 1997).

La sensation d'astringence est associée à la polymérisation des tanins, car la diminution de cette sensation lors de la maturation des fruits est due à une augmentation de la polymérisation des tanins (Peronny, 2007).

Deuxième partie :
Partie expérimentale

Chapitre **3**

Matériel et méthodes

‘The scientific truth lies in the power of doubt and the ability to question.
The ongoing search for answers is what drives biologists forward’.

Mr. Sydney Brenner

3.1 Matériel

3.1.1 Matériel biologique

Afin d'effectuer notre travail, nous avons collecté trois lots de dattes de 1 kg, du marché de chaque région : Tolga et Sidi Okba, Wilaya de Biskra, chaque lot représentant une variété différente. Les variétés sélectionnées sont les suivantes : Mech-Degla, Deglet-Nour et El-Ghars (tableau 3.1).

Les échantillons sont nettoyés de toutes impuretés avant d'être conservés dans un congélateur à une température de -18°C jusqu'à leur analyse (Benchabane *et al.*, 2000) afin de maintenir les propriétés initiales de l'échantillon et de prévenir toute altération susceptible d'affecter ses caractéristiques (Ferradji *et al.*, 2008).

TABLEAU 3.1 – Codes attribués aux différentes régions et variétés de dattes.

Régions	Code	Variétés	Code
Tolga	T	Mech-Degla	M
Sidi Okba	B	Deglet-Nour	D
		El-Ghars	G

3.1.2 Matériel chimique

Les produits utilisés pour la réalisation de ce travail sont : Méthanol (HONEYWELL), Carbonate de sodium (ANALAR NORMAPUR), Folin-Ciocalteu et Chlorure d'aluminium ont été obtenues de BIOCHEM, Acide gallique et Quercétine ont été obtenues de SIGMA.

3.1.3 Appareillage

Rotavapeur (HEIDOLPH), plaque chauffante (ISOLAB), balance de précision (KERN220-5DM), balance numérique (KERN 440-33N), centrifugeuse (SIGMA), agitateurs magnétique (FALC), autoclave (EURONDA), vortex (VELP SCIENTIFICA), spectrophotomètre UV-Visible (UV-2005 J.P.SELECTA) et centrifugeuse réfrigérée (HETTICHMIKRO 200 R).

3.2 Méthodes

3.2.1 Préparation de matériel biologique

Les trois variétés de dattes, choisies pour chaque région, ont été dénoyautées et découpées en petits morceaux et broyées afin de faciliter l'extraction des molécules d'intérêt.

3.2.2 Préparation des extraits bruts des dattes

Dans le cadre de cette étude, on a utilisé cinq techniques d'extraction solide-liquide (tableau 3.2) qui sont : infusion froide, infusion chaude, décoction, l'extraction assistée par l'autoclave et la macération hydro-alcoolique avec du méthanol à 80% puis 50%. De plus, nous avons fixé les mêmes paramètres scientifiques pour toutes les méthodes tels que : le degré de broyage et l'agitation.

TABLEAU 3.2 – Codes attribués aux différentes méthodes utilisées.

Méthodes	Codes
Infusion froide	F
Infusion chaude	C
Décoction	O
Extraction assistée par l'autoclave	V
Macération hydrométhanolique	H

3.2.2.1 Préparation des extraits bruts aqueux

Quatre méthodes d'extraction ont été utilisées dans cette étude pour extraire la majorité des molécules solubles dans l'eau : infusion froide, infusion chaude, décoction et extraction assistée par l'autoclave.

A) Infusion froide

L'extraction par infusion froide a été réalisée selon le protocole de Bohui *et al.*, (2018) avec quelques modifications. Pour chaque variété de datte, 20 g de pulpe ont été ajoutés dans 200 ml d'eau distillée. Le mélange a été agité à une température de 4°C pendant 24 heures. Après la filtration, le premier filtrat a été conservé à 4°C, tandis que le précipité a également été mis dans 200 ml d'eau distillée. Les mêmes étapes ont été répétées pour extraire le maximum de molécules d'intérêt. Les deux filtrats ont été mélangés (figure 3.1) et centrifugés à 4500 rpm / 20min. Après avoir obtenu le surnageant, celui-ci a été évaporé à 40°C à l'aide d'un rotavapor, puis séché à 45°C et conservé à 4°C.

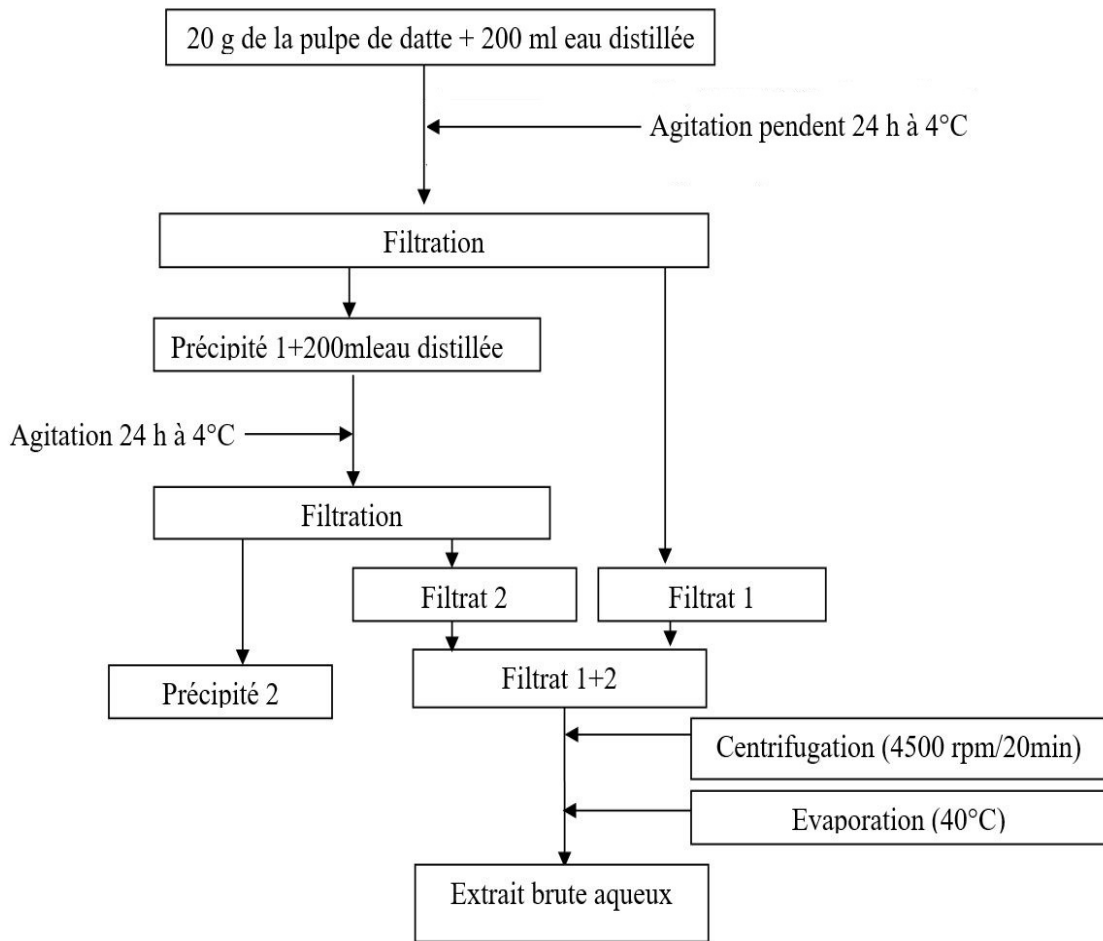


FIGURE 3.1 – Etapes de la préparation de l'extrait brut aqueux par infusion froide.

B) Infusion chaude

L'extraction par infusion chaude a été réalisée selon le protocole de Dembélé *et al.*, (2022) avec quelques modifications. Pour chaque infusion, 20 g de pulpe de datte de chaque variété ont été infusés dans 200 ml d'eau distillée chaude. Après refroidissement du mélange, le filtrat obtenu a été soumis à une centrifugation à 4500 rpm (20 minutes). Le surnageant obtenu a été évaporé à l'aide d'un rotavapor à 40°C, puis séché dans une étuve à 45°C, et enfin les extraits obtenus ont été conservés à 4°C.

C) Décoction

L'extraction par décoction a été réalisée selon le protocole de Niyonzima *et al.*, (1993) avec quelques modifications. Tout d'abord, 20 g de pulpe de datte de chaque variété ont été introduits dans 200 ml d'eau distillée. Ensuite, le mélange a été porté à ébullition pendant 20 minutes à 100°C. Après cela, le mélange a été laissé à refroidir pendant 15 minutes, puis filtré à l'aide d'un papier filtre. Le filtrat obtenu a été centrifugé à 4500 rpm pendant 20 minutes. Le surnageant ont ensuite été évaporé au rotavapor à une température de 40°C, puis séché dans une étuve à 45°C, et conservé à 4°C dans des flacons stériles jusqu'à leur utilisation ultérieure.

D) Extraction assistée par l'autoclave

L'autoclave est un dispositif sous pression de vapeur, composé principalement d'un générateur de vapeur et d'une chambre (Babahya, 2020). Il permet de maintenir la pression et la température à des niveaux régulés (Dupuy, 2018). Pour effectuer l'extraction à l'aide d'un autoclave, 20 g de pulpe de chaque variété de datte ont été ajoutés à 200 ml d'eau distillée. La solution aqueuse obtenue a été répartie dans des flacons stériles, puis introduite dans l'autoclave avec 3 cycles à 120°C pendant 20 minutes. Après que le mélange a été refroidi et filtré, le filtrat obtenu a été centrifugé à 4500 rpm pendant 20 minutes. Le surnageant obtenu a été évaporé à 40°C, puis séché dans une étuve. Enfin, les extraits obtenus ont été conservés à 4°C.

3.2.2.2 Préparation des extraits bruts hydro-organiques

Pour effectuer l'extraction des molécules d'intérêt par des solvants organiques, on a réalisé dans cette étude une macération hydro-alcoolique avec du méthanol (80/50% respectivement). L'extraction par la macération hydrométhanolique a été réalisée selon le protocole de Fadili *et al.*, (2017) avec certaines modifications. 10 g de pulpe de chaque variété de datte ont été macérés dans 100 ml de méthanol 80%. Le mélange a été maintenu sous agitation à une température de 4°C pendant 24 heures. Après la filtration, le premier filtrat a été conservé à une température de 4°C, tandis que le résidu a été soumis à une deuxième macération dans 100 ml de méthanol (50%) sous les mêmes conditions. Les deux filtrats ont été combinés (figure 3.2) et centrifugés à 4500 rpm pendant 20 minutes. Ensuite, les extraits hydrométhanoliques obtenus après la centrifugation ont été soumis à une évaporation à 40°C pour éliminer autant de solvant que possible (Mau *et al.*, 2004) et séchés à 45°C. Finalement, ont été conservés à 4°C jusqu'à leur utilisation.

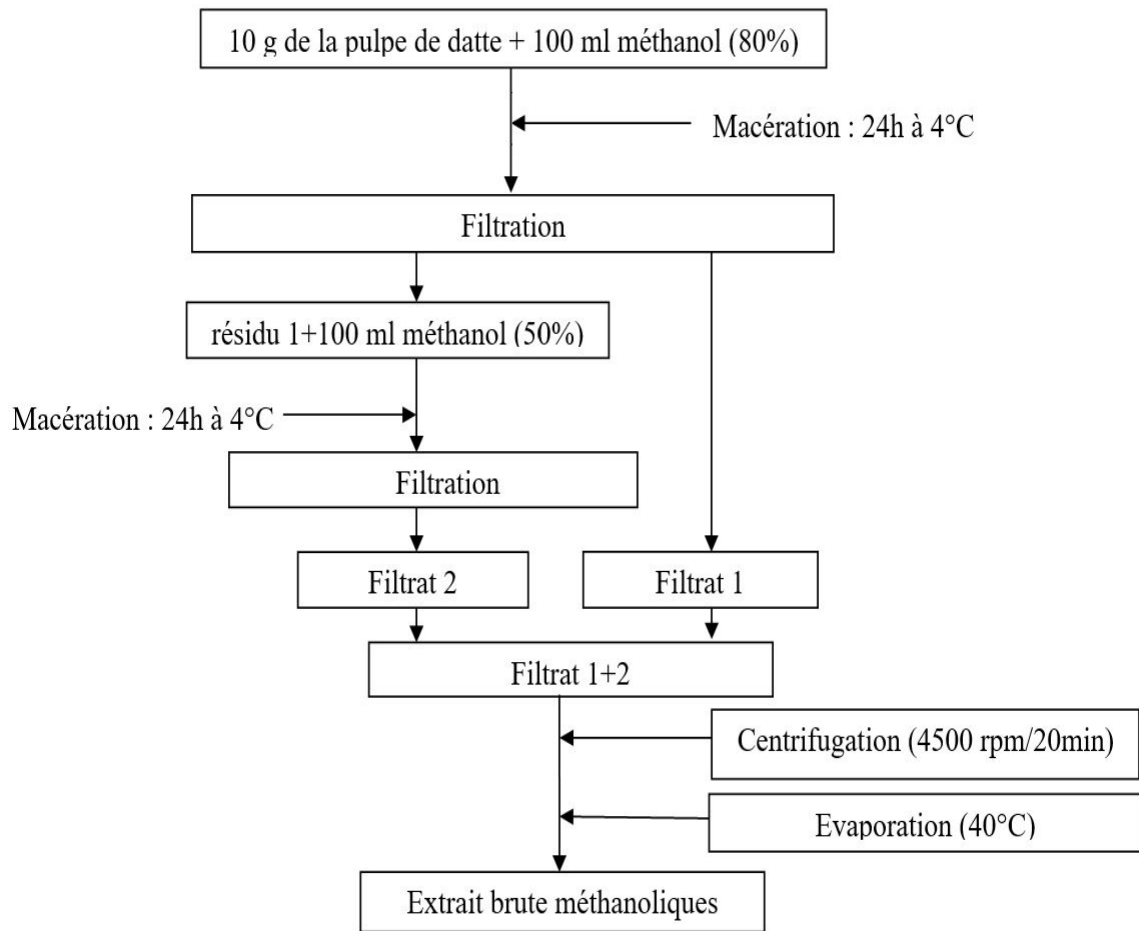


FIGURE 3.2 – Etapes de la préparation de l'extrait par une macération hydrométhanoliques.

3.2.3 Rendement de l'extraction

On a utilisé la formule suivante afin de calculer le rendement de l'extrait aqueux et hydro méthanolique obtenus après le séchage (Tamert et Latreche,2016) :

$$\text{Rendement (\%)} = \frac{\text{Masse d'extrait séché en g}}{\text{Masse du matériel végétal à utiliser en g}} \times 100$$

3.2.4 Analyses quantitatives des extraits de dattes

Les 30 extraits de dattes différents (tableau 3.3) ont été dosés afin de quantifier les teneurs en polyphénols et en flavonoïdes.

TABLEAU 3.3 – Codes attribués aux extraits de dattes obtenus par 5 méthodes d'extraction.

Méthode \ Variétés	Variétés				
	In. froide	In. chaude	Décoction	Ex. par l'autoclave	Macération
Deglet Nour (T)	DT/F	DT/C	DT/O	DT/V	DT/H
Mech-Degla (T)	MT/F	MT/C	MT/O	MT/V	MT/H
Ghars (T)	GT/F	GT/C	GT/O	GT/V	GT/H
Deglet Nour (S)	DS/F	DS/C	DS/O	DS/V	DS/H
Mech-Degla (S)	MS/F	MS/C	MS/O	MS/V	MS/H
Ghars (S)	GS/F	GS/C	GS/O	GS/V	GS/H

3.2.4.1 Dosage des polyphénols totaux

La quantification de la teneur des polyphénols de 30 extraits obtenus a été réalisée à l'aide du réactif de Folin-Ciocalteu, selon la méthode décrite par Trabsa *et al.*, (2015). Pour évaluer la quantité de polyphénols totaux, 100 µL de chaque échantillon dilué ont été mélangés à 0,5 ml de réactif de Folin-Ciocalteu (1 :10 v/v). Après 4 minutes, 400 µL de solution de carbonate de sodium à une concentration de 75 g/L ont été ajoutés. Ensuite, les échantillons ont été incubés à température ambiante à l'abri de la lumière pendant 1 heure. La présence de polyphénols totaux a été détectée par l'apparition d'une coloration bleue (Ghedadba *et al.*, 2015), qui a été mesurée par Spectrophotomètre à une absorption de 765 nm. La concentration des composés phénoliques de chaque extrait a été exprimée en microgrammes d'équivalent acide gallique par milligramme d'extrait (µg EAG/mg d'extrait), en utilisant une gamme d'étalonnage de l'acide gallique (1-200 µg/ml) comme référence.

3.2.4.2 Dosage des flavonoïdes

Le protocole utilisé pour déterminer les taux de flavonoïdes dans les différents extraits est celui décrit par Trabsa *et al.*, (2014). 500 µl (0,5 ml) de chaque échantillon dilué ont été mélangés avec 0,5 ml de solution de chlorure d'aluminium (AlCl₃) (2%). Les échantillons ont été incubés à température ambiante pendant 15 minutes, puis centrifugés à 14000 rpm (10 minutes). Ensuite, l'absorbance a été mesurée à 430 nm par rapport à un blanc de méthanol. Les résultats ont été rapportés en µg d'équivalent de quercétine par mg d'extrait(µg EQ / mg d'extrait), en utilisant une gamme d'étalonnage de la quercétine qui a été établie avec différentes concentrations allant de 1 à 80 µg/ml.

3.2.4.3 Analyses statistiques

La représentation graphique des données et l'analyse statistique ont été réalisées à l'aide des logiciels Microsoft Office Excel 2016 et SPSS V.20.0.

Chapitre **4**

Résultats et discussions

‘Nothing in biology makes sense except in the light of evolution’.

Mr. Theodosius Dobzhansky

4.1 Rendement des extractions

L'extraction joue un rôle crucial dans la séparation et la récupération des principes actifs (Bohui *et al.*, 2018). Le principe d'extraction solide-liquide repose sur les solubilités des molécules présentes dans une matière végétale lorsqu'elles sont en contact avec un solvant spécifique (Penchev, 2010). L'efficacité de l'opération d'extraction est influencée par plusieurs facteurs, notamment la nature, la quantité de solvant utilisé, qu'il s'agisse d'eau (extraction aqueuse) ou d'un solvant organique (extraction organique), la température, la durée de l'extraction, le nombre de cycles d'extraction effectués (Mhiri, 2015), ainsi que la variété étudiée.

4.1.1 Rendement des extraits bruts aqueux

Afin de déterminer et comparer les rendements des extraits bruts aqueux de trois variétés de dattes : Deglet Nour (D), Mech-Degla (M) et El-Ghars (G) récoltées dans deux régions différentes, Tolga (T) et Sidi Okba (S), nous avons effectué quatre méthodes d'extraction aqueuse différentes : infusion froide (F), infusion chaude (C) décoction (O) et l'extraction assistée par l'autoclave (V).

A) Infusion froide

L'infusion froide est définie comme un processus d'extraction des molécules hydrosolubles dans l'eau froide, avec une agitation continue pendant une durée précise. La figure 4.1 présente les différents résultats de rendements obtenus dans cette méthode.

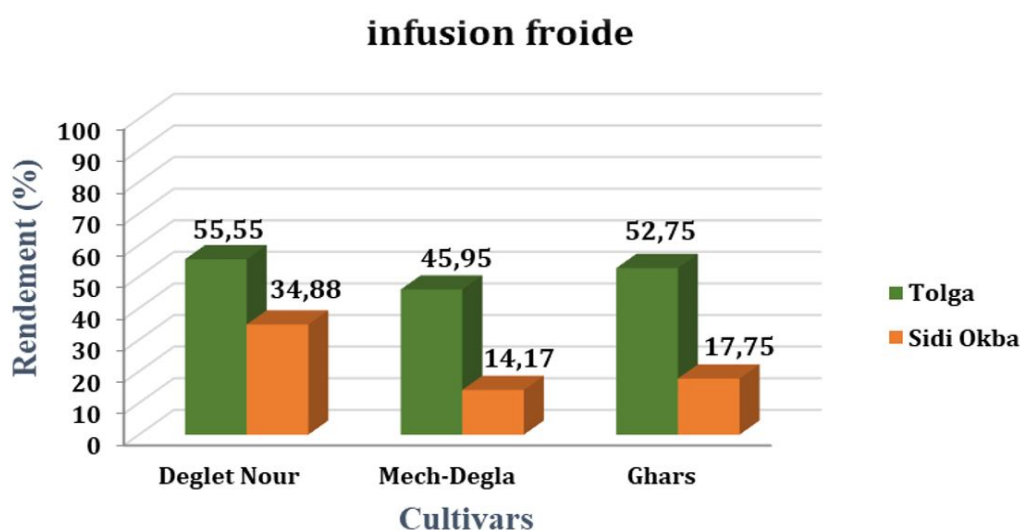


FIGURE 4.1 – Rendements d'extraction des variétés étudiées par l'infusion froide.

Selon la figure 4.1, on observe que les variétés de dattes «Tolga» affichent des pourcentages de rendement supérieurs en termes de quantités par rapport aux variétés de la deuxième région. Les rendements les plus élevés sont observés pour les variétés Deglet Nour et El-Ghars «Tolga»,

avec des valeurs proches : 55,55% et 52,75% respectivement. Ensuite, la variété Mech-Degla de la même région (45,95%). En revanche, les résultats de rendement des variétés de «Sidi Okba» sont inférieurs par rapport aux cultivars de «Tolga», avec les % suivants : DS/F (34,84%), GS/F (17,75%) et MS/F (14,17%).

Après avoir comparé les rendements d'extraction par l'infusion froide, on constate qu'il existe une différence significative des résultats entre les variétés étudiées. Les rendements les plus faibles ont été enregistrés pour les cultivars : El-Ghars et Mech-Degla de la région de «Sidi Okba» . Cela peut être dû au fait que l'eau froide ne permet pas l'extraction de la plupart des composants actifs de ces deux variétés.

B) Infusion chaude

La méthode d'infusion chaude implique de verser de l'eau chaude sur la matière végétale, puis de laisser le mélange refroidir (Morineau, 2010). La figure 4.2 présente les rendements d'extraction obtenus par cette méthode pour différentes variétés de dattes étudiées.

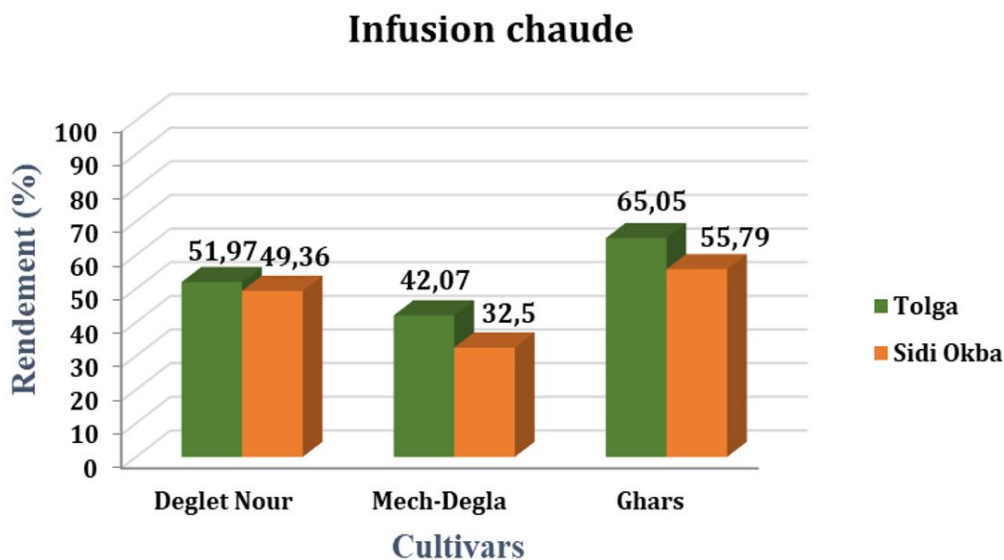


FIGURE 4.2 – Rendements d'extraction des variétés étudiées par l'infusion chaude.

À partir de la figure 4.2, on remarque que les variétés de dattes «Tolga» occupent les premières places en termes de pourcentage de rendement d'extraction par l'infusion chaude pour la deuxième fois, successivement avec les variétés de «Sidi Okba». La variété El-Ghars présente le pourcentage le plus élevé dans les deux régions, suivi de Deglet Nour et enfin Mech-Degla . Les pourcentages sont enregistrés dans cet ordre, du plus élevé au plus bas : GT/C (65,05%),GS/C (55,79%),DT/C (51,97%),DS/C (49,36%), MT/C (42,07%) et enfin MS/C (32,50%).

On observe une différence significative dans les pourcentages de rendement d'extraction par l'infusion chaude entre les variétés de dattes de la même espèce provenant des deux ré-

gions. Cette différence peut être attribuée au coefficient de partage des substances hydrosolubles thermorésistantes présentes dans les dattes, qui varie d'une variété à l'autre, même si elles appartiennent à la même espèce.

On déclare comme une deuxième observation que le rendement des variétés Deglet Nour, El-Ghars et Mech-Degla de la région de «Sidi Okba» et El-Ghars «Tolga» augmente dans cette méthode par rapport à la première méthode. Les valeurs passent progressivement de 34,88% à 49,36%, de 17,75% à 55,79%, de 14,17% à 32,50% et de 52,75% à 65,05%. Cette augmentation peut être attribuée à la richesse de ces variétés en molécules hydrosolubles thermorésistantes, et l'effet de l'eau chaude joue un rôle crucial dans l'extraction de ces molécules, ou agissant comme facteur d'accélération de l'extraction. Par contre, la diminution des rendements observée par les autres variétés dans cette méthode par rapport à l'infusion froide peut s'expliquer par la dégradation des molécules hydrosolubles thermosensibles.

D'après l'étude de Niang *et al.* (2021), l'eau chaude est un solvant efficace pour l'extraction des composés thermorésistantes. Cependant, il est important de noter que l'origine géographique des dattes peut également avoir un impact sur les caractéristiques chimiques et la solubilité de ces composés. Cela peut entraîner une variation des rendements d'extraction observés.

C) Décoction

Selon Faye *et al.* (2022), la méthode de décoction consiste à extraire les molécules solubles dans l'eau en maintenant une ébullition constante à 100 °C. La figure 4.3 illustre le pourcentage de rendement d'extraction par décoction de différents cultivars étudiés.

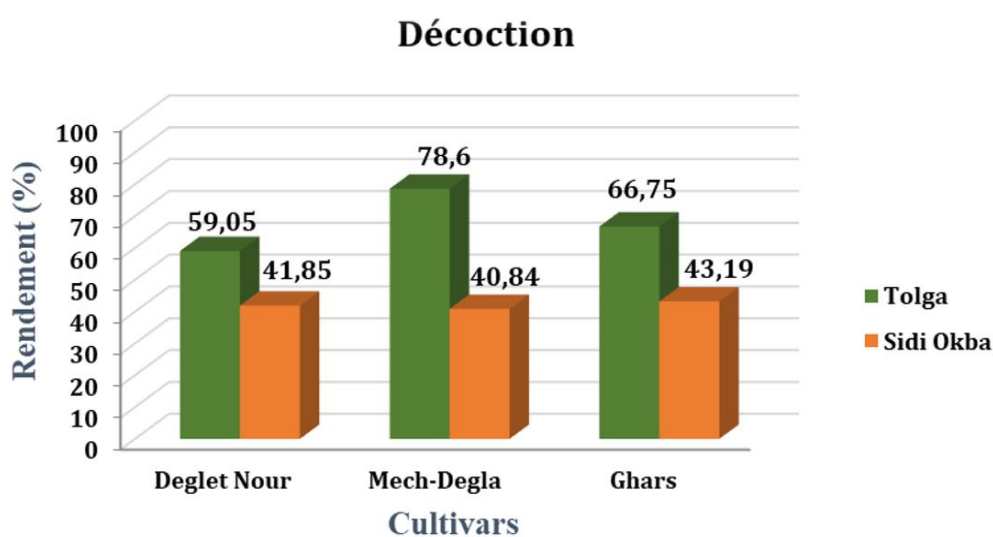


FIGURE 4.3 – Rendements d'extraction des variétés étudiées par l'infusion chaude.

À partir des résultats obtenus (figure 4.3), on remarque que les variétés de dattes de

«Tolga» ont toujours les valeurs les plus élevées par rapport aux valeurs de «Sidi Okba», qui sont relativement homogènes et proches les unes des autres. La valeur la plus élevée est obtenue avec la variété Mech-Degla «Tolga», estimée à 78,60%, ce résultat peut être attribué à la richesse de cette variété en molécules hydrosolubles thermorésistantes. En revanche, la valeur la plus basse (40.84%) est observée parmi toutes les variétés avec Mech-Degla «Sidi Okba».

La comparaison des rendements d'extraction des extraits bruts aqueux par la méthode de décoction des différents cultivars étudiés a révélé que les variétés de dattes «Tolga» ont présenté un rendement d'extraction plus élevé avec une différence significative par rapport aux variétés de dattes «Sidi Okba» . Ces résultats peuvent s'expliquer par plusieurs facteurs. Tout d'abord, il est possible que les variétés de dattes diffèrent dans leur composition, ce qui influence leur capacité d'extraction. De plus, les conditions environnementales de culture des palmiers dattiers dans chaque région.

Les résultats de rendement des variétés «Tolga», notamment Deglet Nour (59.05%), Mech-Degla (78,60%) et El-Ghars (66,75%), sont supérieurs à ceux obtenus par Daas Amieur *et al.* (2014) dans la même méthode d'extraction et la même région, qui ont obtenu des résultats de 34%, 37% et 30% respectivement. Cette différence peut être attribuée à la qualité du sol et à la période de récolte, qui peuvent influencer la composition chimique des dattes et donc les rendements d'extraction.

Nos résultats obtenus sont également élevés en termes de quantité par rapport aux valeurs de rendement obtenues par la méthode de décoction de trois plantes médicinales (tableau 4.1), selon l'étude menée par Tamert et Latreche (2016).

TABLEAU 4.1 – Rendements obtenus par la décoction de trois plantes médicinales.

Plante	Rendement (%)	Référence
<i>Mentha pulegium</i>	1.25	(Tamert et Latreche, 2016)
<i>Origanum vulgare</i>	4.55	
<i>Phlomis crinita</i>	6.12	

D) Extraction assistée par l'autoclave

L'extraction assistée par autoclave est généralement considérée comme une technique d'extraction peu couramment utilisée dans le domaine scientifique. Cela nous a incités à tester et évaluer le rendement d'extraction pour chaque type de datte étudié. Cette méthode repose sur l'extraction des composés actifs à des températures atteignant 120°C et sous haute pression. La figure 4.4 présente les résultats obtenus.

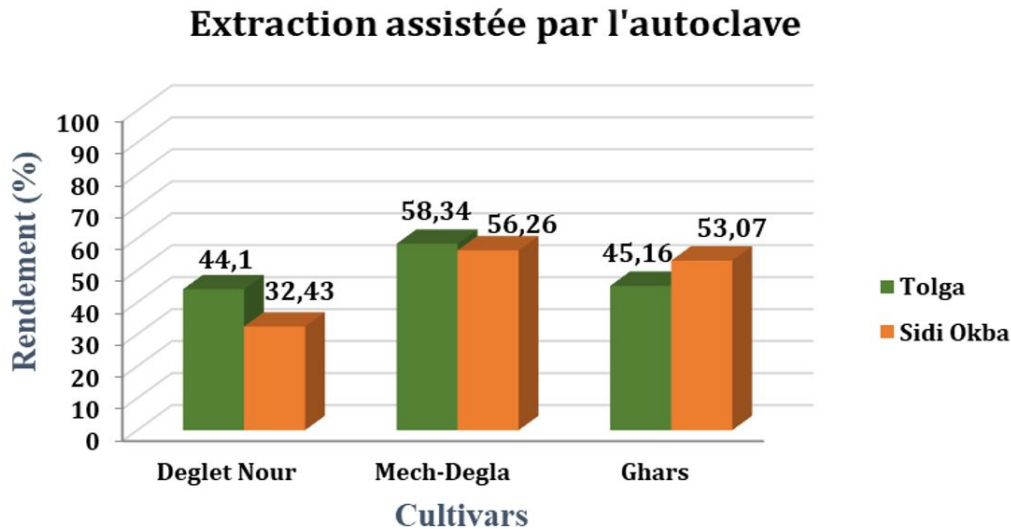


FIGURE 4.4 – Rendements d’extraction assistée par l’autoclave des variétés testées.

D’après la figure 4.4, on remarque que la variété Mech-Degla de «Tolga» et «Sidi Okba» ainsi que la variété El-Ghars de «Sidi Okba» présentent des rendements proches, estimés à 58,34%, 56,26% et 53,07% respectivement, par rapport aux autres cultivars étudiés. Ces résultats peuvent être dus à l’homogénéité de la composition chimique de ces variétés, avec des coefficients de partage presque similaires pour les molécules hydrosolubles thermorésistantes. Ensuite, les autres % des rendements sont les suivants : GS/V (45,16%), DT/V (44,1%) et DS/V (32,43%).

La comparaison entre les résultats de la décoction et de l’extraction assistée par autoclave montre que les rendements de certaines variétés étudiées dépendent de la température (120°C) et de la pression. Par exemple, pour les variétés Mech-Degla et El-Ghars de «Sidi Okba», dans la méthode de décoction à 100°C sans pression, on observe des rendements de 40,84% et 43,19% respectivement. En revanche, dans l’extraction assistée par autoclave à 120°C avec pression, les valeurs augmentent à 56,26% pour Mech-Degla et 53,07% pour El-Ghars. Ces résultats peuvent s’expliquer par le fait que la pression joue un rôle crucial, conjointement avec l’effet de la température, dans l’éclatement des membranes cellulaires. Cela entraîne une augmentation des débris cellulaires, ce qui peut augmenter le pourcentage de rendement.

Selon Novarro (2012), la pression favorise la dégradation thermique des molécules organiques présentes dans un matériau biologique donné. De plus, la température (120°C) et la pression peut également accélérer l’extraction des molécules hydrosolubles thermorésistantes. L’explication de la diminution du rendement des autres variétés de dattes par l’effet de la température (120°C) et de la pression dans cette méthode peut être liée à la sensibilité des composés naturels présents dans les dattes, notamment les molécules hydrosolubles thermosensibles.

Selon El-Darra (2013), l'augmentation de la température favorise la solubilité rapide de certains composants et augmente leurs coefficients de diffusion. Cependant, pour d'autres substances, cela peut entraîner la dégradation thermique des molécules naturellement présentes dans le matériau étudié (Penchev, 2010).

4.1.2 Rendement des extraits bruts organique

La macération est une méthode d'extraction dans laquelle une matière végétale spécifique est mise en contact avec un solvant organique (Faye *et al.*,2022), l'ajout d'eau aux solvants organiques lors de l'extraction peut améliorer le rendement global d'extraction en permettant la dissolution d'un large éventail de composés solubles à la fois dans l'eau et les solvants organiques (Quy Diem *et al.*,2014) et les composés phénoliques glycosylés (Telli *et al.*,2010) .

Dans cette étude, nous avons réalisé la macération hydrométhanolique des différentes variétés de dattes étudiées . L'objectif de l'utilisation de ce mélange hydro-alcoolique est d'assurer l'extraction des composés à la fois polaires, ainsi que ceux ayant une polarité moyenne et faible (Niang *et al.*,2021) . Le rendement de l'extraction hydrométhanolique obtenu pour chaque variété testée est présenté dans la figure 4.5 .

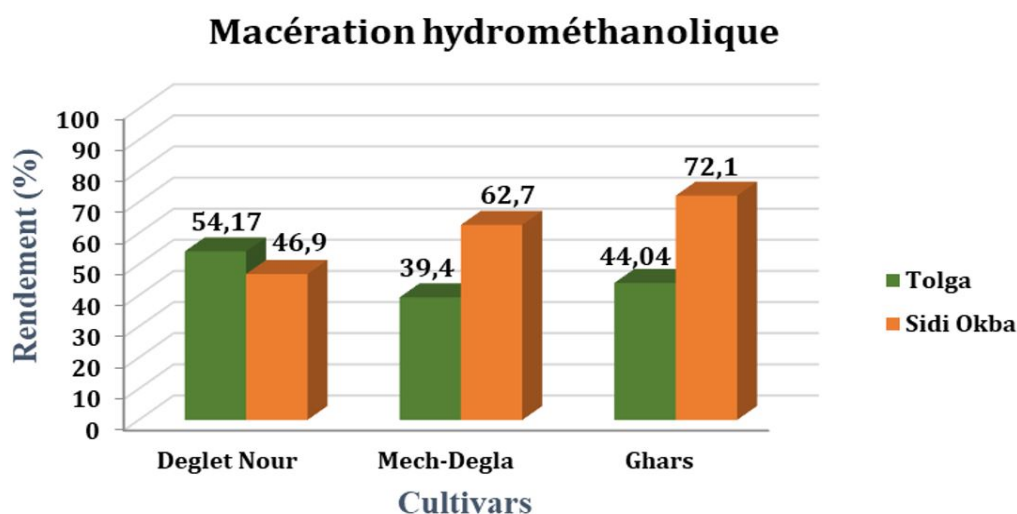


FIGURE 4.5 – Rendements d'extraction des variétés étudiées par la macération hydrométhanolique.

La comparaison des rendements de la macération hydrométhanolique des différentes variétés de dattes étudiées (figure 4.5) révèle que la variété El-Ghars de «Sidi Okba» affiche le rendement le plus élevé, estimé à 72,10%. Tandis que Mech-Degla «Tolga» enregistre le % le plus bas (39,40%). On observe une différence significative entre les résultats obtenus. Ces résultats sont supérieurs aux valeurs obtenues par Ali Haimoud (2016) avec la même méthode d'extraction et d'autres variétés : Hamraya (27.28%), Degla Baidha (28.33%), Tantebouchte

(28.70%) et Biraya (29.70%) .

Les variétés El-Ghars et Mech-Degla de «Sidi Okba» présentent un taux de rendement d'extraction plus élevé dans le solvant organique par rapport aux autres méthodes d'extraction aqueuse. Cette différence peut être attribuée au fait que les composés chimiques de ces variétés sont plus solubles dans le rapport (solvant/eau) que dans l'eau seule, ce qui facilite l'extraction à la fois des molécules hydrophobes et hydrophiles. D'après El-Haoud *et al.* (2018), le rendement d'extraction organique dépend du rapport échantillon/solvant, ainsi que de la composition chimique et des caractéristiques physiques de l'échantillon.

Selon Ali Haimoud *et al.* (2016), l'efficacité de l'extraction des molécules d'intérêt, telles que les polyphénols, est influencée par plusieurs facteurs (quel que soit le type d'extraction). Parmi ces facteurs, on trouve la variété étudiée, les conditions de croissance, au stade de maturité, la saison, l'origine géographique, les engrais utilisés, le type de sol, les méthodes culturales, les conditions de traitement et de stabilisation, le climat, la technique d'extraction utilisée et le choix du solvant.

D'abord, on effectue une comparaison générale (figure 4.6) des résultats de rendements de tous les cultivars étudiés et des méthodes appliquées.

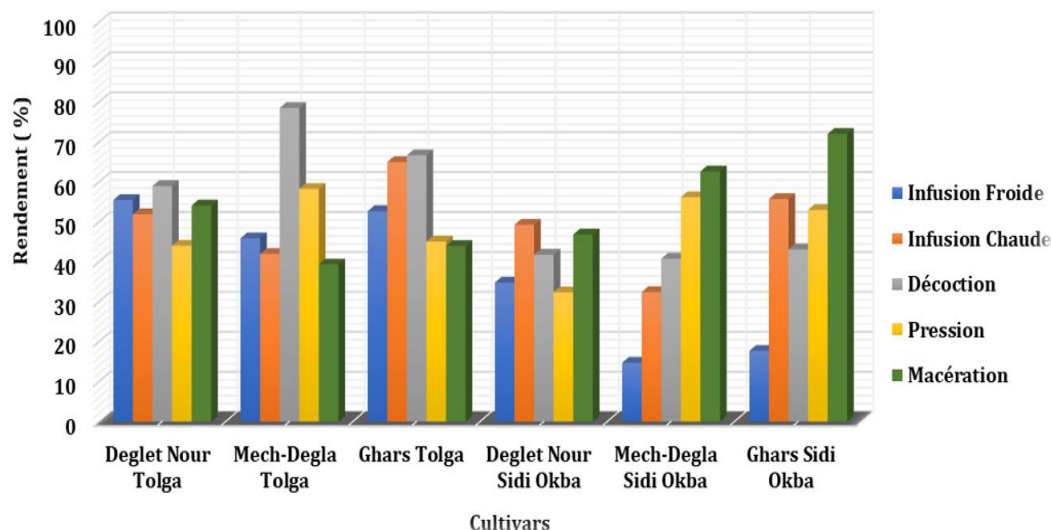


FIGURE 4.6 – Comparaison des résultats des rendements d'extraction des cultivars étudiés.

Selon la figure 4.6, on observe des différences évidentes dans les résultats de 30 rendements de l'extraction de chaque variété de datte lors de l'application de cinq techniques d'extraction solide-liquide distinctes. Cette observation peut s'expliquer par les variations de composition moléculaire entre les cultivars, ce qui peut influencer leur capacité d'extraction. De plus, l'impact des facteurs utilisés dans chaque technique, tels que la température, la pression et la durée de l'extraction peut également jouer un rôle dans l'extraction des molécules

présentes dans chaque type de datte.

Les différentes méthodes d'extraction aqueuse, telles que l'infusion froide, l'infusion chaude, la décoction et l'extraction assistée par l'autoclave, peuvent permettre d'extraire uniquement les molécules hydrosolubles. Cependant, il est possible que la macération hydrométhanolique permette d'extraire à la fois les molécules hydrophobes et hydrophiles. La richesse en molécules mentionnées dans chaque variété dépend de la composition chimique spécifique de chaque cultivar, qui peut être influencée par plusieurs facteurs.

On remarque que la méthode de décoction présente les meilleurs rendements d'extraction en termes de quantités pour les cultivars de « Tolga », où la variété Mech-Degla de « Tolga » a affiché le rendement le plus élevé (78,60%) par rapport aux autres cultivars étudiés dans les deux régions. Cela peut s'expliquer par leur richesse en molécules hydrosolubles thermorésistantes. En revanche, pour les dattes de « Sidi Okba », l'infusion chaude est considérée comme la meilleure méthode d'extraction pour la variété Deglet Nour, tandis que la macération hydrométhanolique est préférée pour les deux autres variétés, Mech-Degla et El-Ghars, en termes de quantités.

Le tableau 4.2 montre la meilleure méthode pour obtenir le meilleur rendement d'extraction en terme de quantités par rapports les autres méthodes pour chaque type de variété étudiée.

TABLEAU 4.2 – Meilleure méthode de rendement obtenue pour chaque variété étudiée.

Type de datte	Variétés « Tolga »	Variétés « Sidi Okba »
Deglet Nour	Décoction (59.05%)	Infusion chaude (49.36%)
Mech-Degla	Décoction (78.60%)	Macération hydro-alcoolique (46.90%)
El-Ghars	Décoction (66.75%)	Macération hydro-alcoolique (72.10%)

D'après les résultats obtenus (figure 4.6), on estime que l'augmentation ou la diminution des résultats de rendement des cultivars étudiés par chaque technique d'extraction appliquée peut être expliquée par deux possibilités liées à l'influence de certains facteurs : la température, la pression et la durée d'extraction (dans le cas de la décoction). Ces deux possibilités sont les suivantes :

- Premièrement, ces facteurs peuvent favoriser la libération efficace des molécules hydrosolubles thermorésistantes, ce qui permet d'augmenter le rendement d'extraction. Dans un autre cas, ils peuvent provoquer l'éclatement des membranes cellulaires, entraînant ainsi la libération de débris cellulaires indésirables dans le mélange d'extraction. Cela peut augmenter le rendement d'extraction (les molécules hydrosolubles thermorésistantes + débris cellulaires).

- Deuxièmement, ces facteurs peuvent dénaturer complètement les molécules hydrosolubles thermosensibles, entraînant ainsi une diminution du rendement d'extraction.

Il est important de noter que ces effets peuvent varier en fonction des spécificités des cultivars étudiés, des molécules ciblées et des conditions expérimentales utilisées. Après avoir étudié les pourcentages de rendement obtenus à partir de 5 méthodes d'extraction différentes, nous avons remarqué que le rendement peut être lié à plusieurs facteurs : la méthode utilisée, la variété étudiée, le temps et la température de l'extraction ainsi que la pression. Cependant, malgré les résultats obtenus, il convient de souligner que la méthode d'extraction offrant le rendement le plus élevé pour une variété spécifique de datte ne garantit pas nécessairement la qualité de l'extrait, c'est-à-dire l'aspect qualitatif d'un extrait est plus important que l'aspect quantitatif (Brianceau,2015) .

Afin de garantir la qualité de l'extrait en termes de quantité, nous avons choisi deux classes de principes actifs largement étudiées dans la recherche scientifique en raison de leur grand intérêt thérapeutique, à savoir les polyphénols et les flavonoïdes.

4.2 Analyses quantitatives des biomolécules de dattes

4.2.1 Dosage des polyphénols totaux

La quantification de la teneur en polyphénols de 30 extraits obtenus a été réalisée à l'aide du réactif de Folin-Ciocalteu, selon la méthode décrite par Trabsa *et al.* (2015). Lorsque des polyphénols sont présents dans l'échantillon, le complexe Folin-Ciocalteu subit une transition de couleur, passant du jaune au bleu. Cette transition permet de quantifier l'intensité de la couleur à une longueur d'onde de 765 nm (Bachiri *et al.*,2016).

La concentration des polyphénols de chaque extrait a été mesurée à l'aide de la courbe d'étalonnage établie avec l'acide gallique (figure 4.7). Les résultats ont été exprimés en microgrammes d'équivalent acide gallique par milligramme d'extrait ($\mu\text{g EAG/mg d'extrait}$).

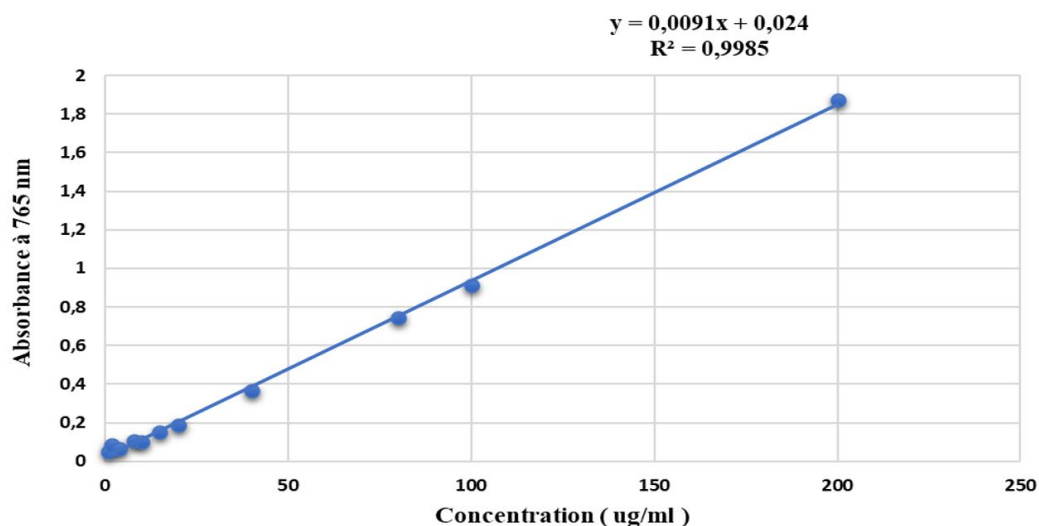


FIGURE 4.7 – Courbe d'étalonnage d'interaction de l'acide gallique avec le Folin-Ciocalteu.

4.2.1.1 Dosage des polyphénols totaux des extraits bruts aqueux

A) Infusion froide

La figure 4.8 montre les différentes concentrations de dosage des polyphénols dans les extraits bruts aqueux obtenus par l'infusion froide.

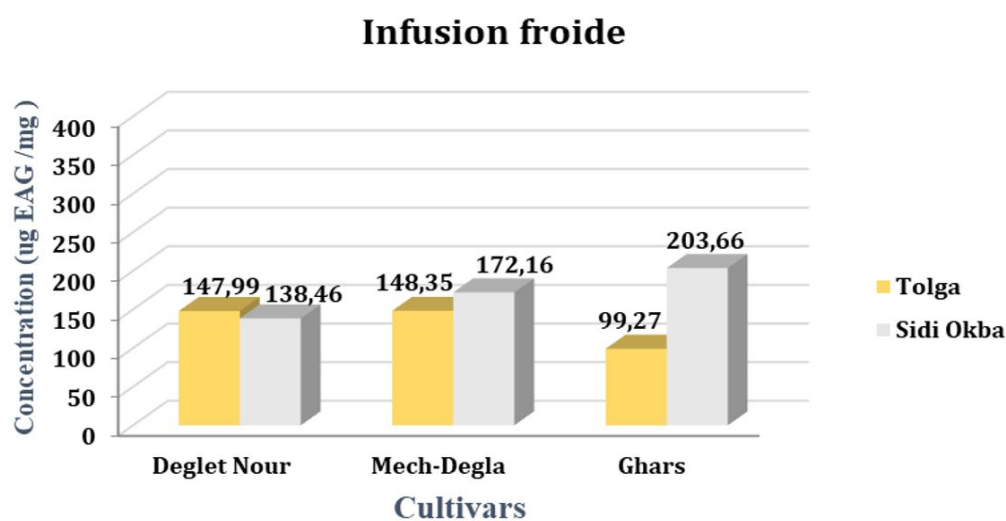


FIGURE 4.8 – Concentration des polyphénols dans les extraits bruts aqueux d'infusion froide

Selon les résultats obtenus (figure 4.8), on constate que la variété El-Ghars «Sidi Okba» affiche une concentration plus élevée en polyphénols ($203.66 \pm 0.03 \mu\text{g}/\text{mg}$) par rapport aux autres cultivars, tandis que El-Ghars «Tolga» ($99.27 \pm 0.006 \mu\text{g}/\text{mg}$) présente la valeur la plus basse de la teneur polyphénolique, ce qui peut être expliqué par la nécessité d'une température élevée, qui permet d'extraire un maximum de molécules de cette variété. Après la comparaison des concentrations phénoliques des extraits bruts obtenus par infusion à froid, on remarque que

la teneur phénolique de Mech-Degla et Deglet Nour est très proche, estimée à $148.35 \pm 0.014 \mu\text{g}/\text{mg}$ et $147.99 \pm 0.03 \mu\text{g}/\text{mg}$ respectivement. Cela peut être dû à une composition chimique presque similaire des composants phénoliques ou à une même capacité de diffusion.

B) Infusion chaude

La figure 4.9 présente les résultats de dosage des polyphénols dans les extraits bruts aqueux obtenus par l'infusion chaude.

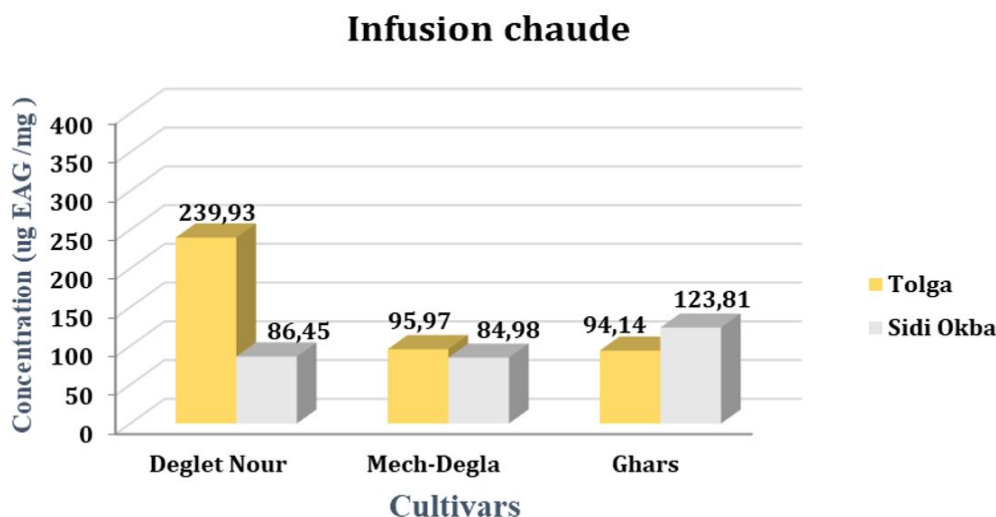


FIGURE 4.9 – Concentration des polyphénols dans les extraits bruts aqueux d'infusion chaude.

À partir de la figure 4.9, on observe que la variété Deglet Nour «Tolga» possède la concentration la plus élevée ($239.93 \pm 0.06 \mu\text{g}/\text{mg}$) contrairement aux autres variétés étudiées des deux régions, qui ont enregistré les valeurs les plus basses. Lors de la comparaison des résultats obtenus dans cette méthode avec l'infusion froide, on observe que la cultivar Deglet Nour «Tolga» a montré une augmentation de la concentration en polyphénols de $147.99 \pm 0.03 \mu\text{g}/\text{mg}$ dans l'infusion froide à $239.93 \pm 0.06 \mu\text{g}/\text{mg}$ dans cette méthode. Cela peut être attribué au fait que l'eau chaude a favorisé l'extraction des polyphénols thermorésistants, contrairement aux autres variétés dont les valeurs ont montré une diminution de leur concentration dans cette méthode par rapport à l'infusion froide. Cela peut être dû au temps d'extraction, la technique précédente ayant une durée plus longue (48 heures), ce qui permet d'extraire la majorité des composés phénoliques.

C) Décoction

La figure 4.10 illustre les concentrations de polyphénols présents dans les extraits bruts aqueux obtenus par la méthode de décoction.

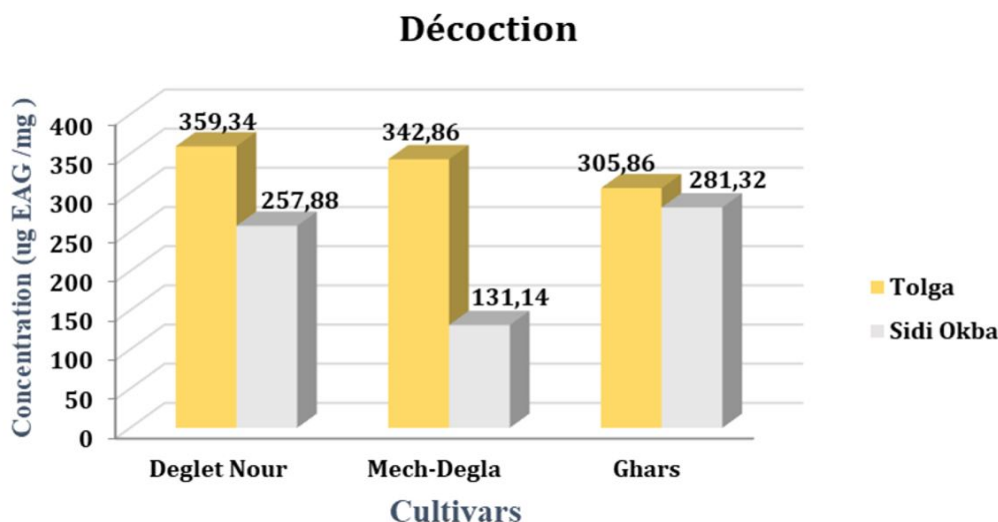


FIGURE 4.10 – Concentration des polyphénols dans les extraits bruts aqueux obtenus par la décoction .

Selon la figure 4.10, les variétés de dattes «Tolga» se distinguent par des concentrations supérieures de polyphénols par rapport aux autres cultivars. Deglet Nour «Tolga» affiche la valeur la plus élevée pour la deuxième fois, estimée à $359,34 \pm 0,03 \mu\text{g}/\text{mg}$, suivie des cultivars Mech-Degla ($342,86 \pm 0,01 \mu\text{g}/\text{mg}$) et El-Ghars ($305,86 \pm 0,06 \mu\text{g}/\text{mg}$) pour la même région. Ensuite, pour les variétés de «Sidi Okba», les cultivars El-Ghars ($281,32 \pm 0,07 \mu\text{g}/\text{mg}$) et Deglet Nour ($257,88 \pm 0,01 \mu\text{g}/\text{mg}$) ont des concentrations élevées en polyphénols par rapport à la variété Mech-Degla ($131,14 \pm 0,07 \mu\text{g}/\text{mg}$) dans cette région.

La comparaison des résultats de la concentration phénolique entre la méthode de décoction et l'infusion chaude montre que les valeurs dans cette méthode sont supérieures par rapport à la méthode précédente. Cela peut s'expliquer par l'effet du temps d'extraction plus long dans la décoction (20 minutes), ce qui permet d'extraire une quantité plus importante de composés phénoliques par rapport à l'infusion chaude, qui consiste à verser immédiatement de l'eau chaude.

D) Extraction assistée par l'autoclave

La figure 4.11 expose les différentes concentrations de polyphénols obtenues par l'extraction assistée par autoclave.

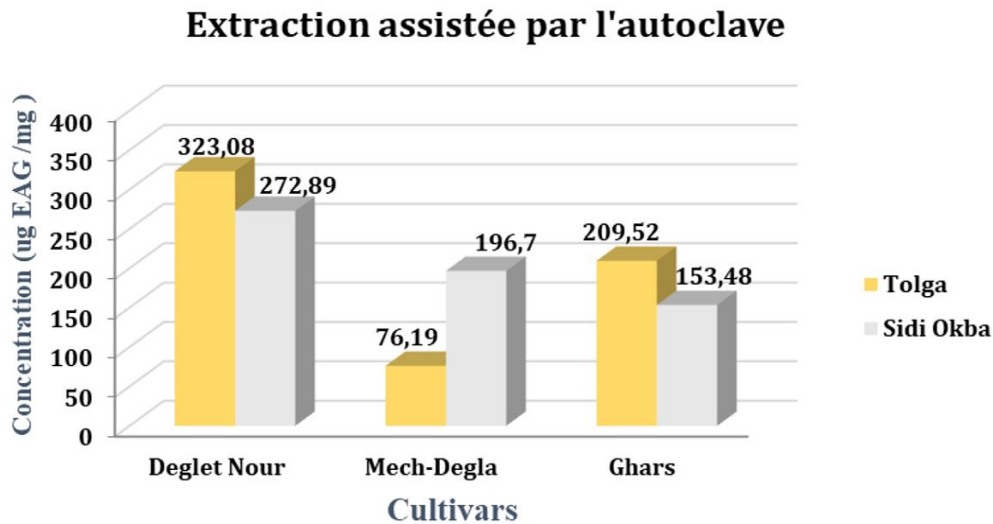


FIGURE 4.11 – Concentration des polyphénols dans les extraits bruts aqueux obtenue par l'extraction assistée par autoclave.

Les résultats de la concentration phénolique (figure 18) révèlent que la variété Deglet Nour «Tolga» présente une concentration plus élevée pour la troisième fois ($323,08 \pm 0,03 \mu\text{g}/\text{mg}$) par rapport aux autres variétés étudiées. Par contre, la cultivar Mech-degla «Sidi Okba» possède la concentration la plus basse en polyphénols ($76,19 \pm 0,01 \mu\text{g}/\text{mg}$), ce qui peut s'expliquer par l'effet de la température (120°C) et de la pression jouent un rôle dans la dégradation de la plupart des composants phénoliques. En comparaison à la décoction (100°C pendant 20 minutes) sans pression, on observe que cette variété présente une teneur de ($342,86 \pm 0,01 \mu\text{g}/\text{mg}$). Il est donc possible que les résultats confirment cette hypothèse. D'un autre côté, nous constatons que les deux cultivars, Deglet Nour et Mech-Degla «Sidi Okba», présentent une concentration plus élevée de polyphénols dans cette méthode par rapport aux résultats de la décoction qui affiche déjà des valeurs de : $257,88 \pm 0,01 \mu\text{g}/\text{mg}$, $131,14 \pm 0,007 \mu\text{g}/\text{mg}$ respectivement . Cela peut s'expliquer par le fait que la température et la pression ont favorisé l'extraction des polyphénols.

4.2.1.2 Dosage des polyphénols totaux des extraits bruts organique

Les différentes concentrations de polyphénols présents dans les extraits bruts organiques obtenus par macération hydroalcoolique sont présentées dans la figure 4.12.

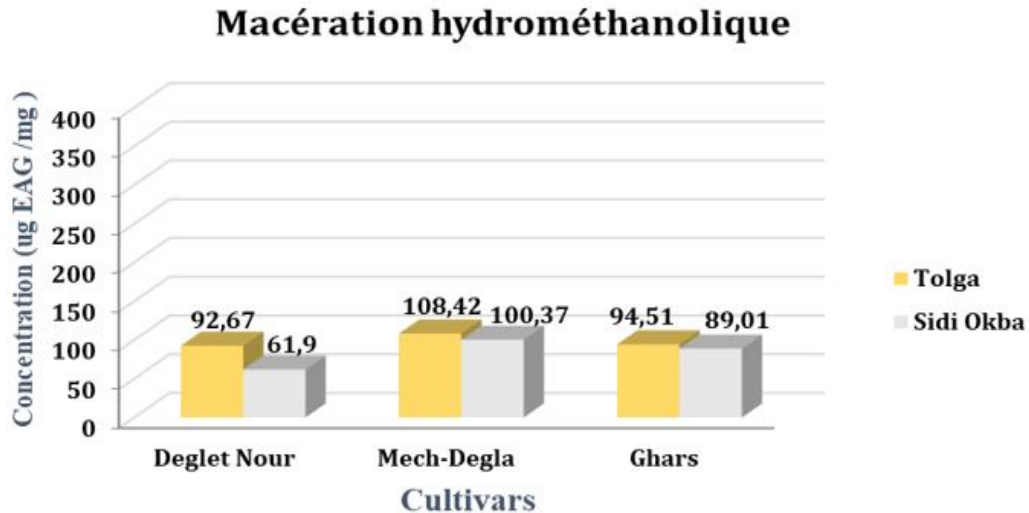


FIGURE 4.12 – Concentration des polyphénols dans les extraits bruts organiques obtenues par la macération hydrométhanolique .

D’après les données de la figure 4.12, on observe que la variété Mech-Degla «Tolga» se distingue par sa concentration supérieure en polyphénols ($108.42 \pm 0,02 \mu\text{g}/\text{mg}$) par rapport aux autres variétés étudiées : MS/H ($100.37 \pm 0,04 \mu\text{g}/\text{mg}$), GT/H ($94.51 \pm 0,04 \mu\text{g}/\text{mg}$), DT/H ($92.67 \pm 0,01 \mu\text{g}/\text{mg}$), GS/H ($89.01 \pm 0,004 \mu\text{g}/\text{mg}$) et enfin Deglet Nour « Sidi Okba » qui présente la concentration la plus basse en polyphénols ($61.90 \pm 0,005 \mu\text{g}/\text{mg}$) .

Après une analyse comparative des concentrations en polyphénols (exprimées en $\mu\text{g}/\text{ml}$) des extraits bruts aqueux et organiques obtenus par cinq méthodes d’extraction sur six échantillons, on observe une absence de similarité entre les résultats de polyphénols dans chaque méthode étudiée. Cette absence de similarité peut être due à plusieurs facteurs : les variations génétiques des cultivars étudiés, les conditions environnementales (le sol, le climat, la luminosité, etc.), les méthodes d’extraction employées et le protocole analytique utilisé pour mesurer les polyphénols.

Selon Nacz et Shahidi (2004), les polyphénols végétaux se caractérisent par une composition chimique diversifiée, allant des substances simples aux substances hautement polymérisées. Leur solubilité est influencée par le choix du solvant, leur degré de polymérisation et leurs interactions avec d’autres constituants alimentaires, pouvant entraîner la formation de complexes insolubles.

De plus, la teneur en composés phénoliques dans les fruits du palmier dattier peut être influencée par la nature chimique des composés phénoliques, la taille des particules de l’échantillon, la durée et les conditions de stockage, ainsi que la présence de substances interférentes (Nacz et Shahidi, 2004) . Il est donc nécessaire d’éliminer les substances non phénoliques, telles que les sucres, les protéines et les acides organiques, lors de l’extraction afin d’améliorer

la pureté de l'extrait (Chirinos *et al.*, 2007).

Une analyse statistique a été effectuée afin de comparer l'impact de différentes méthodes d'extraction sur la teneur en polyphénols des cultivars étudiés (Annexe 2). On observe que la valeur de signification (0.000) est inférieure à $\alpha = 0,05$. Par conséquent, on peut conclure que la population n'est pas homogène et qu'il existe une influence significative de la variable "méthode d'extraction" sur les résultats de dosage des polyphénols (figure 4.13).

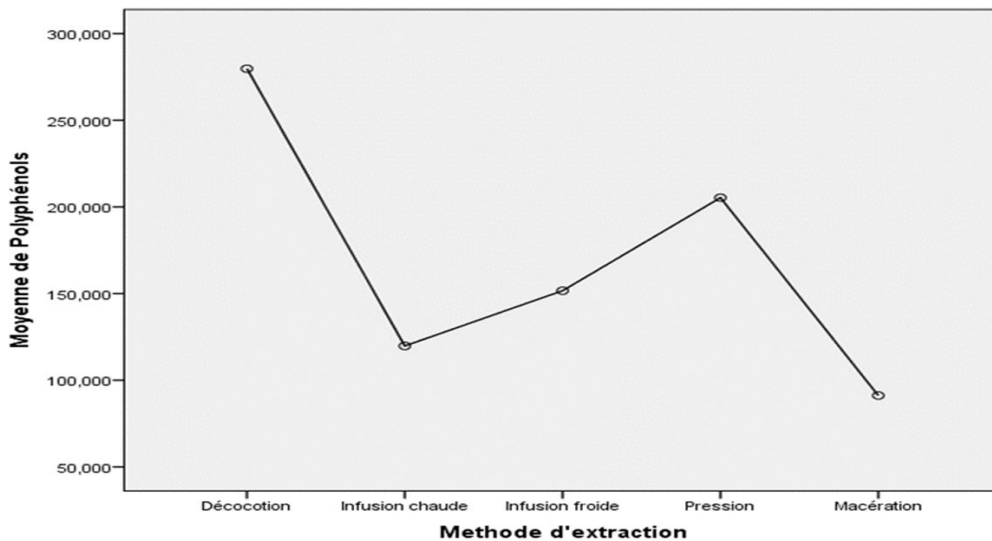


FIGURE 4.13 – Influence des différentes méthodes d'extraction sur la teneur polyphénolique.

Selon la figure 4.13, on observe que la méthode d'extraction par la décoction permet d'obtenir les concentrations les plus élevées en polyphénols pour la plupart des cultivars étudiés. Cette observation peut être attribuée au fait que l'ébullition de l'eau à 100 °C (pendant 20 minutes) favorise la libération majoritaire des polyphénols. La décoction est une méthode d'extraction spécifiquement efficace pour obtenir les polyphénols non thermolabile (Benchaoucha, 2019).

Cependant, les extraits bruts obtenus par l'extraction assistée par l'autoclave ont montré des concentrations de polyphénols inférieures à celles obtenues par la méthode de décoction pour certaines variétés. Cela suggère plutôt que l'élévation de la température (120 °C) avec pression peut entraîner la dégradation des polyphénols, ce qui peut expliquer la diminution des concentrations observées dans certains extraits obtenus par cette méthode. La stabilité des composés phénoliques est altérée par la température, ce qui entraîne leur dégradation thermique et une perte de leur activité antioxydante (El-Darra, 2013).

D'un autre côté, on observe que l'infusion à froid présente une concentration plus élevée en polyphénols par rapport à l'infusion à chaud. Cela peut être attribué à la durée d'extraction, qui est généralement plus longue lors de l'infusion à froid alors permet une libération plus com-

plète des polyphénols présents dans les différentes variétés de dattes étudiées. Enfin, les faibles concentrations de polyphénols observées dans la plupart des extraits bruts par la macération hydrométhanolique peuvent être attribuées à la faible solubilité des polyphénols dans le mélange méthanol/eau, à la durée prolongée de la macération qui peut entraîner l'oxydation des polyphénols, et à la nature du solvant utilisé qui peut également jouer un rôle dans l'extraction des polyphénols.

Plusieurs études, telles que celles menées par Chirinos *et al.* (2007) et Druzynska *et al.* (2007), ont confirmé la possibilité d'oxydation polyphénols lorsque le temps d'extraction est prolongé. D'après Ben Amor (2009), le pouvoir extracteur d'un solvant joue un rôle crucial dans l'extraction des principes actifs c'est à dire la capacité du solvant à pénétrer et à se diffuser à travers la membrane cellulaire, ce qui facilite la libération des molécules cibles.

En conclusion, d'après la figure 4.10, les extraits bruts obtenus par décoction des variétés de «Tolga» sont riches en polyphénols en termes de quantité par rapport aux cultivars de « Sidi Okba ». En première position, on retrouve la variété Deglet Nour ($359,34 \pm 0,03 \mu\text{g}/\text{mg}$), suivie de près par la variété Mech-Degla ($342,86 \pm 0,01 \mu\text{g}/\text{mg}$), et en dernière position, la variété El-Ghars ($305,86 \pm 0,06 \mu\text{g}/\text{mg}$). Djenidi et ses collaborateurs (2020) ont également constaté une teneur supérieure en polyphénols pour la variété Deglet Nour par rapport aux deux autres cultivars (tableau 4.3). Cependant, leurs résultats sont inférieurs par rapport à nos résultats, ce qui peut être attribué à des facteurs tels que les sols, le climat, la période de récolte, l'engrais, la nature de l'eau, etc.

TABLEAU 4.3 – Analyse comparative de la teneur polyphénolique de trois variétés de dattes.

Cultivars	Teneur ($\mu\text{g}/\text{mg}$)	Référence
Deglet Nour	84.15 ± 3.14	
Mech-Degla	29.48 ± 7.18	(Djenidi <i>et al.</i> ,2020)
El-Ghars	56.77 ± 1.72	

Par ailleurs, nous pouvons comparer les teneurs élevées en polyphénols obtenues par les variétés de Tolga avec celles d'autres fruits et légumes (tableau 4.4) étudiées précédemment par Djenidi et ses collaborateurs (2020), ainsi qu'avec deux plantes médicinales (tableaux 4.5).

TABLEAU 4.4 – Concentration en polyphénols de trois variétés de fruits et légumes.

Fruits / légumes	Teneur ($\mu\text{g}/\text{mg}$)	Référence
Pomme	115.77 ± 0.00	(Djenidi <i>et al.</i> ,2020)
Orange	65.22 ± 1.72	
Poire	151.55 ± 1.252	
Carotte	43.88 ± 1.72	
Pomme de terre	167.22 ± 3.14	
Tomate	197.40 ± 9.06	

TABLEAU 4.5 – Meilleure méthode de rendement obtenue pour chaque variété étudiée.

Plante	Teneur ($\mu\text{g}/\text{mg}$)	Référence
<i>Momordica charantia</i>	39.24 ± 0.65	(Maneenin <i>et al.</i> ,2018)
<i>Coleus amboinicus</i>	$26,84 \pm 0.91$	(Nguyen <i>et al.</i> , 2020)

On observe que les valeurs des polyphénols de ces fruits, légumes et plantes médicinales sont inférieures aux valeurs obtenues pour les variétés de « Tolga ». Les cultivars de «Tolga» se distinguent par leur richesse en polyphénols en termes de quantité, avec des concentrations différentes d'une variété à l'autre.

4.2.2 Dosage des flavonoïdes

Les flavonoïdes sont des composés polyphénoliques présents dans de nombreux aliments d'origine végétale, tels que les dattes, et ils possèdent une grande importance sur le plan nutritionnel (Tajini *et al.*,2020) .

La quantification de la teneur en flavonoïdes dans les différentes variétés étudiées a été réalisée en utilisant une méthode colorimétrique de chlorure d'aluminium (AlCl_3), selon le protocole décrit par Trabsa *et al.* (2014). Cette méthode repose sur la mesure de l'intensité de la couleur jaune résultant de l'interaction entre les flavonoïdes présents dans l'échantillon et l' AlCl_3 (Ghiaba *et al.*,2012). Les résultats ont été exprimés en microgrammes d'équivalent de quercétine par milligramme d'extrait ($\mu\text{g EQ}/\text{mg}$ d'extrait), en se référant à une courbe d'étalonnage établie avec différentes concentrations de quercétine (figure 4.14).

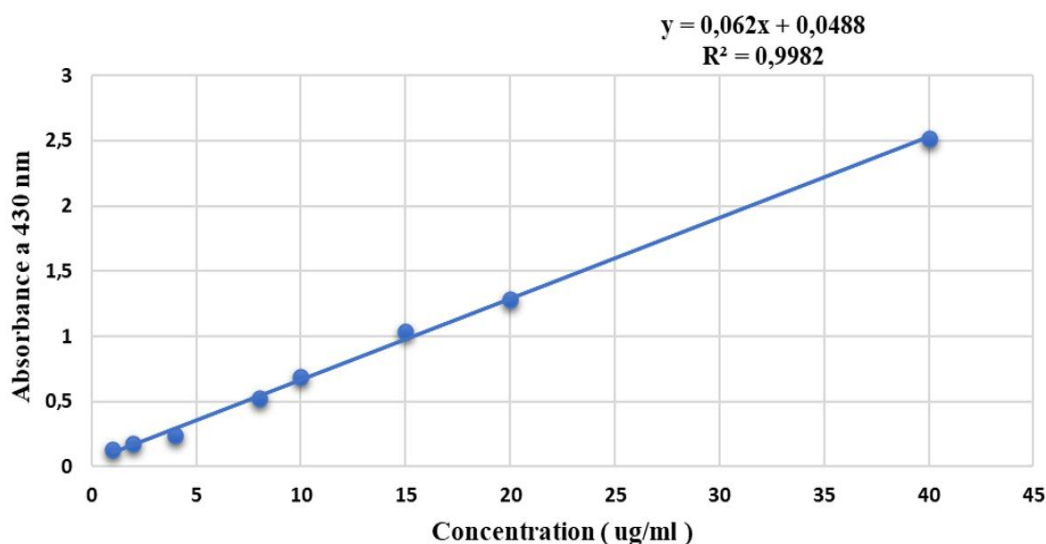


FIGURE 4.14 – Courbe d'étalonnage d'interaction de la quercétine avec l'AlCl₃.

4.2.2.1 Dosage des flavonoïdes des extraits bruts aqueux

A) Infusion froide

La figure 4.15 montre les différentes concentrations de dosage des flavonoïdes dans les extraits bruts aqueux obtenus par l'infusion froide.

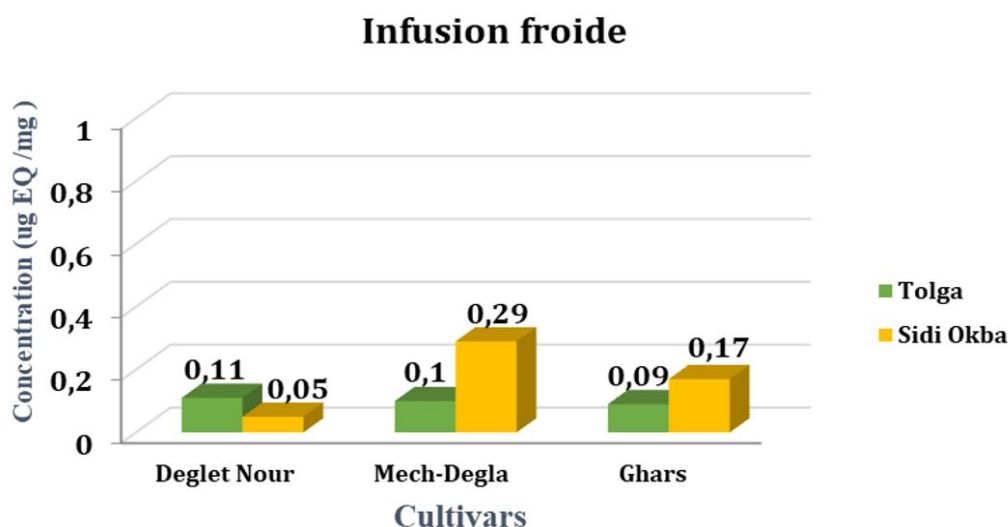


FIGURE 4.15 – Concentration des flavonoïdes dans les extraits bruts aqueux obtenus par l'infusion froide.

D'après les données de la figure 4.15, on remarque que la variété Mech-Degla «Sidi Okba» se distingue par sa concentration supérieure en flavonoïdes ($0,29 \pm 0,009 \mu\text{g}/\text{mg}$) par rapport aux autres variétés étudiées. En revanche, Deglet Nour «Sidi Okba» présente la concentration la plus basse de flavonoïdes ($0,05 \pm 0,01 \mu\text{g}/\text{mg}$).

Il est possible d'expliquer la différence observée dans les concentrations de flavonoïdes par la variation de la composition chimique des dattes, qui peut être influencée par des facteurs

tels que la luminosité, les précipitations, etc. La luminosité stimule la réaction de Maillard, ce qui entraîne la formation de composés phénoliques tels que les flavonoïdes dans les dattes (Tassoult *et al.*, 2021).

B) Infusion chaude

La figure 4.16 présente les résultats de dosage des flavonoïdes dans les extraits bruts aqueux obtenus par l'infusion chaude.

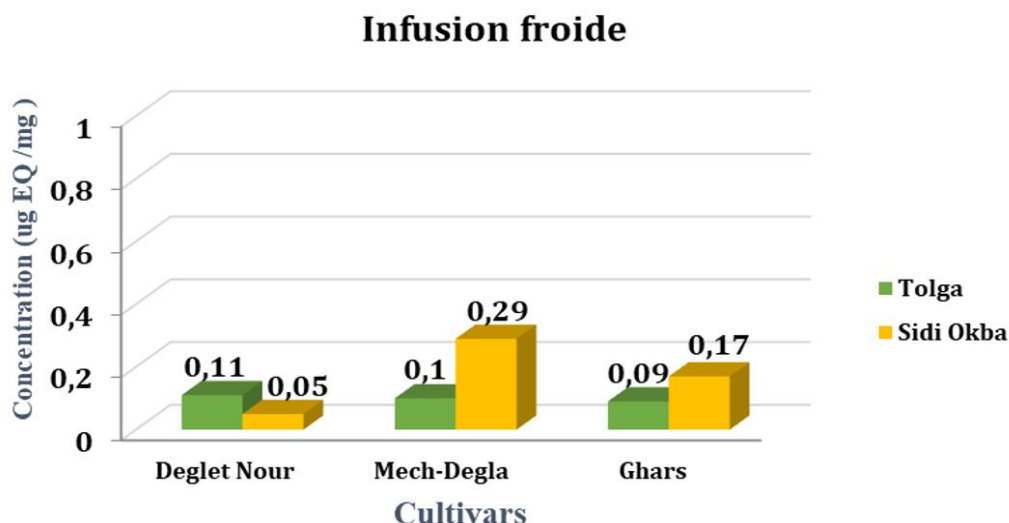


FIGURE 4.16 – Concentration des flavonoïdes dans les extraits bruts aqueux obtenus par l'infusion chaude.

Selon la figure 4.16, il est clairement observé que la variété Mech-Degla «Sidi Okba» occupe la première place en termes de concentration en flavonoïdes, avec une valeur de $0.34 \pm 0.01 \mu\text{g}/\text{mg}$. En revanche, les autres variétés présentent des concentrations inférieures. Les variétés Deglet Nour «Tolga» et «Sidi Okba» affichent des concentrations de $0.15 \pm 0.003 \mu\text{g}/\text{mg}$ et $0.11 \pm 0.001 \mu\text{g}/\text{mg}$ respectivement. Ensuite, on trouve MT/F ($0.07 \pm 0.002 \mu\text{g}/\text{mg}$), suivi de G/S ($0.06 \pm 0.001 \mu\text{g}/\text{mg}$), et enfin la variété Ghars «Tolga» qui présente la plus faible concentration de flavonoïdes avec $0.05 \pm 0.001 \mu\text{g}/\text{mg}$.

C) Décoction

La figure 4.17 illustre les concentrations de flavonoïdes présents dans les extraits bruts aqueux obtenus par la méthode de la décoction.

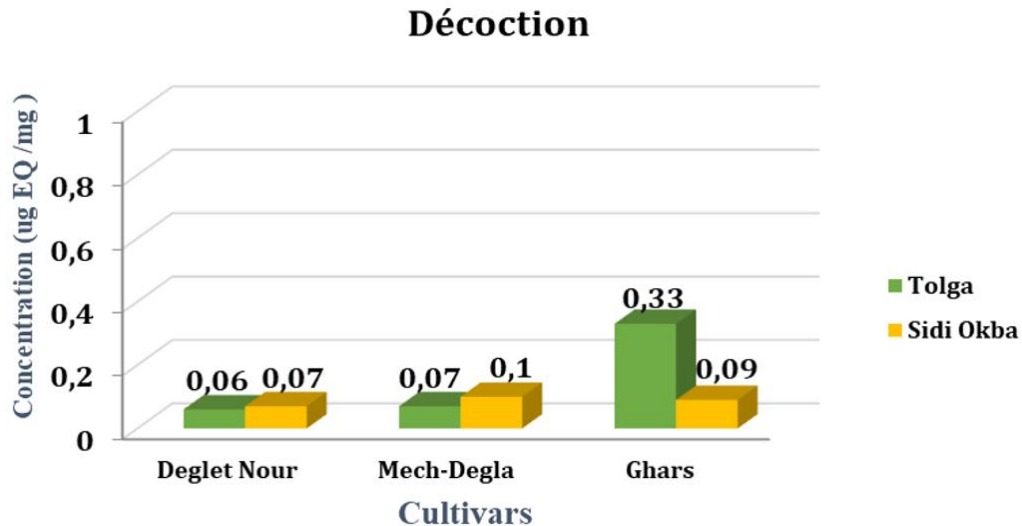


FIGURE 4.17 – Concentration des flavonoïdes dans les extraits bruts aqueux obtenus par la décoction.

D'après la figure 4.17, on peut observer que la variété El-Ghars «Tolga» présente la concentration la plus élevée de flavonoïdes, avec une valeur de $0.33 \pm 0.003 \mu\text{g}/\text{mg}$. Par contre, la variété Deglet Nour «Tolga» présente la faible teneur en flavonoïdes (0.06 ± 0.003).

D) Extraction assistée par l'autoclave

La figure 4.18 expose les différentes concentrations de flavonoïdes obtenues par l'extraction assistée par l'autoclave.

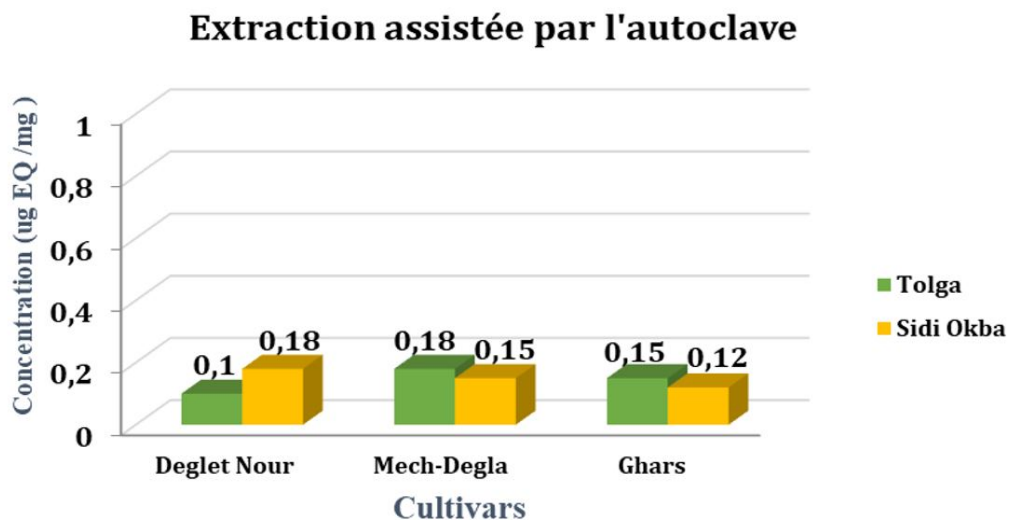


FIGURE 4.18 – Concentration des flavonoïdes dans les extraits bruts aqueux obtenus par l'extraction assistée par l'autoclave.

Selon la figure 4.18, on remarque que les variétés Deglet Nour «Sidi Okba» et Mech-Degla «Tolga» possèdent des concentrations élevées par rapport aux autres variétés, avec la même

valeur, estimées à $0.18 \pm 0.002 \mu\text{g}/\text{mg}$. En ce qui concerne les autres variétés, la concentration en flavonoïdes est classée dans l'ordre décroissant comme suit : MS/V et GT/V avec la même concentration : $0.15 \pm 0.004 \mu\text{g}/\text{mg}$, $0.15 \pm 0.02 \mu\text{g}/\text{mg}$ respectivement, GS/V ($0.12 \pm 0.003 \mu\text{g}/\text{mg}$) et DT/V ($0.10 \pm 0.003 \mu\text{g}/\text{mg}$).

4.2.2.2 Dosage des flavonoïdes des extraits bruts organique

Les différentes concentrations de flavonoïdes présents dans les extraits bruts organiques obtenus par macération hydrométhanolique sont présentées dans La figure 4.19.

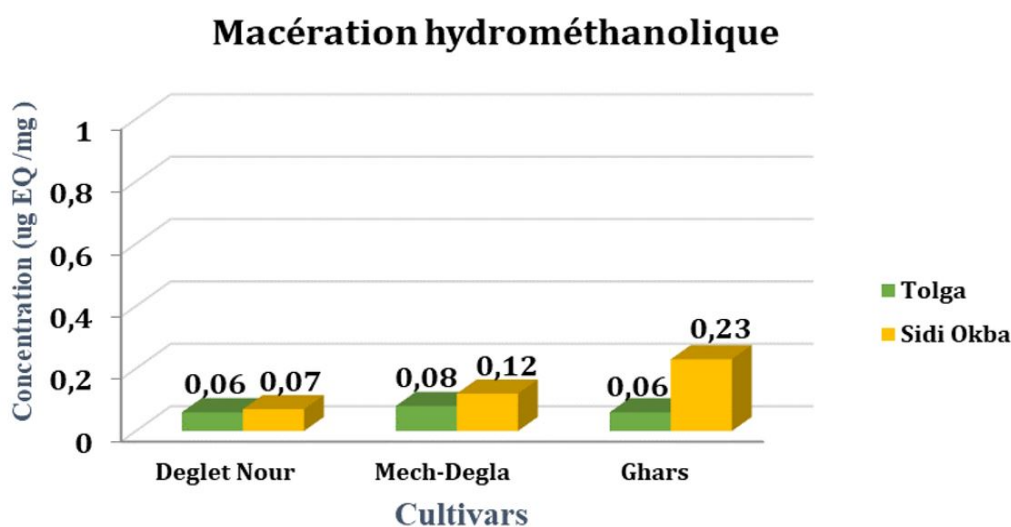


FIGURE 4.19 – Concentration des flavonoïdes dans les extraits bruts organiques obtenues par la macération hydrométhanolique .

Selon la figure 4.19, on observe que la variété El-Ghars de «Sidi Okba» présente la concentration la plus élevée en flavonoïdes, avec une valeur de $0.23 \pm 0.06 \mu\text{g}/\text{mg}$, par rapport aux autres cultivars. Par contre, les variétés Deglet Nour «Tolga» et El-Ghars «Sidi Okba» présentent la plus faible teneur en flavonoïdes, estimée à $0.06 \pm 0.05 \mu\text{g}/\text{mg}$.

Après avoir comparé les concentrations de flavonoïdes des différents extraits obtenus à l'aide des cinq méthodes d'extraction testées, on observe que certaines variétés, même si elles n'appartiennent pas à la même espèce ni à la même région, présentent des similitudes dans leur concentration en flavonoïdes. Cela peut être dû au fait que la région n'a pas d'influence significative sur la composition chimique de chaque variété, ou que la composition chimique des flavonoïdes est très similaire entre elles. Il convient également de prendre en compte les erreurs analytiques.

On peut expliquer la faible richesse en flavonoïdes dans les dattes étudiées par la sensibilité de la technique de l' AlCl_3 , qui réagit fortement avec des types spécifiques de flavonoïdes. Cela signifie que les dattes peuvent contenir d'autres types de flavonoïdes qui réagissent faiblement

avec l' AlCl_3 . Par conséquent, lorsqu'on utilise cette technique pour mesurer les flavonoïdes, il est possible de sous-estimer la concentration totale de ces composés dans les dattes. Il est donc important de prendre en compte la spécificité de la méthode analytique utilisée lors de l'évaluation de la richesse en flavonoïdes de différentes variétés de dattes étudiées .

D'autre part, en comparaison avec les concentrations élevées de polyphénols, les faibles valeurs de flavonoïdes peuvent être attribuées à la présence d'autres classes ou sous-classes de composés phénoliques qui ont contribué à augmenter la teneur totale en polyphénols des cultivars étudiées. Parmi ces composés, on peut citer les tanins, les acides cinnamiques, etc.

Une étude statistique a été menée afin d'évaluer l'impact des différentes méthodes d'extraction sur la teneur en flavonoïdes des variétés étudiées (Annexe 2). Les résultats indiquent que la valeur de signification (0,923) est supérieure à $\alpha = 0,05$. Par conséquent, nous pouvons conclure que la population étudiée est homogène et que les différentes méthodes d'extraction (figure 4.20) n'ont pas d'influence significative sur la teneur en flavonoïdes.

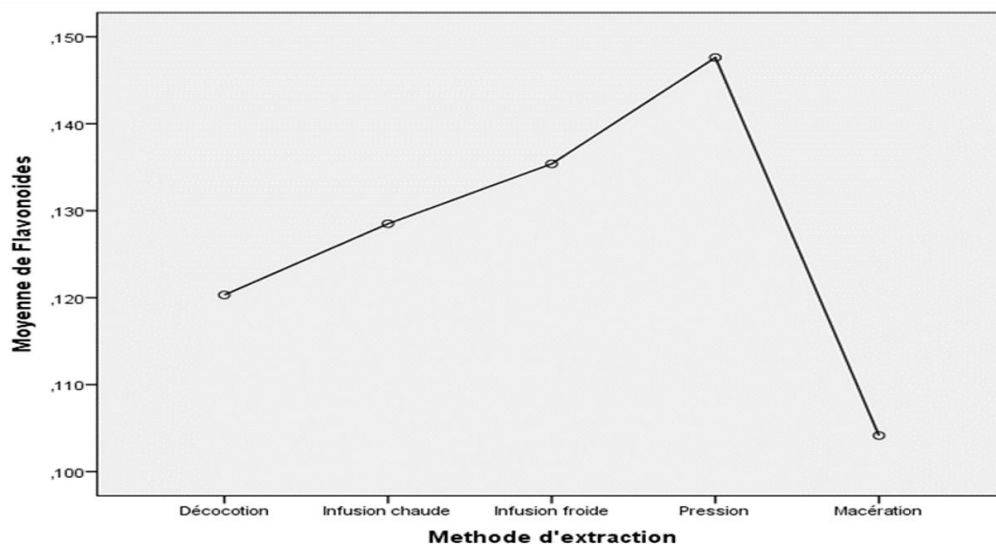


FIGURE 4.20 – Influence des différentes méthodes d'extraction sur la teneur en flavonoïdes.

L'absence d'effet significatif des différentes méthodes d'extraction sur la concentration des flavonoïdes dans les variétés de dattes étudiées peut être attribuée à plusieurs facteurs. Tout d'abord, il est possible que les flavonoïdes présents dans ces variétés de dattes aient une composition chimique et des caractéristiques physiques très proches, ce qui limite la variation entre les méthodes d'extraction utilisées. De plus, certaines erreurs analytiques peuvent entraîner une inefficacité dans la détection des flavonoïdes.

Nos résultats, quel que soit le type d'extraction et la région étudiée, sont inférieurs à ceux trouvés par Djenidi *et al.* (2020) Ce qui est indiqué dans le tableau 4.6.

TABLEAU 4.6 – Analyse comparative de la teneur polyphénolique de trois variétés de dattes.

Cultivars	Teneur ($\mu\text{g}/\text{mg}$)	Référence
Deglet Nour	0.22 ± 0.01	(Djenidi <i>et al.</i> ,2020)
Mech-Degla	2.94 ± 0.05	
El-Ghars	0.35 ± 0.06	

En fait, les fruits et légumes occupent la première place en termes de concentration en flavonoïdes (tableau 4.7) par rapport aux variétés de dattes étudiées.

TABLEAU 4.7 – Concentration des flavonoïdes de quelques variétés de fruits et légumes.

Fruits / légumes	Teneur ($\mu\text{g}/\text{mg}$)	Référence
Pomme	1.19 ± 0.01	(Djenidi <i>et al.</i> ,2020)
Orange	1.14 ± 0.00	
Poire	1.03 ± 0.03	
Carotte	1.43 ± 0.05	
Pomme de terre	2.72 ± 0.23	
Tomate	2.08 ± 0.04	

Le tableau 4.8 montre les différentes teneurs en flavonoïdes obtenus par quelques plantes médicinales.

TABLEAU 4.8 – Concentration des flavonoïdes des plantes médicinales.

Espèces	Teneur ($\mu\text{g}/\text{mg}$)	Référence
<i>Ruta chalepensis</i>	75	(Ghazghazia <i>et al.</i> ,2013)
<i>Mentha pulegium</i>	37	
<i>Marrubium vulgare</i>	86	
<i>Teucrium polium</i>	2670	

Selon le tableau 4.8, on observe que les valeurs de concentration en flavonoïdes des différentes espèces de plantes médicinales sont supérieures à nos résultats, ce qui signifie que ces plantes sont très riches en flavonoïdes par rapport aux variétés de dattes étudiées.

Conclusion

Conclusion

La production de dattes à Biskra est considérée comme l'une des activités agricoles les plus importantes de la région, bénéficiant de conditions climatiques favorables à la croissance et à la production de dattes de haute qualité. Parmi ces dattes, on retrouve les célèbres variétés : Deglet Nour, Mech-Degla et El-Ghars, qui jouissent d'une réputation élevée dans l'économie mondiale en raison de leur goût apprécié par tous.

Les dattes offrent une combinaison unique de nutriments, d'antioxydants, ainsi que de nombreux bienfaits pour la santé. Leur consommation régulière peut contribuer à une alimentation équilibrée et aider à maintenir une bonne santé globale.

En raison des nombreux bienfaits qu'elles offrent, les dattes sont devenues un sujet d'étude dans de nombreuses recherches. Les chercheurs se sont intéressés à l'extraction des composés actifs présents dans les dattes, tels que les polyphénols et les flavonoïdes, qui jouent un rôle important dans la santé humaine.

Cette étude vise à réaliser une comparaison de cinq méthodes d'extraction différentes, à savoir la décoction, l'infusion chaude, l'infusion froide, l'extraction assistée par l'autoclave et la macération hydrométhanolique. L'objectif est d'évaluer l'impact de ces méthodes sur le rendement d'extraction, ainsi que sur la teneur en polyphénols et en flavonoïdes des trois variétés de dattes : Mech Degla, Deglet Nour et El-Ghars, provenant de deux régions différentes, Tolga et Sidi Okba.

Les résultats de rendement de l'extraction montrent que la variété Mech-Degla « Tolga » présente le rendement le plus élevé, estimé à 78,60%, parmi tous les autres cultivars. Cependant, la méthode de décoction offre le meilleur rendement pour les variétés de « Tolga ». En ce qui concerne les variétés de « Sidi Okba », la macération hydrométhanolique donne les meilleurs résultats pour Mech-Degla et El-Ghars, tandis que l'infusion chaude est plus efficace pour Deglet Nour.

L'analyse statistique des teneurs polyphénoliques confirme l'influence significative de la méthode d'extraction sur la quantification des polyphénols. En particulier, la décoction s'avère être la meilleure méthode d'extraction des polyphénols pour la plupart des cultivars étudiés, notamment les variétés de Tolga et El-Ghars de Sidi Okba, par rapport aux autres méthodes testées. De plus, les extraits bruts des variétés de dattes « Tolga » se distinguent par leur richesse en polyphénols en termes de quantité par rapport aux variétés de « Sidi Okba », notamment en polyphénols hydrosolubles non thermolabiles. La variété Deglet Nour présente une concentration élevée de polyphénols, atteignant $359,34 \pm 0,03$ µg/mg, suivie de près par la variété

Mech-Degla avec une concentration de $342,86 \pm 0,01$ $\mu\text{g}/\text{mg}$, et enfin la variété El-Ghars avec une valeur de $305,86 \pm 0,06$ $\mu\text{g}/\text{mg}$. Les différences entre ces résultats peuvent s'expliquer par l'influence de la région, y compris le climat, le sol, ainsi que la nature de l'eau et les engrais, sur la composition chimique de chaque variété.

L'analyse statistique des résultats de concentration en flavonoïdes des extraits bruts obtenus révèle une absence d'influence significative des différentes méthodes d'extraction sur la teneur en flavonoïdes. Les résultats obtenus montrent que les différentes variétés de dattes étudiées présentent des concentrations en flavonoïdes relativement faibles.

Dans le cadre de ce travail, plusieurs recommandations futures peuvent être formulées afin de approfondir notre compréhension et d'explorer davantage le sujet des dattes :

- L'analyse moléculaire des autres composants actifs, tels que les acides aminés, les lipides, les vitamines, les tannins, etc.
- Évaluer les activités biologiques des composés chimiques actifs présents dans ces différentes variétés, telles que leurs propriétés anti-oxydantes, anti-inflammatoires et antibactériennes.
- Effectuer l'extraction des composés actifs à l'aide d'autres solvants organiques, tels que l'éthanol, l'acétone, etc.
- Étudier d'autres variétés de dattes et estimer leur contenu en substances actifs.

Bibliographie

Bibliographie

1. Abou-Zeid, A. Z. A., Baeshin, N. A., and Baghlaf, A. O. (1991). The formation of oxytetracycline in a date-coat medium. *Bioresource Technology*, 37(2), 179-184.
2. Acourene, S., Buelguedj, M., Tama, M., and Taleb, B. (2001). Caractérisation, évaluation de la qualité de la datte et identification des cultivars rares de palmier dattier de la région des Ziban. *Recherche Agronomique, éd. INRAA*, 8, 19-20.
3. Adrar ,I.(2016).Utilisation des noyaux de dates pour l'élimination de l'ion Fe²⁺ en solution aqueuse. Mémoire de Magister en chimie, Université Mouloud Mammeri , Tizi-Ouzou,102p.
4. Al-Alawi, R. A., Al-Mashiqri, J. H., Al-Nadabi, J. S., Al-Shihi, B. I., and Baqi, Y. (2017). Date palm tree (*Phoenix dactylifera* L.) : natural products and therapeutic options. *Frontiers in plant science*, 8, 12 p.
5. Albrecht, H., Yoder, J. I., and Phillips, D. A. (1999). Flavonoids promote haustoria formation in the root parasite *Triphysaria versicolor*. *Plant Physiology*, 119(2), 585-592.
6. Al-Farsi, M. A., and Lee, C. Y. (2008). Nutritional and functional properties of dates: a review. *Critical reviews in food science and nutrition*, 48(10), 877-887.
7. Al-Farsi, M., Alasalvar, C., Al-Abid, M., Al-Shoaily, K., Al-Amry, M., and Al-Rawahy, F. (2007). Compositional and functional characteristics of dates, syrups, and their by-products. *Food chemistry*, 104(3), 943-947.
8. Ali Haimoud, S., Allem, R., and Merouane, A. (2016). Antioxidant and anti-inflammatory properties of widely consumed date palm (*Phoenix dactylifera* L.) Fruit varieties in Algerian oases. *Journal of Food Biochemistry*, 40(4), 463-471.
9. Aljaloud, S., Colleran, H. L., and Ibrahim, S. A. (2020). Nutritional value of date fruits and potential use in nutritional bars for athletes. *Food and Nutrition Sciences*, 11(06), 463-480.
10. Al-Khayri, J. M., Jain, S. M., and Johnson, D. V. (2021). Date Palm Genome, *Compendium of Plant Genomes*,252p.
11. Al-Shahib, W., and Marshall, R. J. (2002). Dietary fibre content of dates from 13 varieties of date palm (*Phoenix dactylifera* L.). *International journal of food science and technology* , 37(6), 719-721.

12. Al-Shahib, W., and Marshall, R. J. (2003). Fatty acid content of the seeds from 14 varieties of date palm *Phoenix dactylifera* L. *International journal of food science et technology*, 38(6), 709-712.
13. Amellal-Chibane H. (2008) . Aptitudes technologiques de quelques variétés communes de dattes : formulation d'un yaourt naturellement sucré et aromatisé. Thèse de doctorat en technologies alimentaires, Université Mohamed Bougara, Boumerdes, 186p.
14. Anjum, F. M., Bukhat, S. I., El-Ghorab, A. H., Khan, M. I., Nadeem, M., Hussain, S., and Arshad, M. S. (2012). Phytochemical characteristics of date palm (*Phoenix dactylifera* L.) fruit extracts. *Pak J Food Sci*, 22(3), 27-117.
15. Aoudi , F. (2012). Etude et valorisation des feuilles d'olivier *Olea Europaea* dans l'industrie agro-alimentaire. Thèse doctorat en Génie Biologique, université de Carthage, Tunis, 213p.
16. Ashraf, Z., and Hamidi-Esfahani, Z. (2011). Date and date processing: a review. *Food reviews international*, 27(2), 101-133.
17. Aslam, J., Khan, S. H., and Khan, S. A. (2013). Quantification of water soluble vitamins in six date palm (*Phoenix dactylifera* L.) cultivar's fruits growing in Dubai , United Arab Emirates, through high performance liquid chromatography . *Journal of Saudi Chemical Society*, 17(1), 9-16.
18. Babahya, I. (2020). La qualification rétrospective des stérilisateur à la chaleur humide (autoclaves) sur le site du Centre Marocain de Stérilisation. Thèse Doctorat en pharmacie , Université Hassan II de Casablanca , Maghreb, 205p.
19. Bachiri, L., Echchegadda, G., Ibijbijen, J., & Nassiri, L. (2016). Etude phytochimique et activité antibactérienne de deux espèces de Lavande Autochtones Au Maroc: « *Lavandula stoechas* L. et *Lavandula dentata* L. ». *European Scientific Journal*, 12(30), 313-333.
20. Bahorun T, (1997). Substances Naturelles actives. La flore Mauricienne. Une source d'approvisionnement potentiellement. *Second Annual Meeting of Agricultural Scientists* , (83), 83-94.
21. Beconcini, D., Felice, F., Fabiano, A., Sarmiento, B., Zambito, Y., and Di Stefano, R. (2020). Antioxidant and anti-inflammatory properties of cherry extract : nanosystems based strategies to improve endothelial function and intestinal absorption. *Foods*, 9(2), 22p.

22. Benahmed Djilali, A. (2012). Analyse des aptitudes technologiques de poudres de dattes (*Phoenix-dactylifera* L.) améliorées par la spiruline : étude des propriétés rhéologiques, nutritionnelles et antibactériennes. Thèse de doctorat, Université Mohamed Bougera ,Boumerdes, 188p.
23. Benamor, B. (2009). Maitrise de l'Aptitude Technologique de la Matière Végétale dans les opérations d'extraction de Principes Actifs; Texturation par Détente Instantanée Contrôlée (DIC). Thèse de Doctorat. Université de La Rochelle, France. 208p.
24. Benchaachoua , A.(2019). Caractérisation et Valorisation d'une plante de la famille des astéracées de la région de Sidi Bel Abbès : Évaluation des substances bioactives de *Silybum marianum* .Thèse de Doctorat en Enzymes, Micro-organismes et Bio-industries. Université Djillalili Liabes , Sidi Bel Abbès ,201p .
25. Benchabane , A. (2007). Composition biochimique de la datte (Deglet-Nour) , évolution en fonction de la maturation et formation de la couleur et des arômes. Thèse de Doctorat d'Etat en Sciences Agronomiques. Institut National Agronomique El Harrach , Alger ,123p.
26. Benchabane A., Kechida F. et Bellal M.M.(2000). Caractérisation des substances pectiques et évaluation des autres composés pariétaux au cours de la maturation de deux variétés de datte d'Algérie. *Ann. Inst. Natl. Agron.*, 21(1-2) : 33-39.
27. Benchabane, A. (1996). Rapport de synthèse de l'atelier " Technologie et qualité de la datte". In Options méditerranéennes, série A, N° 28. Séminaires méditerranéens. Ed. IAM, Zaragoza, Spain. pp.205-210.
28. Benchelah, A. C., et Maka, M. (2006). Les dattes, de la préhistoire à nos jours. *Phytothérapie*, 4(1), 43-47.
29. Bentradi, N. and Hamida-Ferhat, A. (2020). Date palm fruit (*Phoenix dactylifera* L.) : Nutritional values and potential benefits on health.*The mediterranean diet*,2nd ed.pp. 239- 255 .
30. Benziouche , S. E., et Cheriet, F. (2012). Structure et contraintes de la filière dattes en Algérie. *New Medit* , 11(4), 49-57.
31. Besbes, S., Blecker, C., Deroanne, C., Drira, N. E., and Attia, H. (2004). Date seeds:chemical composition and characteristic profiles of the lipid fraction. *Food chemistry*, 84(4), 577-584.
32. Bohui, P. S. G., Adima, A. A., Niamké, F. B., et N'Guessan, J. D. (2018). Etude comparative de trois méthodes d'extraction des flavonoïdes totaux à partir des

- feuilles de plantes médicinales: *Azadirachta indica* et *Psidium guajava*. *Journal de la Société Ouest-Africaine de Chimie*, 46, 50-58.
33. Boizot, N., & Charpentier, J. P. J. P. (2006). Méthode rapide d'évaluation du contenu en composés phénoliques des organes d'un arbre forestier. *Cahier des Techniques de l'INRA*, 79-82.
 34. Booiij, I., Piombo, G., Risterucci, J. M., Coupe, M., Thomas, D., et Ferry, M. (1992). Etude de la composition chimique de dattes à différents stades de maturité pour la caractérisation variétale de divers cultivars de palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) . *Fruits*, 47(6), 667-678.
 35. Boukhatem, M. N., Ferhat, A., et Kameli, A. (2019). Méthodes d'extraction et de distillation des huiles essentielles: revue de littérature. *Une*, 3(4), 1653-1659.
 36. Bravo, L. (1998). Polyphenols : chemistry, dietary sources, metabolism , and nutritional significance. *Nutrition reviews*, 56(11), 317-333.
 37. Brianceau, S. (2015). Vers une amélioration quantitative et qualitative de l'extraction des composés phénoliques du marc de raisin rouge à l'aide d'électro technologies .Thèse de Doctorat en Génie des Procédés Industriels et Développement Durable, Université de Compiègne ,France ,191p.
 38. Camps, G. (1995). Dattes/dattiers. *Encyclopédie berbère*, (15), 2234-2245.
 39. Chaira, N., Ferchichi, A., Mrabet, A., and Sghairoun, M. (2007). Chemical composition of the flesh and the pit of date palm fruit and radical scavenging activity of their extracts . *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 10(13), 2202-2207.
 40. Chirinos, R., Rogez, H., Campos, D., Pedreschi, R., and Larondelle, Y. (2007). Optimization of extraction conditions of antioxidant phenolic compounds from mashua (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz and Pavón) tubers. *Separation and Purification Technology*, 55(2), 217-225.
 41. Chniti, S . (2015). Optimisation de la bio production d'éthanol par valorisation des refus de l'industrie de conditionnement des dattes. Thèse de doctorat, Université de Rennes, France,211p.
 42. Collin, S. et Crouzet, J. (2011) . Polyphénols et procédés: Transformation des polyphénols au travers des procédés appliqués à l'agro-alimentaire. Ed.TEC & DOC, Paris,339 p.

43. Daas Amiour, S. (2009). Etude quantitative des composés phénoliques des extraits de trois variétés de dattes (*Phoenix dactylifera* L.) et évaluation in vitro de leur activité biologiques . Mémoire de Magister , Université El-Hadj Lakhder , Batna ,160p.
44. Daas Amiour, S., Alloui-Lombarkia, O., Bouhdjila, F., Ayachi, A., and Hambaba, L. (2014). Étude de l'implication des composés phénoliques des extraits de trois variétés de datte dans son activité antibactérienne. *Phytothérapie*, 12(2), 135-142.
45. Daayf, F., El Bellaj, M., El Hassni, M., J'aiti, F., and El Hadrami, I. (2003). Elicitation of soluble phenolics in date palm (*Phoenix dactylifera* L.) callus by *Fusarium oxysporum* f. sp. *albedinis* culture medium. *Environmental and Experimental Botany*, 49(1), 41-47.
46. Daglia, M. (2012). Polyphenols as anti-microbial agents. *Current opinion in biotechnology* , 23(2),174-181.
47. Dembélé, D. L., Dramé, B. S. I., Haïdara, M., Koné, C., et Sanogo, R. (2022). Paramètres physicochimiques et activité antibactérienne de trois plantes médicinales, utilisées dans la prise en charge des infections urinaires au Mali. *Journal de la Société Ouest-Africaine de Chimie*, 51, 10-16.
48. Dias, D. A., Urban, S., and Roessner, U. (2012). A historical overview of natural products in drug discovery. *Metabolites*, 2(2), 303-336.
49. Dicko, M. H., Gruppen, H., Barro, C., Traoré, A. S., van Berkel , W. J., and Voragen, A. G. (2005). Impact of phenolic compounds and related enzymes in sorghum varieties for resistance and susceptibility to biotic and abiotic stresses. *Journal of Chemical Ecology*, 31, 2671-2688.
50. Djafri, K., Khemissat, E., Bergouia, M., Hafouda, S. Valorisation technologique des dattes de faible valeur marchande par la production du sirop. *Recherche Agronomique*,19(1),97-114p.
51. Djenidi, H., Khennouf, S., and Bouaziz, A. (2020). Antioxidant activity and phenolic content of commonly consumed fruits and vegetables in Algeria. *Prog. Nutr*, 22(1), 224-235.
52. Druzynska, B., Stępniewska, A., and Wołosiak, R. (2007). The influence of time and type of solvent on efficiency of the extraction of polyphenols from green tea and antioxidant properties obtained extracts. *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria*, 6(1), 27-36.

53. Dupuy,C. (2018) . Approche globale de la validation de la stérilisation par autoclavage : optimisation et choix stratégiques. Thèse Doctorat en pharmacie , Université Bordeaux, France , 102 p.
54. Durazzo, A., Lucarini, M., Souto, E. B., Cicala, C., Caiazzo, E., Izzo, A. A., and Santini, A. (2019). Polyphenols : A concise overview on the chemistry, occurrence, and human health. *Phytotherapy Research*, 33(9), 2221-2243.
55. El Arem,A.,Guido, F., Behija, S. E., Manel, I., Nesrine, Z., Ali, F., Mohamed, H., and Lotfi, A. (2011). Chemical and aroma volatile compositions of date palm (*Phoenix dactylifera* L.) fruits at three maturation stages. *Food Chemistry*, 127(4), 1744-1754.
56. El Modafar , C. (2010). Mechanisms of date palm resistance to Bayoud disease : Current state of knowledge and research prospects. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 74(6), 287-294.
57. EL-Darra,N. (2013). Les composés phénoliques des raisins : étude du potentiel qualitatif et des procédés émergents d'extraction. Thèse de Doctorat en Génie des Procédés Industriels et développement durable . Université de compiègne,France,351p.
58. El-Haoud, H., Boufellous, M., Berrani, A., Tazougart, H., and Bengueddour, R. (2018). Screening phytochimique d'une plante médicinale : *Mentha spicata* L. *American Journal of Innovative Research and Applied Sciences*, 7, 226-233.
59. Élie, F. (2022). Phénols et polyphénols.38p.
60. Elleuch, M., Besbes, S., Roiseux, O., Blecker, C., Deroanne, C., Drira, N. E., and Attia, H. (2008). Date flesh: Chemical composition and characteristics of the dietary fibre. *Food chemistry*, 111(3), 676-682.
61. El-Sharabasy S., and RizkR.(2019). Atlas of date palm in Egypt. *Food and Agric.Organization of the United Nations*, Cairo . 544p.
62. Essarioui, A., and Sedra, M. H. (2017). Lutte contre la maladie du bayoud par solarisation et fumigation du sol. Une expérimentation dans les palmeraies du Maroc. *Cahiers Agricultures*, 26(4):1-6.
63. Estanove P. (1990). Note technique : Valorisation de la datte. Options méditerranéennes, Systèmes agricoles oasiens. Ed. CIHEAM, série A, N°11, 301-318.

64. Fadili, K., Zerkani, H., Amalich, S., et Zair, T. (2017). Étude phytochimique et évaluation de l'activité antioxydante des feuilles et des fruits du *Capparis spinosa* L. *American Journal of Innovative Research and Applied Sciences*, 5(2):108-118.
65. Fantini, M., Benvenuto, M., Masuelli, L., Frajese, G. V., Tresoldi, I., Modesti, A., and Bei, R. (2015). In vitro and in vivo antitumoral effects of combinations of polyphenols, or polyphenols and anticancer drugs: perspectives on cancer treatment. *International journal of molecular sciences*, 16(5), 9236-9282.
66. Faye, P. G., Ndiaye, E. M., Ndiaye, B., Cisse, O. I. K., Ayessou, N. C., et Cisse, M. (2022). Effet de la macération, de l'infusion et la décoction sur l'extraction aqueuse des polyphénols des feuilles séchées de *Combretum Micranthum*. *Afrique SCIENCE*, 21(3), 114-126.
67. Ferradji, A., Matallah, M. A. A., et Malek, A. (2008). Conservation des dattes deglet nour isothermes d'adsorption à 25, 30 et 40 C. *Revue Des Energies Renouvelables*, 8, 207–219.
68. Ghazghazia, H., Chediab, A., Abderrazakb, M., & Brahima, H. (2013). Comparaison des contenus en polyphénols et de l'activité antioxydante des extraits méthanoliques de quatre plantes collectées du nord de Tunisie. *Microbiol Hyg Alim*, 25(73), 37-41.
69. Ghedadba, N., Hambaba, L., Ayachi, A., Aberkane, M. C., Bousselsela, H., and Oueld-Mokhtar, S. M. (2015). Polyphénols totaux, activités antioxydante et antimicrobienne des extraits des feuilles de *Marrubium deserti* de Noé. *Phytothérapie*, 13(2), 118-129
70. Ghiaba,Z., G., Boukouada, M., Djeridane, A., Saidi, M., & Yousfi, M. (2012). Screening of antioxidant activity and phenolic compounds of various date palm (*Phoenix dactylifera* L.) fruits from Algeria. *Mediterranean journal of nutrition and metabolism*, 5(2), 119-126.
71. Hadi, M. (2004). La quercétine et ses dérivés: molécules à caractères pro-oxydants ou capteurs de radicaux libres; études et applications thérapeutiques. Thèse de doctorat en Sciences ,Université Louis Pasteur,France , 268p.
72. Harrak,H., et Boujnah,M.(2012). valorisation technologique des dattes au Maroc. *Institu Nationale de la Recherche Agronomique*. Ed. INRA N° 2840,Maroc, 157p.
73. Hussain, T., Gupta, S., Adhami, V. M., and Mukhtar, H. (2005). Green tea constituent epigallocatechin-3-gallate selectively inhibits COX-2 without affecting COX-1 expression in human prostate carcinoma cells. *International Journal of Cancer*, 113(4), 660-669.

74. Jain, S. M. (2012). Date palm biotechnology : Current status and prospective an overview. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 386-399.
75. Kabera, J. N., Semana, E., Mussa, A. R., and He, X. (2014). Plant secondary metabolites : biosynthesis, classification, function and pharmacological properties. *J. Pharm. Pharmacol*, 2(7), 377-392.
76. Kamboj, A., Saluja, A. K., Kumar, M., and Atri, P. (2012). Antiviral activity of plant polyphenols. *J. Pharm. Res*, 5(5), 2402-2412.
77. Kevers, C., Coumans, M., Coumans-Gillès, M. F., and Caspar, T. H. (1984). Physiological and biochemical events leading to vitrification of plants cultured in vitro. *Physiologia Plantarum*, 61(1), 69-74.
78. Laouini ,S.E. (2014). Etude phytochimique et activité biologique d'extrait de des feuilles de *Phoenix dactylifera* L. dans la région du Sud d'Algérie (la région d'Oued Souf). Thèse doctorat en science, université Mohamed Khider, Biskra,161p.
79. Le Pogam, P., Chollet-Krugler, M., et Boustié, J. (2015). Présentation des métabolites secondaires lichéniques: de leur biosynthèse à leur rôle au sein du thalle lichénique .*Bull. Ass. fr. lichénologie*,40,201-210.
80. Lemaistre, J. C. (1948). La culture du palmier-dattier aux Etats-Unis. *Fruits*, 3(10), 375-381.
81. Lugasi, A., Hovari, J., Sagi, K. V. and Biro, L. (2003). The role of antioxidant phytonutrients in the prevention of diseases. *Acta biologica szegediensis*, 47(1-4) , 119-125.
82. Maneenin, C., Burawat, J., Maneenin, N., Nualkaew, S., Arun, S., Sampanang, A., & Iamsaard, S. (2018). Antioxidant capacity of Momordica charantia extract and its protective effect on testicular damage in valproic acid-induced rats. *Int J Morphol*, 36(2), 447-453.
83. M'Hiri, N. (2015). Étude comparative de l'effet des méthodes d'extraction sur les phénols et l'activité antioxydante des extraits des écorces de l'orange « Maltaise demi sanguine» et exploration de l'effet inhibiteur de la corrosion de l'acier au carbone. Thèse de Doctorat en Sciences Agronomiques, Université de Lorraine, France ,204p.
84. Macheix, J. J., Fleuriet, A., et Jay-Allemand, C. (2005). Les composés phénoliques des végétaux: un exemple de métabolites secondaires d'importance économique. Editions Lausanne, Presses Polytechniques et universitaires romandes,192p.

85. Makoi, J.H.J.R., and Ndakidemi P.A. 2007. Biological, ecological and agronomic significance of plant phenolic compounds in rhizosphere of the symbiotic legumes. *African Journal of Biotechnology*, 6 (12), 1358-1368.
86. Mansouri, A., Embarek, G., Kokkalou, E., and Kefalas, P. (2005). Phenolic profile and antioxidant activity of the Algerian ripe date palm fruit (*Phoenix dactylifera* L.). *Food Chemistry*, 89(3), 411–420.
87. Martin, S., et Andriantsitohaina, R. (2002). Mécanismes de la protection cardiaque et vasculaire des polyphénols au niveau de l'endothélium. *Annales de cardiologie et d'angéiologie*, 6 (51): 304-315.
88. Matern, U., and Kneusel, R. E. (1988). Phenolic compounds in plant disease resistance . *Phytoparasitica*, 16(2), 153-170.
89. Mau, J. L., Chang, C. N., Huang, S. J., & Chen, C. C. (2004). Antioxidant properties of methanolic extracts from *Grifola frondosa*, *Morchella esculenta* and *Termitomyces albuminosus*. *Food chemistry*, 87(1), 111-118.
90. Mimouni, Y. (2009). Mise au point d'une technique d'extraction de sirops de dattes ; comparaison avec les sirops à haute teneur en fructose (HFCS) issus de l'amidonnerie . Mémoire de Magister, Option : Biochimie et Analyse des Bio-produits , Université Kasdsi Merbah, Ouargla,175p.
91. Mimouni, Y., Bayoussef, Z., et Siboukeur, O. (2021). Caractérisation diététique de six cultivars de dattes de faible valeur marchande du sud est algérien. *Revue des Bio Ressources* ,11(2),42-50.
92. Mo, Y., Nagel, C., and Taylor, L. P. (1992). Biochemical complementation of chalcone synthase mutants defines a role for flavonols in functional pollen. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 89(15), 7213-7217.
93. Mohamed, A. E. (2000). Trace element levels in some kinds of dates. *Food chemistry* , 70(1), 9-12.
94. Morineau, T. (2010). La méthode TMTA d'analyse écologique de la tâche et son application à une tâche pratique. *Le travail humain*, 73(2), 97-122.
95. Mrabet, A., Ferchichi, A., Chaira, N., and Mohamed, B. S. (2008). Physico-Chemical Characteristics and total quality of Pakistan . *journal of biological sciences*, 11(7), 1003-1008.

96. Muanda ,F.N.(2010).Identification de polyphénols, évaluation de leur activité antioxydante et étude de leurs propriétés biologiques. Thèse de Doctorat, Université Paul Verlaine-Metz,France,238p.
97. Munier, P. (1974). Sur l'origine de la datte Deglet-Nour. *Fruits*, 29(12), 823-824.
98. Munin, A., and Edwards-Lévy, F. (2011). En capsulation of natural polyphenolic compounds . *Pharmaceutics*, 3(4), 793-829.
99. Naasani, I., Oh-Hashi, F., Oh-Hara, T., Feng, W. Y., Johnston, J., Chan, K., and Tsuruo, T. (2003). Blocking telomerase by dietary polyphenols is a major mechanism for limiting the growth of human cancer cells in vitro and in vivo. *Cancer research* , 63(4), 824-830.
100. Naczk, M., and Shahidi, F. (2004). Extraction and analysis of phenolics in food. *Journal of chromatography* ,1054 (2), 95-111.
101. Nani, A., Belarbi, M., Murtaza, B., Benammar, C., Merghoub, T., Rialland, M., and Hichami, A. (2019). Polyphenols from Pennisetum glaucum grains induce MAP kinase phosphorylation and cell cycle arrest in human osteosarcoma cells. *Journal of Functional Foods*, 54, 422-432.
102. Naskar, S., Islam, A., Mazumder, U. K., Saha, P., Halder, P. K., and Gupta, M. (2010). In vitro and in vivo antioxidant potential of hydro methanolic extract of *Phoenix dactylifera* L. fruits. *Journal of Scientific Research*, 2(1), 144-157.
103. Nguyen, N. Q., Minh, L. V., Trieu, L. H., Bui, L. M., Lam, T. D., Hieu, V. Q., ... & Trung, L. N. Y. (2020). Evaluation of total polyphenol content, total flavonoid content, and antioxidant activity of *Plectranthus amboinicus* leaves.*Energy Security and Chemical Engineering Congress* ,736(6),6p.
104. Niang, L., ALI, M. S., Ayessou, N. C. M., Cisse, M., and Diop, C. M. (2021). Composition en métabolites secondaires et en minéraux de deux plantes médicinales : *Bauhinia rufescens* Lam et *Sclerocarya birrea* (A. Rich.) Hochst. *Afrique Science*, 19(2), 126-135.
105. Niyonzima, G., Scharpe, S., Van Beeck, L., Vlietinck, A. J., Laekeman, G. M., & Mets, T. (1993). Hypoglycaemic activity of *Spathodea campanulata* stem bark decoction in mice. *Phytotherapy research*, 7(1), 64-67.
106. Noui Y. (2007). Caractérisation physico-chimique comparative des deux principaux tissus constitutifs de la pulpe de datte Mech-Degla. Mémoire de Magister en Technologie Alimentaire, Université Mohamed Bougara , Boumerdes,112p.

107. O'Leary, K. A., de Pascual-Tereasa, S., Needs, P. W., Bao, Y. P., O'Brien, N. M., and Williamson, G. (2004). Effect of flavonoids and vitamin E on cyclooxygenase-2 (COX-2) transcription. *Mutation Research/Fundamental and Molecular Mechanisms of Mutagenesis*, 551(1-2), 245-254.
108. Oumane, R.(2019). Effet de la salinité des sols sur la production des dattes Essai de fertilisation phospho-potassique sur le palmier dattier dans la région des Ziban. Thèse Doctorat en Sciences Agronomiques, Université Abdelhamid Ibn Badis , Mostaganem,187 p.
109. Penchev, P. I. (2010). Étude des procédés d'extraction et de purification de produits bioactifs à partir de plantes par couplage de techniques séparatives à Basses et hautes pressions. Thèse Doctorat en Génie des Procédés et de l'environnement, Université de Toulouse,France,239p.
110. Peronny, S. (2005). La perception gustative et la consommation des tannins chez le Maki (*Lemure Catta*). Thèse de Doctorat en éco-éthologie, Museum national d'histoire naturelle ,Paris 155p.
111. Pollak, P. E., Vogt, T., Mo, Y., and Taylor, L. P. (1993). Chalcone synthase and flavonol accumulation in stigmas and anthers of *Petunia hybrida*. *Plant physiology*, 102(3), 925-932.
112. Quy Diem, D., Angkawijaya, A. E., Tran-Nguyen, P. L., Huynh, L. H., Soetaredjo, F. E., Ismadji, S., & Ju, Y. H. (2014). Effect of extraction solvent on total phenol content, total flavonoid content, and antioxidant activity of *Limnophila aromatica*. *Journal of food and drug analysis*, 22(3), 296-302.
113. Richard, T., Tamsamani, H., Delaunay, J. C., Krisa, S., et Mérillon, J. M. (2014). Stilbènes: de la chimie à la neuroprotection. *Cahiers de Nutrition et de Diététique*, 49(4), 173-180.
114. Royer, M. (2013). Étude des relations entre croissance, concentrations en métabolites primaires et secondaires et disponibilité en ressources chez la tomate avec ou sans bioagresseurs. Thèse de Doctorat en Sciences Agronomiques, Université de Lorraine,194p.
115. Sadik, C. D., Sies, H., & Schewe, T. (2003). Inhibition of 15-lipoxygenases by flavonoids: structure–activity relations and mode of action. *Biochemical pharmacology*, 65(5), 773-781.
116. Sayah Z., et Ould El-Hadj,M.D. (2010). Étude comparative des caractéristiques physicochimiques et biochimiques des dattes de la cuvette de ouargla , *Annales des Sciences et Technologie*,2(1) , 87-92.

117. Schewe, T., Sadik, C., Klotz , L. O., Yoshimoto, T., Kühn, H., and Sies, H. (2001). Polyphenols of cocoa: inhibition of mammalian 15-lipoxygenase . *Biological Chemistry*, 382(12), 1687 – 1696.
118. Sitheeque, M. A. M., Panagoda, G. J., Yau, J., Amarakoon, A. M. T., Udagama, U. R. N., and Samaranayake, L. P. (2009). Antifungal activity of black tea polyphenols (catechins and theaflavins) against *Candida* species. *Chemotherapy*, 55(3), 189-196.
119. Tajini, F., Bouali, Y., et Ouerghui , A. (2020). Etude de la qualité nutritionnelle de fruit de *Phœnix dactylifera* L. : mesure des paramètres biochimiques. *Revue Nature et Technologie*, 12(02), 39-49.
120. Tamert, A., Latreche, A. (2016). Antioxidant activity of extracts of six aromatic Lamiaceae of Western Algeria. *Phytothérapie*, 1-8.
121. Taouda, H., Alaoui, M. M., Errachidi, F., Chabir, R., et Aarab, L. (2014). Etude comparative des caractéristiques morpho-métriques et biochimiques des dattes commercialisées dans le marché régional de FES/MAROC. *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 8(1), 1-10.
122. Tassoult, M., Kati, D. E., Fernández-Prior, M. Á., Bermúdez-Oria, A., Fernandez-Bolanos, J., and Rodríguez-Gutiérrez, G. (2021). Antioxidant capacity and phenolic and sugar profiles of date fruits extracts from six different Algerian cultivars as influenced by ripening stages and extraction systems. *Foods*, 10(3), 503.
123. Telli, A., Mahboub, N., & Boudjeh, S. (2010). Optimisation des conditions d'extraction des polyphenols de dattes lyophilisées (*Phoenix dactylifera* L.) variété Ghars. *Annales des Sciences et Technologie*, 2(2), 107-114p.
124. Thatoi, H., & Patra, J. K. (2011). Biotechnology and pharmacological evaluation of medicinal plants: An overview. *Journal of herbs, spices & medicinal plants*, 17(3), 214-248.
125. Toutain, G. (1967) . Le palmier dattier Culture et production. *Al Awamia*, 25, 83-151.
126. Trabsa, H., Baghiani, A., Boussoualim, N., Krache, I., Khennouf, S., Charef, N., and Arrar, L. (2015). Kinetics of inhibition of xanthine oxidase by *Lycium arabicum* and its protective effect against oxonate-induced hyperuricemia and renal dysfunction in mice. *Tropical Journal of Pharmaceutical Research*, 14(2), 249-256.

127. Trabsa, H., Boumerfeg, S., Baghiani, A., Boussoualim, N., Krache, I., Khennouf, S., and Arrar, L. (2014). Anti-haemolytic, Antioxidant and xanthine oxidase inhibitory effect of *Sedum sediforme* shoot extracts. *Int. J. Indig. Med. Plants*, 47, 1502-1510.
128. Vayalil, P. K. (2002). Antioxidant and antimutagenic properties of aqueous extract of date fruit (*Phoenix dactylifera* L.). *Journal of agricultural and food chemistry* , 50(3), 610-617.
129. Vermeris, W., and Nicholson, R. (2006). The role of phenols in plant defense . *Phenolic compound biochemistry*, 211-234.
130. Williamson, G. (2017). The role of polyphenols in modern nutrition. *Nutrition bulletin*, 42(3), 226-235.
131. Xia, E. Q., Deng, G. F., Guo, Y. J., and Li, H. B. (2010). Biological activities of polyphenols from grapes. *International journal of molecular sciences*, 11(2), 622-646.
132. Yefsah-Idres, A., Benrima, A., Hammouchi, K., and Bennazoug, Y. (2019). Essai de valorisation de la datte Mech-degla par sa substitution au sucre blanc dans la formulation d'un biscuit. *Revue Agrobiologia*, 9(2), 1543-1559.

Annexes

Annexes

Annexe 1 : Test d'homogénéité des variances des polyphénols et flavonoïdes .

Test d'homogénéité des variances

	Statistique de Levene	ddl1	ddl2	Signification
Polyphénols	1,833	4	25	,154
Flavonoïdes	,918	4	25	,469

Annexe 2 : Analyse statistique d'influence de différentes méthodes d'extraction sur le dosage des polyphénols et flavonoïdes .

ANOVA à 1 facteur

		Somme des carrés	ddl	Moyenne des carrés	F	Signification
Polyphénols	Inter-groupes	134179,331	4	33544,833	8,666	,000
	Intra-groupes	96766,046	25	3870,642		
	Total	230945,377	29			
Flavonoïdes	Inter-groupes	,006	4	,002	,223	,923
	Intra-groupes	,179	25	,007		
	Total	,186	29			

Erratum

- Nous remercions d'avance toute personne qui nous signalera les erreurs qu'elle pourrait déceler, à l'une des adresses suivantes :

1- mezghichechaima85@gmail.com

2- mizanyasmine.pl@gmail.com

Résumés

ملخص

التمور هي ثمار نخيل (*Phoenix dactylifera* L.) حيث تحتوي على خصائص علاجية تستحوذ على اهتمام كبير في العديد من الدراسات . تهدف هذه الدراسة إلى تقييم تأثير خمس طرق استخلاص بما في ذلك التسريب البارد، والتسريب الساخن، والإغراق ، والاستخراج المساعد بواسطة الأوتوكلاف، والنقع المائي الكحولي، على مردود استخلاص المواد الفعالة، وتحديد البوليفينول والفلافونويد في ثلاثة أصناف من التمور وهي دقلة نور ومش دقلة والغرس، المأخوذة من منطقتين « طولقة » و« سيدي عقبة » . أظهرت نتائج الدراسة أن طريقة الاستخلاص لها تأثير ملحوظ على مردودية الاستخلاص وتراكيز البوليفينول. تبين أن الإغراق هو أكثر طريقة استخراج فعالة من حيث الإنتاجية لأصناف « طولقة » ، وبالنسبة لأصناف « سيدي عقبة » ، كان التسريب الساخن هو الأكثر مناسبة لدقلة نور، في حين أن النقع المائي الكحولي كان الأفضل لمش دقلة والغرس. فيما يتعلق بنتائج تحديد البوليفينول، تبين أن أصناف « طولقة » هي الأكثر غنى بالبوليفينول بتراكيز مقدرة بـ 359.34 ± 0.03 ميكروغرام/ملغ ، 342.86 ± 0.01 ميكروغرام/ملغ ، و 305.86 ± 0.06 ميكروغرام/ملغ لأصناف دقلة نور، مش دقلة، والغرس على التوالي . بالمقابل، التمور تحتوي على نسبة منخفضة من الفلافونويد، ولم تكن للطرق الاستخلاصية المستخدمة تأثير كبير على النتائج المحصل عليها .

الكلمات المفتاحية : *Phoenix dactylifera* L. ، تمر ، طريقة الاستخلاص، المردود، البوليفينول، الفلافونويد.

Résumé

Les dattes sont des fruits du *Phoenix dactylifera* L. qui possèdent des propriétés thérapeutiques, ce qui suscite un grand intérêt dans de nombreuses études. Cette étude a pour objectif d'évaluer l'impact de cinq méthodes d'extraction, notamment l'infusion froide, l'infusion chaude, la décoction, l'extraction assistée par l'autoclave et la macération hydro-alcoolique, sur le rendement d'extraction des principes actifs, ainsi que sur le dosage des polyphénols et des flavonoïdes des trois variétés de dattes, à savoir Deglet Nour, Mech-Degla et El-Ghars, récoltées dans deux régions « Tolga » et « Sidi Okba ». Les résultats de l'étude ont montré que la méthode d'extraction a une influence significative sur le rendement d'extraction et sur les concentrations des polyphénols. La décoction s'est révélée être la méthode d'extraction la plus efficace en termes de rendement pour les variétés de « Tolga », et pour les variétés de « Sidi Okba », l'infusion chaude était plus appropriée pour Deglet Nour, tandis que la macération hydro-alcoolique était préférable pour Mech-Degla et El-Ghars. En ce qui concerne les résultats du dosage des polyphénols, les variétés de « Tolga » se sont révélées être plus riches en polyphénols, avec des concentrations estimées de $359,34 \pm 0,03 \mu\text{g}/\text{mg}$, $342,86 \pm 0,01 \mu\text{g}/\text{mg}$ et $305,86 \pm 0,06 \mu\text{g}/\text{mg}$ pour Deglet Nour, Mech Degla et El-Ghars respectivement. Par contre, les dattes présentent une faible teneur en flavonoïdes et les méthodes d'extraction utilisées n'ont pas eu d'influence significative sur les résultats obtenus.

Mots clés : *Phoenix dactylifera* L., dattes, Méthode d'extraction, Rendement, Polyphénol, Flavonoïde.

Abstract

Dates are fruits of *Phoenix dactylifera* L. that possess therapeutic properties, which have attracted great interest in numerous studies. This study aims to evaluate the impact of five extraction methods, including cold infusion, hot infusion, decoction, autoclave-assisted extraction, and hydro-alcoholic maceration, on the extraction yield of active compounds, as well as the quantification of polyphenols and flavonoids in three date varieties, namely Deglet Nour, Mech-Degla, and El-Ghars, harvested in two regions, « Tolga » and « Sidi Okba ». The results of the study have shown that the extraction method has a significant influence on the extraction yield and the concentrations of polyphenols. Decoction has proven to be the most efficient extraction method in terms of yield for the « Tolga » varieties, while hot infusion was more suitable for Deglet Nour in the « Sidi Okba » varieties, and hydro-alcoholic maceration was preferable for Mech-Degla and El-Ghars. Regarding the quantification of polyphenols, the « Tolga » varieties were found to be richer in polyphenols, With estimated concentrations of $359.34 \pm 0.03 \mu\text{g}/\text{mg}$, $342.86 \pm 0.01 \mu\text{g}/\text{mg}$, and $305.86 \pm 0.06 \mu\text{g}/\text{mg}$ for Deglet Nour, Mech Degla, and El-Ghars, respectively. However, dates have a low content of flavonoids, and the extraction methods used did not have a significant influence on the obtained results.

Key words : *Phoenix dactylifera* L., date, Extraction method, Yield, Polyphenol, Flavonoid .