

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université de Ghardaïa



Faculté des Sciences de la Nature et de Vie et Sciences de la Terre

Département de Biologie

Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de

MASTER

Filière : Sciences biologiques

Spécialité : Biochimie appliquée

**Par : - ABDELAZIZ Aissa
- ABISMAIL HEDJOUDJA Nacer**

Thème

Évaluation de quelques activités biologiques des extraits aqueux et polysaccharidiques de dattes (*Phoenix dactylifera L.*) de la région de Ghardaïa

Soutenu publiquement, le 25 / 09 / 2025 ,
Devant le jury composé de :

M. BENBEKHTI Z.	Maître assistant A	Univ. Ghardaïa	Président
Mme HAMID OUDJANA A.	Maître de conférences A	Univ. Ghardaïa	Examinateuse
M. BELHACHEMI H. M.	Maître de conférences A	Univ. Ghardaïa	Promoteur
M. BENKHERARA S.	Maître de conférences A	Univ. Ghardaïa	Co-Promoteur

Année universitaire : 2024 / 2025

Remerciements

Au nom de Dieu, le Tout Miséricordieux, le Très Miséricordieux, et que la paix et le salut soient sur Son prophète Mohamed.

Au terme de ce travail, il nous est agréable, avant tout, de remercier Au nom de Dieu, le Tout Miséricordieux, le Très Miséricordieux, et que la paix et le salut soient sur Son prophète Mohamed.

Au terme de ce travail, il nous est agréable, avant tout, de remercier **Dieu, le Tout-Puissant**, pour nous avoir donné la force et la patience nécessaires à l'achèvement de ce travail.

Nous tenons à exprimer notre profonde gratitude à nos promoteurs de mémoire,

M. BELHACHEMI H., Maître de conférences A à l'Université de Ghardaïa, et

M. BENKHERARA S., Maître de conférences A à l'Université de Ghardaïa. Leurs précieux conseils, leur encadrement rigoureux et leur disponibilité ont été essentiels à la réalisation de ce travail de fin d'études.

Nous remercions également chaleureusement les membres du jury : **M. BENBEKHTI Z.**, Maître Assistant A à l'Université de Ghardaïa, en tant que président, et

Mme HAMID OUDJANA A., Maître de conférences A à l'Université de Ghardaïa, en tant qu'examinatrice. Nous leur sommes reconnaissants du temps qu'ils nous ont accordé pour évaluer notre travail et pour leurs pertinentes remarques.

Enfin, nous adressons nos sincères remerciements à **tous les enseignants** qui nous ont accompagnés tout au long de notre parcours universitaire. Leur dévouement et leur enseignement de qualité ont grandement contribué à notre formation. Nous n'oublions pas toutes les personnes qui, de près ou de loin, nous ont apporté leur aide et leur soutien.

Merci à vous tous !

Dédicaces

Avant tout, je remercie Dieu tout-puissant de m'avoir donné le courage, la force, la volonté et la patience pour réaliser ce travail.

Je dédie ce mémoire À mes piliers et ma famille

*À ma **mère** et à mon **père**, dont l'amour inconditionnel et les sacrifices ont pavé mon chemin. Votre soutien et vos encouragements constants ont été ma plus grande force et ma source d'inspiration.*

*À mes cher **grand-parent**, pour sa sagesse, sa bienveillance et les valeurs qu'il m'a transmises, des trésors inestimables qui continuent de m'éclairer.*

*À mes chers **frères** et **sœurs**, et à tous les membres de **ma famille**, complices de mes joies et de mes peines, pour les liens qui nous unissent et les souvenirs précieux partagés.*

*À ma **femme**, pour sa patience, sa compréhension et son amour qui rendent chaque jour plus beau. À mes merveilleux **enfants**, vous êtes ma plus grande fierté et ma motivation à toujours me dépasser.*

*Enfin, à tous mes **camarades** et **collègues**, pour les échanges enrichissants, la collaboration et les moments partagés qui ont contribué à cette aventure.*

Avec toute ma gratitude et mon affection,

AISSA / NACER

Liste des abréviations

ADE : Effet Antidiabétique

ADN : Acide Désoxyribonucléique

AOE : Effet Anti-Oxydant

DO : la densité optique

DPPH : 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyle

EAO : Extrait Aqueux de la variété Ouarous

EAT : Extrait Aqueux de la variété T'dalet

EC50 : Concentration Efficace 50%

EPO : Extrait Polysaccharide de la variété Ouarous

EPT : Extrait Polysaccharide de la variété T'dalet

FA : Fibres Alimentaires

FAO : Food and Agriculture Organization (Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture)

HbA1c : test sanguin pour diagnostiquer et surveiller le diabète.

IC 50 : Concentration Inhibitrice 50%.

FID : Fédération Internationale du Diabète

MADR : Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural

NF-κB: Nuclear Factor kappa-light-chain-enhancer of activated B cells

PHS : polysaccharides hydrosolubles

PI : Pourcentage d'inhibition

PR : Pourcentage de réduction

PT : Poids Totale

ROS ou ERO : Espèces réactives de l'oxygène

RPM : Rotations Par Minute

ملخص

إن ثراء التمور بالمركبات النشطة بيولوجياً يجعلها مصدراً طبيعياً قيماً للجزئيات ذات الإمكانيات العلاجية. في ظل تزايد الأمراض الأيضية، وخاصة مرض السكري من النوع الثاني، تجذب دراسة الإمكانيات العلاجية للتمور اهتماماً متزايداً. تهدف هذه الدراسة إلى تقييم الأنشطة المضادة للأكسدة والمضادة لداء السكري للمستخلصات المائية ومتعددة السكاريد من صنفين محللين من التمور، "تدالت" وأعروس، والمعروفيين باستهلاكهما من قبل مرضى السكري. بلغت عوائد الاستخلاص التي تم الحصول عليها 59.63% و 62.31% لمستخلص المائي لتدالت EAT وأعروس EAO على التوالي و 9.8% و 11.02% لمستخلص متعدد السكاريد "تدالت" EPT وأعروس EPO، ومن المهم التأكيد على أنه على الرغم من أن هذه القيم أقل من تلك الموجودة في المستخلصات المائية، إلا أنها تظل الأعلى مقارنة بالأنصاف الأخرى المذكورة في المراجع العلمية. تم قياس نشاط مضادات الأكسدة من خلال اختبارين (2,2'-diphenyl-1-picrylhydrazyl) DPPH و FRAP: قوة مضادات الأكسدة المختزلة لأيونات الحديدية). تشير النتائج، المعبّر عنها بـ EC50 (التركيز المناسب لـ 50% من النشاط المطلوب)، إلى أن مستخلصات السكريات المتعددة، EPT و EPO، تظهر نشاطاً مضاداً للأكسدة أقوى من المستخلصات المائية، (0.13 ± 1.67)، (0.37 ± 2.56)، (0.06 ± 1.48)، (0.14 ± 1.53) مل/ مل بواسطة DPPH و (0.06 ± 0.57) مل/ مل بواسطة FRAP وكانت النتائج التي توصلنا إليها وبالنسبة للنشاط المضاد لمرض السكري، المقاس باختبار تثبيط إنزيم ألفا أميلاز، فقد أظهرت المستخلصات قيم EC50 تتراوح بين 0.57 و 1.07 مل/مل مما يعكس تثبيطاً معتبراً للإنزيم، بالمقارنة مع الأكاربوز، الدواء المرجعي، والذي يتراوح تركيز EC50 في المراجع العلمية عادة بين 0.1 و 0.5 مل/مل. تتمتع مستخلصات التمور بفعالية مميزة، فالمستخلص المائي لصنف أعروس (0.09 ± 0.57) مل/مل يقارب أداء العينة الضابطة، بينما تظهر المستخلصات الأخرى نشاطاً أقل قليلاً. تشير هذه النتائج إلى أن التمور المحلية، وخاصة صنف أعروس، تُشكل مصدراً واعداً للمركبات الطبيعية ذات القدرة المضادة للأكسدة ومضادات السكري، والتي يمكن أن تُشكل أساساً لتطوير مكمّلات غذائية أو مكونات وظيفية للوقاية من داء السكري من النوع الثاني.

الكلمات المفتاحية: تدالٍ، أعرُوس، مستخلص عديد السكاريد، مستخلص مائي، مضاد الأكسدة، مضاد السكري.

Résumé

La richesse des dattes en composés bioactifs en fait une source naturelle précieuse de molécules à potentiel thérapeutique, particulièrement dans la prévention et la prise en charge des maladies métaboliques telles que le diabète de type 2. Cette étude a porté sur l'évaluation des activités antioxydantes et antidiabétiques via l'inhibition de l'enzyme alpha amylase d'extraits aqueux (EAT, EAO) et polysaccharidiques (EPT, EPO) de deux variétés locales de dattes de Ghardaïa, T'dalet et Ouarous. Les rendements d'extraction ont révélé des taux élevés pour les extraits aqueux 59,63 % pour T'dalet et 62,31 % pour Ouarous, indiquant une forte teneur en composés hydrosolubles, alors que les extraits polysaccharidiques ont présenté des rendements modestes 9,8 % et 11,02 % respectivement. Il est important de souligner que, bien que ces valeurs soient inférieures à celle des extraits aqueux, elles demeurent parmi les plus élevées par rapport aux autres variétés rapportées dans la littérature. L'activité antioxydante, évaluée par les tests DPPH et FRAP, a montré que les extraits polysaccharidiques possèdent globalement un pouvoir antioxydant supérieur à celui des extraits aqueux, avec des valeurs d'IC50 plus faibles ($1,65 \pm 0,13$ mg/mL pour EPT et $2,34 \pm 0,37$ mg/mL pour EPO au test DPPH ; $1,48 \pm 0,06$ et $1,53 \pm 0,14$ mg/mL au test FRAP), bien que restant inférieures à l'efficacité de la vitamine C (0,0027 mg/mL). Concernant l'activité antidiabétique, mesurée par le test d'inhibition de l' α -amylase, les extraits ont montré des IC50 compris entre 0,57 et 1,07 mg/mL, traduisant une inhibition notable de l'enzyme. Comparés à l'acarbose, médicament de référence, dont les valeurs d'IC50 rapportées dans la littérature varient généralement entre 0,1 et 0,5 mg/mL les extraits de dattes se situent dans une zone d'efficacité intéressante : l'extrait aqueux de la variété Ouarous ($0,57 \pm 0,09$ mg/mL) se rapproche des performances du témoin, tandis que les autres extraits montrent une activité légèrement plus faible. Ces résultats suggèrent que les dattes locales, particulièrement la variété Ouarous, constituent une source prometteuse de composés naturels à potentiel antioxydant et antidiabétique, pouvant servir de base au développement de compléments alimentaires ou d'ingrédients fonctionnels pour la prévention et la gestion du diabète de type 2.

Mots clés : T'dalet, Ouarous, extrait polysaccharidique, extrait aqueux, antioxydant, antidiabétique.

Abstract

The richness of dates in bioactive compounds makes them a valuable natural source of molecules with therapeutic potential, particularly in the prevention and management of metabolic diseases such as type 2 diabetes. This study assessed the antioxidant and antidiabetic activities of aqueous (EAT, EAO) and polysaccharide (EPT, EPO) extracts of two local date varieties from Ghardaïa, T'dalet and Ouarous. Extraction yields revealed high rates for aqueous extracts 59.63% for T'dalet and 62.31% for Ouarous, reflecting the richness of these fruits in water-soluble compounds, while polysaccharide extracts showed modest yields 9.8% and 11.02%, respectively. Nevertheless, it should be noted that, despite being lower than those of the aqueous extracts, these yields are substantial and rank among the highest reported in the literature. Antioxidant activity, assessed by the DPPH and FRAP tests, showed that the polysaccharide extracts generally possessed a higher antioxidant power than the aqueous extracts, with lower IC₅₀ values 1.65 ± 0.13 mg/mL for EPT and 2.34 ± 0.37 mg/mL for EPO in the DPPH test; 1.48 ± 0.06 and 1.53 ± 0.14 mg/mL in the FRAP test, although still lower than the efficacy of vitamin c 0.0027 mg/mL. Regarding antidiabetic activity, measured by the α -amylase inhibition test, the extracts showed IC₅₀ values between 0.57 and 1.07 mg/mL, reflecting a significant inhibition of the enzyme. Compared to acarbose, the reference drug, whose IC₅₀ reported in the literature generally varies between 0.1 and 0.5 mg/mL, date extracts are in an interesting efficacy zone: the aqueous extract of the Ouarous variety (0.57 ± 0.09 mg/mL) is close to the performance of the control, while the other extracts show a slightly lower activity. These results suggest that local dates, particularly the Ouarous variety, constitute a promising source of natural compounds with antioxidant and antidiabetic potential, which can serve as a basis for the development of food supplements or functional ingredients for the prevention and management of type 2 diabetes.

Keywords: T'dalet, Aourous, polysaccharide extract, aqueous extract, antioxidant, antidiabetic.

TABLE DES MATIERES

RESUME

LISTE DES ABREVIATIONS	III
-------------------------------------	-----

TABLE DES MATIERES	VII
---------------------------------	-----

LISTE DES FIGURES	VIII
--------------------------------	------

LISTE DES TABLEAUX	IX
---------------------------------	----

INTRODUCTION	1
---------------------------	---

MATERIEL ET METHODES

1. Choix et origine des variétés de dattes sélectionnées	12
2. Echantillonnage et description des variétés	13
3. Méthodes d'extraction	13
3.1. Extraction brute aqueux	14
3.2. Extraction brute des polysaccharides	15
3.3. Calcul de rendement massique d'extraction	16
4. Effets antioxydants des extraits	16
4.1. Test anti radicalaire DPPH.....	17
4.2. Test anti radicalaire FRAP	18
4.3. Expression des résultats	20
5. Effet antidiabétique (test d'inhibition de l'alpha-amylase)	20
5.1. Mode opératoire	21
5.2. Expression des résultats	22

RESULTATS ET DISCUSSION

1. Rendement de l'extraction	24
2. Activité antioxydante	26
2.1. Test DPPH.....	26
2.2. Test FRAP	30
3. Effet Antidiabétique	32
3.1. Comparaison entre les extraits aqueux et polysaccharidiques	33
3.2. Comparaison entre les extraits des variétés T'dalet et Ouarous	34

CONCLUSION ET PERSPECTIVES	38
---	----

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ANNEXES

LISTE DES FIGURES

Figure 1 Répartition de la production des dattes par wilaya en Algérie	4
Figure 2 Situation géographique de la willaya de Ghardaïa.....	12
Figure 3 Etapes d'extraction aqueuse des dattes.....	14
Figure 4 Etapes d'extraction brute des polysaccharides	15
Figure 5 Schéma de réaction du radical DPPH avec les antioxydants	17
Figure 6 Réaction de réduction du fer avec les antioxydants	18
Figure 7 Réaction d'hydrolyse de l'amidon par α -amylase	21
Figure 8 Rendements massiques des extractions aqueuse et polysaccharidiques de deux cultivars T'dalet et Ouarous	24
Figure 9 Présentations graphiques de l'activité antioxydant des extraits de dattes (EAT, EPT , EAO, et EPO) et de la vitamine c par le test DPPH	27
Figure 10 Valeurs des IC50 des extraits de dattes et de la vitamine c avec le test DPPH	28
Figure 11 Valeurs des EC50 des extraits et de la vitamine c avec le test FRAP	30
Figure 12 Présentations graphiques de l'activité antioxydant par le test FRAP des extraits de dattes (EAT, EPT , EAO, et EPO) et de la vitamine c	31
Figure 13 Représentation graphique de l'effet anti l'alpha-amylase par les extraits des dattes T'dalet et Ouarous et de l'Acarbose (ACRB).....	36

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 représente la valeur et la composition nutritionnel pour 100g de datte de la variété Deglet Nour.....	5
Tableau 2 Description générale sur les variétés sélectionnées.....	13
Tableau 3 Protocole de travail de test DPPH.....	18
Tableau 4 Protocole de travail de test FRAP	19
Tableau 5 Protocole de travail de test d'inhibition de l'alpha-amylase	22
Tableau 6 Rendements de l'extraction aqueux et polysaccharidique des variétés T'dalet et Ouarous	24
Tableau 7 Valeurs des IC50 des extraits des dattes pour le test d'inhibition de DPPH	28
Tableau 8 Valeurs des EC 50 des extraits des dattes avec le test FRAP	30
Tableau 9 Valeurs des IC50 des extraits des dattes pour l'inhibition de l'alpha amylase	32

INTRODUCTION

Le corps humain, par sa structure et son fonctionnement, constitue un système d'une grande complexité, assurant le maintien permanent de l'homéostasie. Cependant, cet équilibre fragile est continuellement menacé par divers facteurs externes, notamment environnementaux et nutritionnels. Parmi les perturbations susceptibles d'altérer cette stabilité, le stress oxydant se distingue comme un déséquilibre majeur aux conséquences potentiellement délétères pour la santé.

Le stress oxydant résulte spécifiquement d'un déséquilibre entre la production d'espèces réactives de l'oxygène (ERO) et les capacités antioxydantes endogènes de l'organisme. Dans des conditions physiologiques normales, les ERO jouent un rôle dans la signalisation cellulaire et la défense immunitaire. Cependant, une production excessive ou une neutralisation insuffisante des ERO conduit à des dommages oxydatifs aux biomolécules essentielles telles que les lipides, les protéines et l'ADN. Ses complications sont caractérisées par des perturbations dans les processus biochimiques essentiels au maintien de l'homéostasie, et contribuent ainsi à l'étiopathogénie de nombreuses maladies chroniques métaboliques, telles que les maladies cardiovasculaires, le vieillissement, le cancer et les maladies inflammatoires, y compris le diabète (Korovesis et al., 2023).

Des études ont démontré que la production d'ERO par diverses voies métaboliques est aussi favorisée par l'hyperglycémie chronique, créant ainsi un cercle vicieux où le stress oxydant aggrave la dysfonction des cellules β -pancréatiques et la résistance à l'insuline au niveau des tissus périphériques (Giugliano et al., 1996; Hu et al., 2017). Cela induit souvent des complications associées telles que les maladies cardiovasculaires, la néphropathie, la neuropathie, et la rétinopathie (Ceriello, 2003; Hu et al., 2017 ; Korovesis et al., 2023).

Les maladies métaboliques, en particulier le diabète sucré, constituent un défi majeur de santé publique mondiale. Troisième cause de mortalité, cette affection se caractérise par une prévalence croissante et des complications graves (IFD, 2024). Le diabète de type II, la forme la plus courante, touchait environ 589 millions d'adultes (20-79 ans) en 2024, avec une projection alarmante de 853 millions d'ici 2050 (FID, 2025; IFD, 2024).

En Algérie, la situation du diabète est également préoccupante. Les données de la Fédération Internationale du Diabète (IFD) pour 2024 révèlent une prévalence de 17,5 % chez les adultes (20-79 ans), ce qui représente un total d'environ 4,76 millions de cas (IFD, 2024). Bien que la prévalence du diabète soit bien documentée dans le nord de l'Algérie, elle reste

moins connue dans le sud, en particulier à Ghardaïa, à l'exception de quelques études universitaires. Une enquête menée entre mars et avril 2010 dans l'oasis d'El-Menia (située au sud de Ghardaïa) sur un échantillon de 618 sujets, a révélé une prévalence de 17,8 %. Cette prévalence était légèrement plus élevée que la moyenne nationale. Il a également été constaté qu'un diabétique sur quatre ignorait sa maladie au moment de l'enquête (Hamida et al., 2012).

Face aux limites du traitement conventionnel du diabète, qui ne prévient pas toujours les complications et peut entraîner de graves effets secondaires (Hu et al., 2017), il est devenu impératif de développer des stratégies préventives et des alternatives thérapeutiques ciblant à la fois la régulation de la glycémie et la réduction du stress oxydant (Fabricant & Farnsworth, 2001).

La richesse et la diversité des constituants naturels de notre alimentation offrent des effets bénéfiques significatifs pour la santé humaine. Ils jouent un rôle crucial dans le maintien de l'équilibre physiologique et offrent une protection potentielle contre de nombreuses maladies modernes, y compris les maladies métaboliques et le stress oxydant, menaçant notre bien-être (Al-Alawi et al., 2017). Dans ce contexte, le palmier dattier et ses fruits représentent l'un des meilleurs exemples de cette richesse naturelle.

Le palmier dattier (*Phoenix dactylifera L.*) est l'une des plus anciennes cultures nutritives des régions arides et semi-arides (Hussain et al., 2020). On le trouve en Asie du Sud-Ouest, en Afrique du Nord, en Australie, au Mexique, en Amérique du Sud, ainsi qu'aux États-Unis (Sud de la Californie, Arizona et Texas) (Aljaloud et al., 2020).

En Algérie, les oasis phoénicicoles, où les superficies cultivées sont principalement aux palmiers dattiers, s'étendent sur 167 715 hectares, ce qui représente plus de 19 millions d'unités de palmiers dattiers. Ces chiffres positionnent l'Algérie au 3^{ème} rang mondial dans le secteur de la production de dattes, selon les données de la FAO pour l'année 2024, avec une production annuelle de 1,24 million de tonnes. Elle se classe derrière l'Égypte et l'Arabie Saoudite, qui produisent respectivement 1,73 et 1,6 million de tonnes (statistiques agricole, MADR ; 2021; FAOSTAT, 2025). Ces superficies phoénicicoles couvrent 17 wilayas (en réalité 16, car la wilaya de M'Sila a perdu son potentiel phoénicicole) et se situent généralement au sud de l'Atlas saharien (figure1). La wilaya de Ghardaïa occupe la 5^{ème} place en termes de nombre de palmiers dattiers et de production nationale de dattes, selon les statistiques les plus récentes du Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural (statistiques agricole, MADR ; 2021).

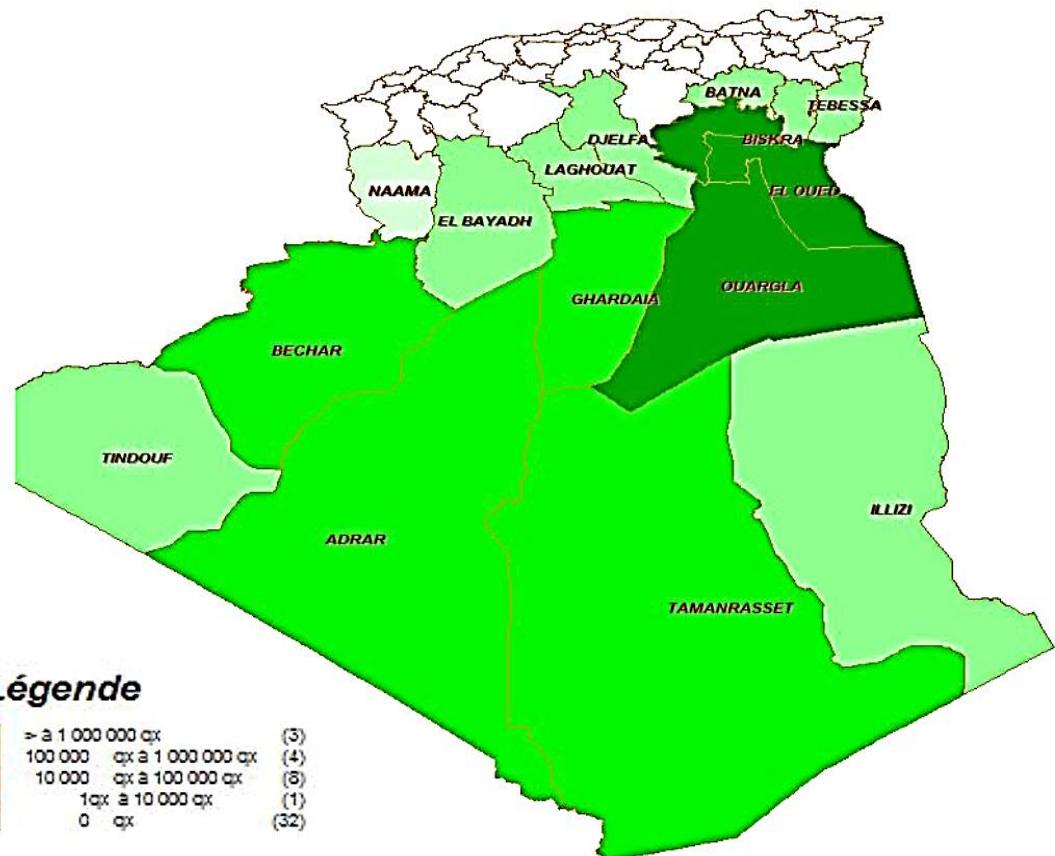


Figure 1 Répartition de la production des dattes par wilaya en Algérie (statistiques agricole, MADR ; 2021)

Les fruits du palmier dattier, communément appelés « dattes », se déclinent en une multitude de variétés. Chacune possède des caractéristiques organoleptiques et potentiellement phytochimiques distinctes, qui dépendent de plusieurs paramètres, notamment l'origine géographique, les conditions du sol et de stockage, le traitement après récolte et le stade de cueillette des fruits (Al-Farsi et Lee, 2008; Al-Laith, 2009).

La datté est un fruit sucré qui passe par cinq stades de maturation distincts et bien définis (Hababouk, Kimri, Khalal, Rutab, et Tamr), au cours desquels des changements externes et internes sont remarquables, affectant la couleur, la douceur, la texture et la composition chimique (Hussain et al., 2020; Ibrahim et al., 2021).

Les dattes sont riches en nutriments essentiels, tels que les glucides, les fibres, les protéines, les minéraux et les vitamines (Al-Shahib et Marshall, 2003). Les glucides représentent les principaux composants, constituant environ 65,2 à 88,02 % de poids sec des

dattes, principalement sous forme de sucres simples réducteurs comme le fructose et le glucose (Fernández-López et al., 2022). Quant aux fibres alimentaires (FA), elles représentent de 8,1 à 12,7 % du PT. Parmi celles-ci, 84 à 94 % sont des fibres alimentaires insolubles et 6 à 16 % des fibres alimentaires solubles (tableau 1) (Mrabet et al., 2019). Les fibres alimentaires regroupent des polymères glucidiques végétaux, des oligosaccharides et de polysaccharides tels que la cellulose, les hémicelluloses, la pectine et l'inuline, souvent associés à de la lignine et à d'autres composés non glucidiques comme les polyphénols, phytates ou les protéines résistantes (Al-Shahib et Marshall, 2003). Les dattes de qualité inférieures, riches en fibres, sont couramment utilisées dans la production alimentaires enrichis en fibres et les compléments alimentaires (Al-shahib et Marshall, 2003). En revanche, l'activité cellulase des dattes augmente pendant la maturation, entraînant une diminution des teneurs en cellulose, hémicellulose et lignine au fur et à mesure que la datte sèche, ce qui explique la teneur totale en fibres diminue avec la maturation, passant de 13,7 % pour la datte verte (stade 1) à 3,6 % pour la datte mature (stade 4) (Ali et al., 2012 ; Ibrahim et al., 2021).

Les dattes contiennent au moins 15 minéraux essentiels, incluant le calcium, le fer, le magnésium, le sélénium, le cuivre, le phosphore, le potassium, le zinc, le soufre, le cobalt, le fluor et le manganèse. Elles sont également une source de protéines, d'acides aminés et de vitamines du groupe B, telles que la thiamine (B1), la riboflavine (B2), la niacine (B3), le pantothéate (B5), la pyridoxine (B6) et le folate (B9) (Al-Shahib et Marshall, 2003 ; Al-Farsi et Lee, 2008). Les lipides sont présents en faible concentration, soit environ 0,14 g/100 g pour les dattes fraîches (stade kimri) et 0,38 g/100 g pour les dattes sèches (stade mûr), à titre d'exemple le Tableau 1 représente la valeur et la composition nutritionnel pour 100g de datte de la variété Deglet Nour. Plusieurs chercheurs ont signalé que, pendant le processus de maturation, les constituants chimiques et la composition fonctionnelle des dattes changent considérablement. Le fruit perd de son humidité tandis que les niveaux de sucres réducteurs augmentent, le saccharose étant converti en glucose et fructose. Parallèlement, les niveaux de fibres, de minéraux et de vitamines diminuent régulièrement (Al-Farsi et al., 2007 ; Ali et al., 2012 ; Al-Alawi et al., 2017).

Les dattes sont largement reconnues pour leur richesse en une diversité de composés phytochimiques qui leur confèrent d'importants bienfaits pour la santé. Des recherches récentes continuent de confirmer et d'élargir la compréhension de ces composés. Parmi les plus étudiés

figurent les polyphénols, incluant des acides phénoliques (comme l'acide gallique, l'acide protocatéchique, l'acide p-hydroxybenzoïque, l'acide vanillique, l'acide syringique) et des dérivés de l'acide cinnamique, ainsi que les flavonoïdes (tels que la quercétine, les catéchines, l'apigénine, la lutéoline et les flavones). On trouve également des caroténoïdes, des tocophérols (vitamine E), des triterpénoides, des tanins, et même des coumarines et des saponines dans les

Tableau 1 Valeur et composition nutritionnel pour 100g de la datte, Ex : variété Deglet Nour (Al-Shwyeh, 2019)

Nutritif	Teneur (pour 100 g)
Énergie	1178 kJ (282 kcal)
Glucides	75,03 g
Sucres	63,35 g
Fibres alimentaires	8 g
Graisse	0,39 g
Protéine	2,45 g
Vitamines	
Bêta-carotène	6 µg
Vitamine A	10 UI
Thiamine (vitamine B ₁)	0,052 mg
Riboflavine (vitamine B ₂)	0,066 mg
Niacine (vitamine B ₃)	1,274 mg
Acide pantothénique (vitamine B ₅)	0,589 mg
Vitamine B ₆	0,165 mg
Folate (vitamine B ₉)	19 µg
Vitamine C	0,4 mg
Vitamine E	0,05 mg
Vitamine K	2,7 µg
Minéraux	
Calcium	39 mg
Fer	1,02 mg
Magnésium	43 mg
Manganèse	0,262 mg
Phosphore	62 mg
Potassium	656 mg
Sodium	2 mg
Zinc	0,29 mg
Eau	20,53 g

dattes et leurs sous-produits comme les graines. Ces molécules bioactives des dattes sont à l'origine de propriétés biologiques très importantes, contribuant à la réduction du stress oxydatif et à la prévention de diverses maladies (Al-Shwyeh, 2019).

Les dattes sont reconnues pour leur valeur nutritive élevée et leur capacité à fournir rapidement de l'énergie, apportant plus de 3 000 calories par kilogramme (Aljaloud et al., 2020). L'intérêt des dattes ne se limite pas à leur valeur nutritionnelle de base. Des études approfondies

sur leurs constituants ont révélé des activités biologiques significatives et bénéfiques pour la santé humaine (Al-Alawi R. A. et al., 2017). Parmi ces activités figurent des propriétés antioxydantes, capables de neutraliser les radicaux libres, d'inhiber les enzymes pro-oxydantes, de chélater les ions métalliques et de moduler les voies de signalisation impliquées dans le stress oxydant (Korovesis et al., 2023).

Des recherches approfondies ont révélé que ces composés possèdent de multiples activités pharmacologiques. Ils incluent des effets antifongiques et antitumoraux (Al-Alawi et al., 2017), des activités hypoglycémiantes et antinéphrétiques, des propriétés antioxydantes, ainsi que des capacités immunomodulatrices (affectant l'apoptose, l'inflammation et les maladies auto-immunes) en modulant des voies clés comme le NF-κB (Hu et al., 2017).

Des recherches préliminaires suggèrent que certains composants des dattes pourraient exercer des effets antidiabétiques et antihyperglycémiants potentiels, notamment par l'inhibition des enzymes digestives clés impliquées (Al-Alawi et al., 2017), certaines études ont rapporté des effets hypoglycémiants et insulinotropes des extraits de dattes. Salahuddin et al. (2014) ont montré qu'un extrait aqueux de dattes pouvait améliorer la tolérance au glucose chez des rats diabétiques. De nombreuses études *in vitro* et *in vivo* ont déjà exploré le potentiel antioxydant de substances extraites des dattes, par exemple, une étude menée par Al-Farsi et al. (2005) a démontré que les extraits de dattes de trois variétés d'Oman présentaient une bonne source d'antioxydants naturels et pourraient potentiellement être considérées comme un aliment fonctionnel ou un ingrédient alimentaire fonctionnel (Al-Farsi M. et al., 2005).

Les polysaccharides, des polymères de glucides liés par des liaisons glycosidiques, possèdent des propriétés fonctionnelles uniques qui diffèrent de leurs unités monosaccharidiques, ce qui les confère ainsi une multitude de rôles essentiels dans la nature. Les effets antioxydants des polysaccharides sont principalement déterminés par leur structure, et notamment par des propriétés physicochimiques clés : leur solubilité dans l'eau, un poids moléculaire supérieur à 90 kDa, la présence d'une chaîne principale de type β -(1 3)-D-glucose et d'une chaîne latérale β -(1 6), leur degré de ramifications, la nature de leurs groupes fonctionnels (tels que polyhydroxyle, carboxyméthyle, acétyle, formyle, etc.), ainsi que leur structure à triple hélice (Wang et al., 2016). Les polysaccharides largement utilisés dans les secteurs alimentaires, cosmétique, nutraceutique et pharmaceutique, ils sont devenus des acteurs économiques majeurs, produits à partir de diverses sources à l'échelle mondiale (Chaiklahan et al., 2013).

Des polysaccharides extraits de dattes ont démontré *in vitro* une capacité à inhiber l'activité de l'alpha-glucosidase et de l'alpha-amylase, deux enzymes clés impliquées dans la digestion des glucides, suggérant un potentiel pour réduire l'hyperglycémie postprandiale (Mrabet et al., 2017), ou par l'amélioration de la sensibilité à l'insuline. Les polysaccharides présents dans les dattes, tels que les pectines et les β -glucanes, sont des fibres complexes qui ont démontré des effets bénéfiques sur la santé métabolique. Les fibres alimentaires, en général, sont connues pour leur capacité à ralentir l'absorption des glucides, contribuant ainsi à stabiliser la glycémie postprandiale. De plus, certains polysaccharides ont montré des propriétés antioxydantes indirectes en modulant la microflore intestinale et en réduisant le stress oxydant systémique (Elleuch et al., 2011; Mrabet et al., 2019).

Cependant, il est important de noter que la composition phytochimique et les activités biologiques des dattes peuvent varier considérablement en fonction de la variété, du stade de maturité, des conditions de culture et des méthodes d'extraction (Al-Alawi et al., 2017; Al-Farsi et Lee, 2008; Al-Laith, 2009). Par conséquent, une investigation plus approfondie des propriétés spécifiques de différentes variétés de dattes est nécessaire pour mieux comprendre leur potentiel thérapeutique. L'étude des dattes de Ghardaïa pourrait révéler des propriétés remarquables dans ce domaine.

La région de Ghardaïa, située au cœur du Sahara algérien, est réputée pour sa riche biodiversité et ses variétés de dattes spécifiques, adaptées aux conditions climatiques locales. Des variétés particulièrement importantes dans cette région sont souvent mises en avant pour leur qualité et leur usage traditionnel, notamment la réputation de leur consommation par les personnes diabétiques. Cependant, il existe un manque de données scientifiques exhaustives concernant l'évaluation *in-vitro* des activités antioxydantes et antidiabétiques des extraits aqueux et polysaccharidiques de variétés spécifiques de dattes de Ghardaïa. Une investigation plus approfondie des polysaccharides de ces dattes pourrait ainsi révéler de nouvelles pistes pour leur valorisation thérapeutique.

De plus, la comparaison des activités biologiques des extraits aqueux (représentant une fraction plus large des composés hydrosolubles) et des fractions polysaccharides purifiées, permettra de mieux comprendre la contribution spécifique de ces différentes classes de composés aux effets observés. Cette approche comparative pourrait fournir des informations

précieuses pour le développement de futurs compléments alimentaires ou d'ingrédients fonctionnels à base de dattes.

En bref, il est clair que le stress oxydatif, étant l'une des causes sous-jacentes de nombreuses maladies métaboliques comme le diabète, représente un défi majeur de santé publique. Bien que les traitements conventionnels soient importants, ils montrent des limites dues aux effets secondaires des médicaments chimiques et parfois même à des effets toxiques en cas de traitement chronique à long terme et à forte dose, ne permettant pas toujours un contrôle optimal (Ceriello, 2003). Face à cette situation, l'exploration de composés bioactifs issus de sources naturelles, tels que les extraits de dattes, apparaît comme une voie prometteuse, offrant des activités biologiques significatives et potentiellement alternatives (Ali et al., 2012 ; Al-Alawi et al., 2017).

La présente étude a pour objectif d'évaluer, *in vitro*, les activités antioxydantes et antidiabétiques des extraits aqueux bruts ainsi que des fractions polysaccharidiques isolées de deux variétés spécifiques de dattes algériennes originaires de la région de Ghardaïa. Afin d'atteindre cet objectif, plusieurs étapes ont été menées :

1. Préparer les extraits aqueux des deux variétés de dattes sélectionnées.
2. Isoler et purifier les fractions polysaccharides des deux variétés de dattes.
3. Évaluer l'activité antioxydante des extraits aqueux et polysaccharides à travers différents tests *in vitro* DPPH, FRAP.
4. Évaluer l'activité antidiabétique potentielle des extraits aqueux et polysaccharides par des tests *in vitro* pertinents (inhibition de l'alpha-amylase).
5. Comparer les activités biologiques des extraits aqueux et polysaccharides avec les littératures et entre les deux variétés de dattes étudiées.

Pour atteindre ces objectifs, ce mémoire sera organisé de la manière suivante :

- **Introduction :** Présentation du contexte des maladies métaboliques, du stress oxydant, et des connaissances actuelles sur les activités antioxydantes et antidiabétiques (activité inhibitrice de l'alpha amylase) des dattes, soulignant l'importance du palmier dattier.

- **Matériel et Méthodes** : Description détaillée des protocoles d'extraction, de purification, de caractérisation et des tests *in vitro* utilisés dans cette étude.
- **Résultats et Discussion** : Présentation et analyse des résultats obtenus pour les activités antioxydantes et antidiabétiques des extraits aqueux et des polysaccharides des deux variétés de dattes et interprétation des résultats obtenus au regard de la littérature existante.
- **Conclusion et perspectives** : Synthèse des principales conclusions de l'étude et formulation de recommandations pour de futures recherches.

MATERIEL ET METHODES

Les expérimentations ont été réalisées au laboratoire de recherche du département de Biologie, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre, Université de Ghardaïa (Algérie), durant le second trimestre de l'année universitaire 2024-2025.

1. Choix et origine des variétés de dattes sélectionnées

La présente étude porte sur des échantillons de deux variétés spécifiques de dattes des palmiers dattiers (*Phoenix dactylifera L.*), T'dalet et Ouarous, particulièrement appréciées par les personnes diabétiques en raison de leur goût moins sucré comparativement à d'autres variétés et cultivées dans la région de Ghardaïa (figure 2), qui est située dans la vallée du M'zab à 600 km au sud de l'Algérie (Bensalah et al., 2018 ; UNESCO).

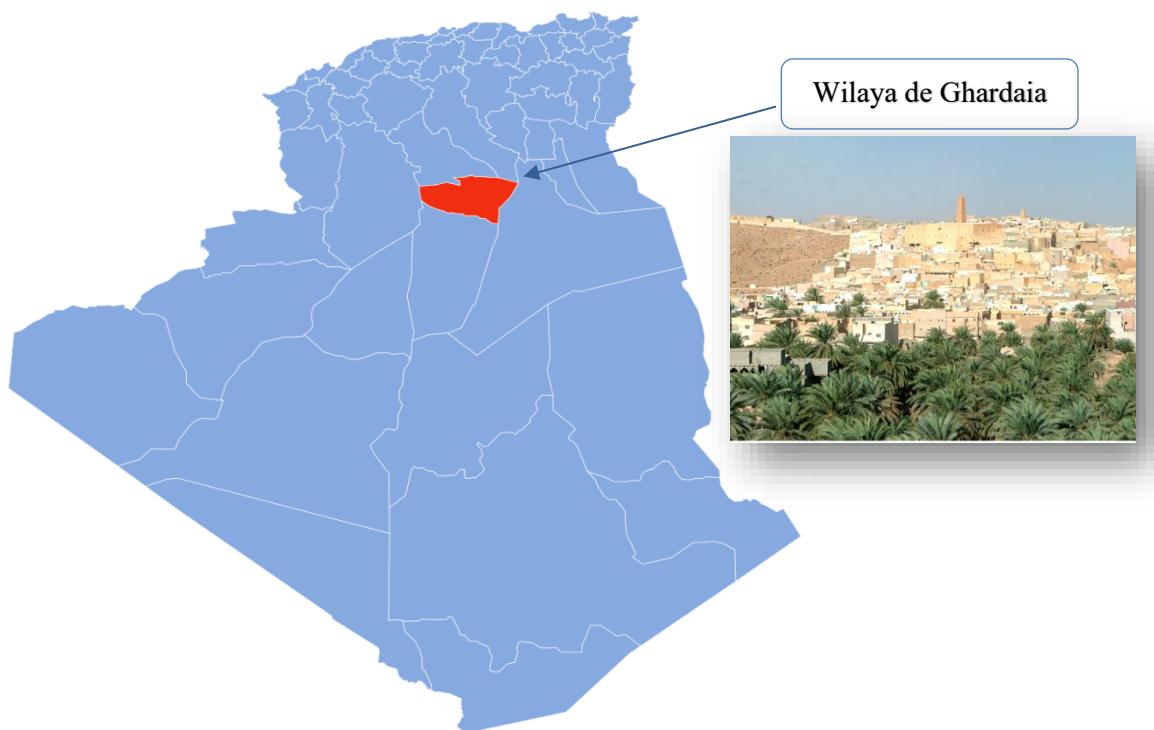


Figure 2 Situation géographique de la willaya de Ghardaïa (Sites Touristiques - Direction du Tourisme et de l'Artisanat Ghardaïa, 2021; Wikipédia, 2024)

La documentation sur les variétés de dattes **T'DALET** et **OUAROUS** est limitée, principalement à quelques études universitaires antérieures qui les mentionnent dans des listes de variétés recensées pour des régions précises, elles sont parfois listées sous d'autres noms alternatifs T'dalet (nomination locale) : Delat (Djaoudene et al., 2021) ; Dalla, Tdala

(nomination locale) ; et Ouarous (nomination locale) : Ougherouss (Al-Farsi et al., 2018) ; U'rus , ,Ourous (Djaoudene et al., 2021a).

2. Echantillonnage et description des variétés

Les échantillons des deux variétés de dattes, T'dalet et Ouarous, ont été acquis à pleine maturité (stade Tmar) sur le marché de Ksar Ghardaïa. Les fruits, prélevés aléatoirement lors de la récolte d'octobre 2024, ont ensuite été conservés à +4 °C en vue de leur utilisation ultérieure. Le tableau 2 présente une description générale de ces variétés

Tableau 2 Description générale sur les variétés sélectionnées

Variétés	Caractéristiques	Photo
Variété T'dalet	Dattes molles, de couleur marron clair, pesant en moyenne 12 g et mesurant environ 4 à 4,5 cm de longueur.	
Variété Ouarous	Dattes demi-molles, de couleur marron foncé à noire, pesant en moyenne 10 g et mesurant environ 3,5 à 4 cm de longueur	

Photos orginale,2025,
A.abdelaziz ;
N.abismail hedjoudja

Photos orginale,2025,
A.abdelaziz ;
N.abismail hedjoudja

3. Méthodes d'extraction

L'extraction constitue une étape essentielle pour l'analyse et la valorisation des composés bioactifs présents dans les plantes. Elle repose sur l'utilisation de méthodes adaptées permettant d'isoler efficacement les molécules d'intérêt, en fonction de leur nature biochimique et des activités recherchées (Rostagno & Prado, 2013). Dans le cas de l'extraction par solvant,

plusieurs paramètres influencent directement le rendement et la pureté des extraits, notamment la durée, la température, le nombre de répétitions et le rapport solide/liquide (Chaiklahan et al., 2013).

Des extraits bruts aqueux et polysaccharidiques ont été réalisés pour chaque variété de dattes T'dalet et Ouarous. Avant l'extraction, les dattes doivent être dénoyautées puis découpées en petits morceaux d'environ 0,5 à 1 cm² pour maximiser la surface de contact avec le solvant et d'assurer une meilleure efficacité du processus d'extraction.

3.1. Extraction brute aqueux

L'extraction des composés hydrosolubles des deux variétés de dattes a été réalisée selon le protocole décrit par Ouahida et al. (2016) et Rahim (2023), avec quelques adaptations. Ainsi, 60 g de morceaux de dattes, pesés à l'aide d'une balance de précision OHAUS (modèle

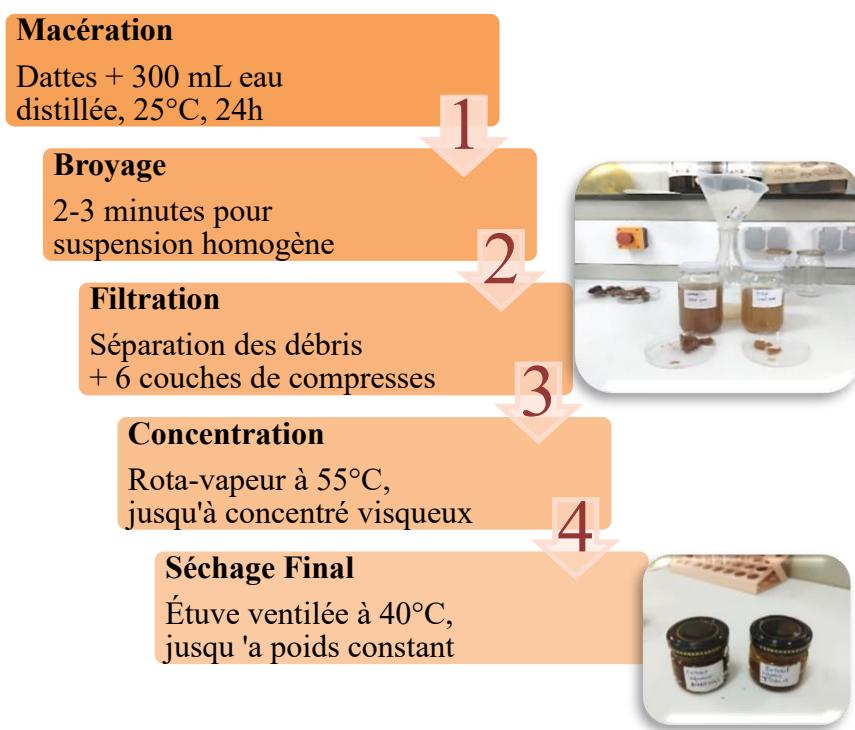


Figure 3 Etapes d'extraction aqueuse des dattes

PR64/E), ont été mélangés avec 300 mL d'eau distillée et laissés à macérer à température ambiante (25 °C) pendant 24 h sous agitation périodique. La préparation a ensuite été homogénéisée à l'aide d'un mixeur plongeant pendant 2 à 3 min, puis filtrée à travers plusieurs couches de compresses stériles afin d'éliminer les débris solides. Le filtrat obtenu a été

concentré à 55 °C sous pression réduite à l'aide d'un rota-vapeur HEIDOLPH (modèle LABOROTA 4000). Enfin, le concentré a été transféré dans une boîte de Pétri et séché à 40 °C dans une étuve ventilée MEMMERT (modèle BE 600) jusqu'à poids constant. Le produit final correspond à un extrait aqueux brut se présentant sous forme de gel pâteux. Les principales étapes de l'extraction sont présentées à la figure 3.

3.2. Extraction brute des polysaccharides

L'extraction des polysaccharides a été réalisée pour les deux variétés, selon la méthode de Ishurd et *al.*, (2002), qui utilise de l'eau chaude. Cette méthode d'extraction est la plus pratique en laboratoire en raison de leur processus respectueux de l'environnement et sa rentabilité et la préservation de la structure des molécules (Liu et al., 2015).

Le protocole d'extraction brute des polysaccharides de dattes (figure4), est légèrement modifié ; débute par une extraction aqueuse : 50 g de dattes découpées pesées par une Balance

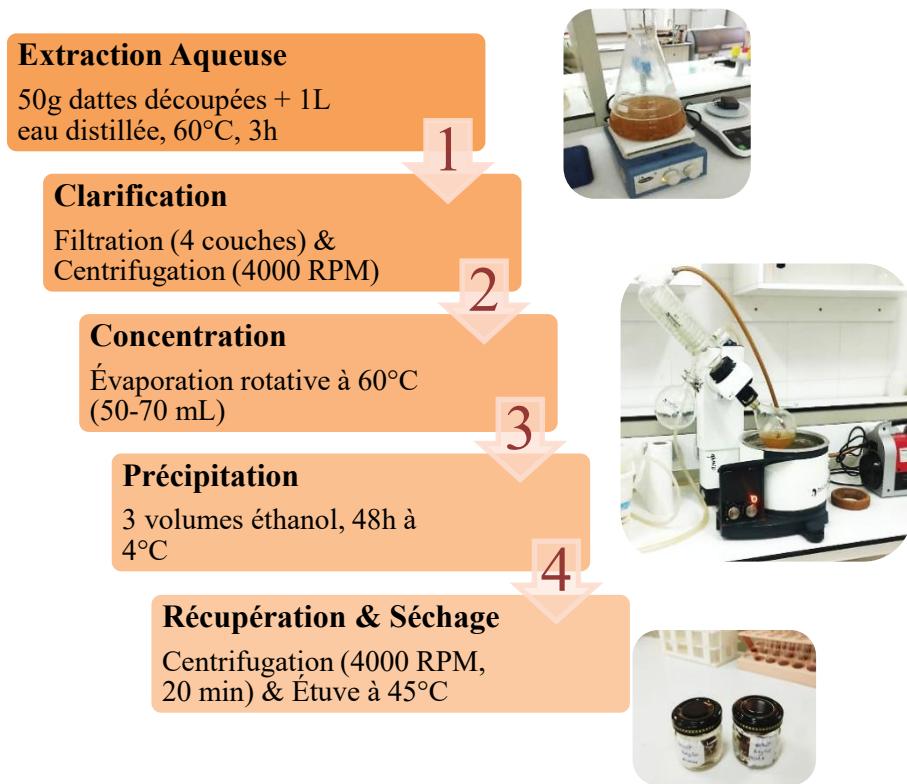


Figure 4 Etapes d'extraction brute des polysaccharides

de Précision type OHAUS (*modèle PR64/E*) sont mélangées à 1000 mL d'eau distillée, puis chauffées et agitées à 60°C pendant 3 heures par un agitateur magnétique de type STUART

(modèle *EW-04805-6*). Le mélange est ensuite filtré à travers de la compresse en 4 couches et centrifugé à 4000 RPM pour clarifier le surnageant. Ce surnageant est ensuite concentré à 50-70 mL à l'aide d'un évaporateur rotatif de type HEIDOLPH (*Modèle LABOROTA 4000*) à 60 °C. La précipitation des polysaccharides est ensuite effectuée en ajoutant progressivement trois volumes d'éthanol absolu au surnageant concentré, suivi d'un repos de 48 heures à 4°C pour favoriser plus la précipitation. Enfin, les polysaccharides précipités ont été récupérés par la centrifugeuse type Hettich (modèle Rotofix 32) 4000 RPM, pendant 20 minutes et séchés dans une étuve ventilée de type MEMMERT (*Modèle BE 600*) à 45 °C jusqu'à l'obtention d'un poids constant, les extraits bruts résulte sont de polysaccharides bruts ; les étapes de cette extraction sont schématisés dans la figure 4 (Ishurd et al., 2002).

Les quatre extraits bruts de dattes (aqueux et polysaccharidiques) ont été transférés dans des flacons hermétiquement fermés, puis conservés à l'abri de la lumière à 4 °C.

3.3. Calcul de rendement massique d'extraction

Les extraits finaux ont été pesés avec la balance de précision type OHAUS (modèle PR64/E) pour déterminer le rendement d'extraction

Le rendement de l'extraction (R) exprimé en pourcentage (%) est le rapport entre le poids de l'extrait sec obtenu (P) et le poids initial de la matière végétale fraîche ou sèche (P_0). calculés par la formule suivante :(Chaiklahan et al., 2013; Faye et al., 2022)

$$R (\%) = (P/P_0) \times 100$$

P (g) : poids de l'extrait brut.

P_0 (g) : poids initial de la datte fraîche.

4. Effets antioxydants des extraits

Pour explorer ces activités biologiques, les chercheurs emploient une combinaison de techniques *in vitro* et *in vivo*. Le potentiel antioxydant des extraits est évalué *in vitro* (en laboratoire) via des tests comme le DPPH, piégeage du radical 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (Brand-Williams et al., 1995 ; Wang et al., 2016) et le FRAP, pouvoir réducteur de fer (Kazazic et al., 2016).

4.1. Test anti radicalaire DPPH

Le DPPH• 2,2'-diphényl-1-picrylhydrazyle est un radical libre stable, de couleur violette intense, qui présente une forte bande d'absorption à environ 515-520 nm. La stabilité de ce radical est due à la délocalisation de l'électron non apparié sur toute la molécule. En présence

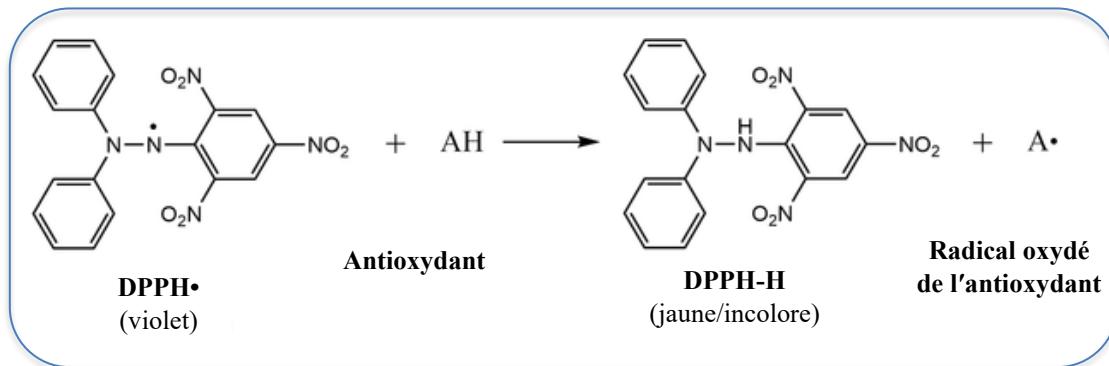


Figure 5 Schéma de réaction du radical DPPH avec les antioxydants (Molyneux, 2004)

d'un antioxydant représenté par AH dans l'équation (figure 5), le radical DPPH• accepte un atome d'hydrogène ou un électron de l'antioxydant, cette réaction le transforme en une forme non radicalaire, le 2,2-diphényl-1-picrylhydrazine (DPPH-H), qui est de couleur jaune pâle ou incolore (figure 5). Dont l'intensité de la couleur est inversement proportionnelle à la capacité des antioxydants présents dans le milieu à donner des protons.(Brand-Williams et al., 1995; Molyneux, 2004).

4.1.1 Mode opératoire

L'effet antiradicalaire de chaque extrait sur le DPPH a été évalué selon le protocole de Chaouche et al., (2013). Différentes concentrations (mg/mL) ont été réalisées pour les quatre extraits bruts (aqueux et polysaccharidiques), puis 50 µL de chaque solution d'extraits a été ajouté à 1950 µL d'une solution méthanolique du DPPH (25 µg/mL). Après agitation par agitateur vortex à vitesse variable de type Stuart (*modèle SA8 Ref: SOC-VSA8*), les tubes sont incubés à l'obscurité pendant 30 minutes à température ambiante. L'absorbance a été mesurée à 515 nm contre un tube blanc pour chaque concentration, et qui contient 50 µL de l'échantillon testé et 1950 µL du méthanol. Le tube contrôle contient 50 µL du méthanol et 1950 µL de la solution du DPPH, son tube blanc contient 2 mL du méthanol (Chaouche et al., 2013).

Dans les mêmes conditions opératoires, l'acide ascorbique, molécules antioxydantes de référence, a été testé à différentes concentrations. La lecture de l'absorbance du milieu réactionnel a été faite par spectrophotomètre type SECOMAM (modèle UviLine 9400) à 515 nm contre le blanc. Ce protocole est résumé dans le tableau 3 suivant.

Tableau 3 Protocole de travail de test DPPH

	Blanc contrôle µL	Contrôle µL	Blanc échantillon µL	Échantillon µL
Echantillon	/	/	50	50
Méthanol	2000	50	1950	/
Solution de DPPH	/	1950	/	1950
Agiter les tubes par un vortex et incuber à 37°C pendant 30 min à l'obscurité				
Lire l'absorbance DO à 515 nm contre le blanc				

4.2. Test anti radicalaire FRAP

Cette technique permet de mesurer la capacité des extraits testés à réduire le fer ferrique (Fe^{3+}) présent dans le complexe $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ en fer ferreux (Fe^{2+}). Cette réduction montrée par la figure 6 ci-dessous se traduit par l'apparition d'une couleur vert-bleu qui absorbe à 700 nm dont l'intensité est proportionnelle au pouvoir réducteur (Evenamede et al., 2017).

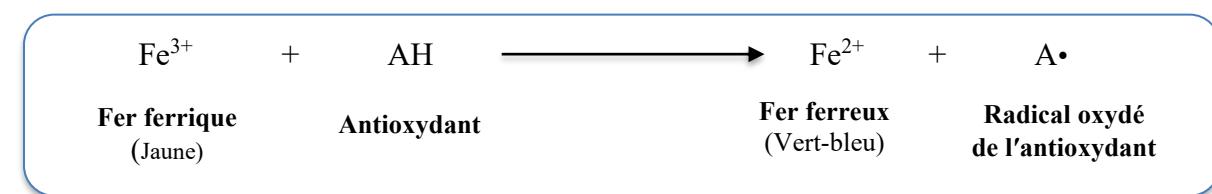


Figure 6 Réaction de réduction du fer avec les antioxydants (Evenamede et al., 2017)

4.2.1 Mode opératoire

100 µL de l'extrait brut aqueux ainsi que polysaccharidiques à différentes concentrations (mg/mL) ont été mélangés avec 250 µL d'une solution tampon phosphate (0,2 M ; pH 6,6) et 250 µL d'une solution de ferricyanure de potassium $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ à 1%.

L'ensemble est incubé au bain-marie de type MEMMERT (modèle TWTB50) à 50°C pendant 20 min. Ensuite, 250 µL d'acide trichloracétique (TCA) à 10% sont ajoutés pour stopper la réaction et les tubes sont centrifugés à 3000 rpm pendant 10 min par la centrifugeuse type Hettich (modèle Rotofix 32). Une aliquote (250 uL) de surnageant est combinée avec 250 uL d'eau distillée et 500 uL d'une solution aqueuse de FeCl₃ à 0,1%. (Tableau 4)

La lecture de l'absorbance du milieu réactionnel a été faite par spectrophotomètre type SECOMAM (*modèle UviLine 9400*) à 700 nm contre un blanc. Le contrôle positif est représenté par l'acide ascorbique dont l'absorbance a été mesuré dans les mêmes conditions que les échantillons. Une augmentation de l'absorbance correspond à une augmentation du pouvoir réducteur des extraits testés (Afshari et al., 2015). Ce protocole est résumé dans le tableau 4 suivant.

Tableau 4 Protocole de travail de test FRAP

Réactifs	Blanc	Échantillon	Contrôle
	µL	µL	µL
Eau distillée	100	/	/
Echantillon	/	100	100
Tampon phosphate (0,2 M pH6,6)	250	250	250
Ferricyanure de potassium K₃Fe(CN)₆ (1%)	250	250	250
Incuber le mélange à 50°C pendant 20 min dans une étuve, puis refroidi			
Acide trichloracétique TCA (10%)	250	250	250
Centrifuger le mélange pendant 10 min 3000 RPM			
Le surnageant	500	500	500
Eau distillée	500	500	500
Chlorure de fer FeCl₃ (0,1%)	100	100	100
La lecture de l'absorbance DO à 700 nm contre le blanc			

4.3. Expression des résultats

Les résultats du piégeage des radicaux libres du DPPH, exprimés en pourcentage d'inhibition, ont été calculés à partir des valeurs de densité optique (DO) selon la formule suivante (Verghese et al., 2024) :

$$\text{Pourcentage de réduction (PR) du DPPH (\%)} = \frac{(Do \text{ } contrle) - (Do \text{ } échant)}{(Do \text{ } contr)} \times 100$$

Do contrle : Densité optique du tube contrôle.

Do échant : Densité optique de l'échantillon

L'effet antioxydant des extraits est aussi exprimé en valeur de l'IC₅₀ ou de l'EC₅₀ (selon le test) qui représente la concentration du substrat (extrait) responsable d'inhiber ou de réduire 50 % de la forme radicalaire du DPPH ou FRAP.

Elle est déterminée graphiquement par la fonction PR ou DO = f ([extrait mg/mL]) pour chaque extrait.

5. Effet antidiabétique (test d'inhibition de l'alpha-amylase)

L'effet antidiabétique d'un extrait est exploré *in vitro* par l'évaluation de sa capacité à inhiber l'alpha-amylase et l'alpha-glucosidase avec des méthodes colorimétriques. D'autres approches incluent la capture du glucose par des cultures cellulaires et l'impact sur la sécrétion ou la sensibilité à l'insuline (Musibiol, 2024). Les études *in vivo*, menées principalement sur des modèles animaux diabétiques (souvent induits chimiquement par la streptozotocine), permettent de confirmer ces effets en mesurant des paramètres tels que la glycémie (à jeun et post-prandiale), l'HbA1c, et le profil lipidique, offrant ainsi une validation systémique des bienfaits observés en laboratoire (Kumar et al., 2008; Al-Alawi et al., 2017).

Test d'inhibition de l'alpha-amylase est une méthode *in vitro* cruciale pour évaluer le potentiel antidiabétique d'une substance, (polysaccharides dans cette étude), en évaluant leur capacité à ralentir la digestion des glucides complexes.

L'alpha-amylase est une enzyme digestive clé qui hydrolyse les liaisons glycosidiques α (1-4) de l'amidon et d'autres polysaccharides en dextrines, oligosaccharides et disaccharides (principalement du maltose) comme elle représente la figure 7. Le principe de ce test est de mesurer la réduction de l'activité de l'enzyme hydrolyse l'amidon en sucres réducteurs et en

présence de la substance à tester (exp : les polysaccharides) par rapport à l'activité de l'enzyme seule (Djaoudene et al., 2021).

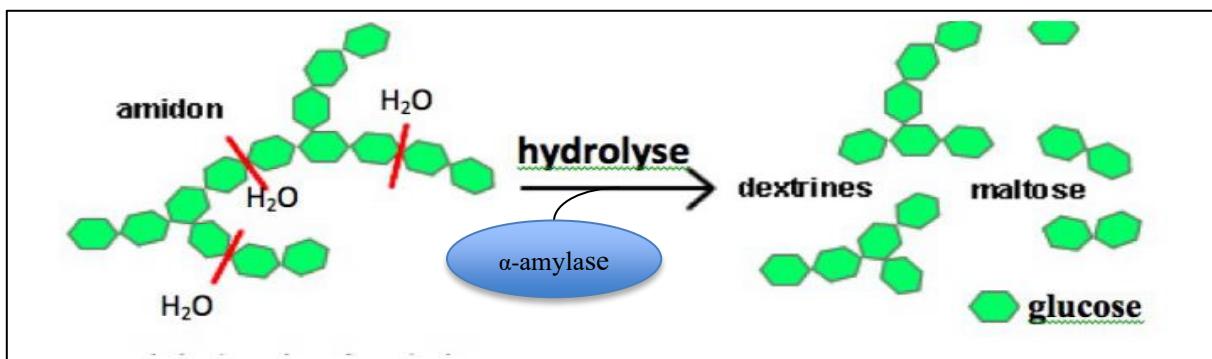


Figure 7 Réaction d'hydrolyse de l'amidon par α -amylase (Musibiol, 2024)

5.1. Mode opératoire

Le milieu réactionnel est constitué de 250 μ L de la solution d'extrait ou d'acarbose comme témoin positif, plus 250 μ L de la solution d'enzyme. Puis 250 μ L du substrat (empois d'amidon) est ajouté au milieu réactionnel ; ce mélange est incubé pendant 15 min à température ambiante 25 °C. Ensuite, 500 μ L du DNSA est ajouté dans chaque tube. Les tubes sont placés dans un bain-marie de type MEMMER (*modèle TWTB50*) 100°C pendant 8 min. puis immédiatement refroidis dans un bain d'eau glacée (Thalapaneni et al., 2008). La lecture de la densité optique a été faite par spectrophotomètre type SECOMAM (*modèle UviLine 9400*) à 540 nm contre le tube blanc (milieu réactionnel sans enzyme). Ce protocole est résumé dans le tableau 5 suivant.

L'empois d'amidon est le substrat le plus couramment utilisé et l'enzyme alpha-amylase lyophilisée d'origine de l'*Aspergillus o.* EC 3.2.1.1 (1mg = 28,75 UI).

Tableau 5 Protocole de travail de test d'inhibition de l'alpha-amylase

	Blanc contrôle mL	Contrôle mL	Blanc échantillon mL	Échantillon mL
Echantillon	/	/	0.25	0.25
Solution tampon phosphate	0,5	0.25	0.25	/
Solution d'amidon	0.25	0.25	0.25	0.25
Solution enzymatique (α amylase)	/	0.25	/	0.25
Agiter les tubes et incuber à 25°C pendant 15 min				
DNSA	0,5	0,5	0,5	0,5
Placer les tubes dans un bain-marie à 100°C pendant 8 min puis dans un bain d'eau glacée pour stopper la réaction par un choc thermique				
Lire l'absorbance DO à 540 nm contre le blanc				

5.2. Expression des résultats

Les résultats de la densité optique obtenus des différentes concentrations des extraits sont exprimés en pourcentage d'inhibition de l'activité de l' α -amylase selon la formule suivante (Verghese M. et al., 2024):

$$\text{pourcentage d'inhibition (PI) d'}\alpha\text{-amylase \%} = \frac{(A \text{ contrôle} - A \text{ échantillon})}{A \text{ contrôle}} \times 100$$

$A_{\text{contrôle}}$: Absorbance de l'activité enzymatique sans inhibiteur.

$A_{\text{échantillon}}$: Absorbance de l'activité enzymatique en présence d'extrait ou d'acarbose.

La valeur de l' IC_{50} qui correspond à la concentration de l'échantillon nécessaire d'inhiber 50% de l'activité enzymatique, elle est déterminée graphiquement par la fonction ($PI = f[\text{extrait mg/mL}]$) pour chaque extrait.

Toutes les expérimentations ont été réalisées en triplicat indépendant, ce qui garantit la fiabilité statistique des données et permet de limiter l'influence des erreurs aléatoires.

RESULTATS ET DISCUSSION

1. Rendement de l'extraction

Les rendements de l'extraction bruts aqueux réalisée pour un rapport de 1/5 de la partie comestible (pulpe) des deux variétés des dattes fraîche avec de l'eau distillée, à température ambiante 25 °C et pendant 24 h est de 59,63% pour T'dalet et 62,31% pour Ouarous.

L'extraction brute des polysaccharides réalisée pour un rapport de 1/20 avec de l'eau distillée chaude à 60 °C pendant 3 h puis précipité avec de l'éthanol absolu, nous a donné un rendement de 9,8 % pour T'dalet et 11,02 % pour Ouarous.

Tableau 6 Rendements de l'extraction aqueux et polysaccharidique des variétés T'dalet et Ouarous

VARIETE	Rendement de l'extraction aqueuse (%)	Rendement de l'extraction polysaccharidique (%)
T'DALET	59,63 ± 1,34	9,8 ± 0,34
OUAROUS	62,31 ± 1,01	11,02 ± 0,16

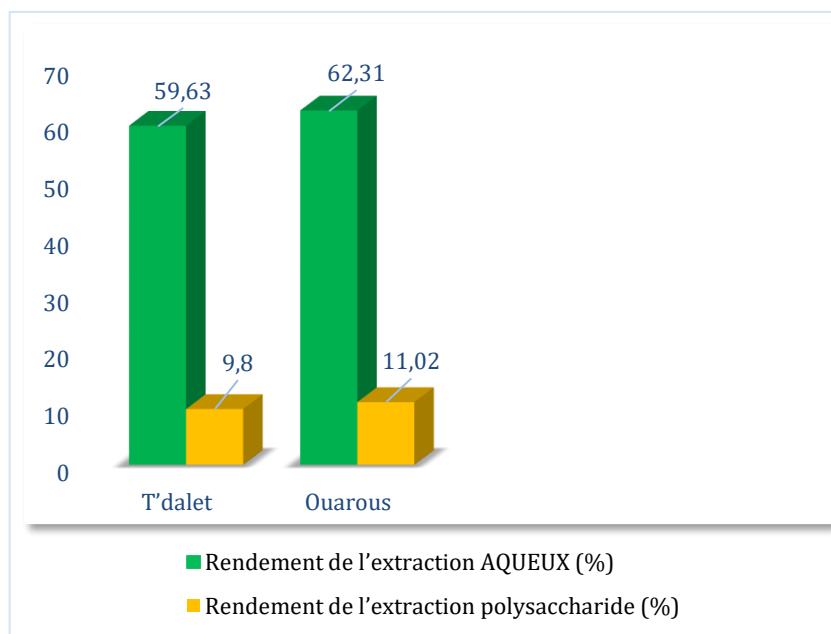


Figure 8 Rendements massiques des extractions aqueuse et polysaccharidiques de deux cultivars T'dalet et Ouarous

Les résultats de tableau 6 et de la figure 8 montrent que les extraits aqueux présentent des rendements plus élevés que les extraits polysaccharidiques. Les rendements de l'extraction

aqueuse (env. 60 %) sont massivement supérieurs, par un facteur d'environ six, à ceux de l'extraction polysaccharidique (env. 10 %).

Cette différence peut être attribuée à la composition des dattes fraîches, riches en sucres simples (glucose et fructose), en composés hydrosolubles (acides organiques, minéraux, vitamines) et dont la teneur en sucres atteint 65,2 à 88,02 % du poids sec (Fernández-López et al., 2022). Le faible rendement polysaccharidique est attendu, car il résulte d'une extraction plus sélective visant uniquement la fraction polymérique des fibres et des pectines.

La variété Ouarous montre aussi des rendements légèrement supérieurs à ceux de la variété T'dalet pour les deux types d'extractions. Le rendement polysaccharidique d'Ouarous est de $(11,02 \pm 0,16 \%)$ et T'dalet de $(9,8 \pm 0,34 \%)$. En outre le faible écart-type (ET) pour Ouarous indique une meilleure reproductibilité du processus d'extraction.

La supériorité de rendement aqueux d'Ouarous $(62,31 \pm 1,01 \%)$ est également très susceptible d'être significative suite à la valeur de ET, car le chevauchement des intervalles de confiance avec T'dalet $(59,63 \pm 1,34 \%)$ est inexistant. Bien que ces modestes différences, suggèrent l'existence de variations subtiles dans la composition des deux variétés de dattes.

Les rendements des extraits polysaccharidiques obtenus dans notre étude se sont révélés supérieurs à ceux rapportés dans certaines recherches antérieures. En effet, Salma et al., (2022) ont signalé des taux variants entre 3,82 % à 7,54 % lors de l'extraction brute des polysaccharides issus de dattes Ajwa, Timjouhert, Ghers et Deglet Nour. De leur côté, Mehellou et Al.; (2017) ont obtenu un rendement de 1,39 % à partir de la variété Deglet Nour. Par ailleurs, Chaiklahan et al., (2013), à travers une étude d'optimisation des conditions d'extraction chez (Spiruline sp.), ont rapporté un rendement avoisinant 8,3 % de polysaccharides bruts, obtenu avec un rapport solide/liquide de 1:45 (p/v), une température d'extraction de 90°C, une durée d'extraction de 120 min et une seule étape d'extraction.

Les fibres alimentaires hydrosolubles ne représentent que 6 à 16 % de l'ensemble des fibres alimentaires, lesquelles constituent 8,1 à 12,7 % du poids frais des dattes. Étant donné que les polysaccharides constituent les principaux composants des FA des dattes (Mrabet et al., 2019), il convient de préciser que les valeurs rapportées correspondent au rendement d'un extrait polysaccharidique brut. Celui-ci englobe à la fois les fractions hydrosolubles des

polysaccharides et d'autres composés éventuellement co-extrai ts, les polysaccharides hydrosolubles (PHS) représentant néanmoins la fraction majoritaire de cet extrait.

Si on prend en considération que la moitié de notre extrait est des polysaccharides purs, nos rendements d'extraction de PHS deviennent 4,9% et 5,51% pour T'dalet et Ouarous respectivement, ils sont très importants si on compare avec un rendement massique de 1,39 % pour une fraction hydrosoluble purifiée a été rapporté par l'étude sur la variété Deglet Nour menue par Mehellou, et al., (2017).

Ainsi, on peut dire que les cultivars T'dalet et Ouarous peuvent être parmi les variétés les plus riches en polysaccharides ; et méthode d'extraction utilisée s'avère efficace pour isoler une quantité importante de polysaccharides hydrosolubles. Cependant, pour isoler spécifiquement le PHS avec une pureté élevée, des étapes supplémentaires de fractionnement et de purification (par exemple, par chromatographie d'échange d'ions, chromatographie d'exclusion de taille) et de différenciation (analyse des monosaccharides, détermination du poids moléculaire) seront nécessaires.

2. Activité antioxydante

Les résultats (DO) des extraits aqueux et polysaccharidiques des variétés choisies T'dalet (EAT, EPT) et Ouarous (EAO, EPO) plus les contrôles positifs sont présentés sous forme des graphes, diagrammes et des tableaux pour une meilleure illustration et interprétation.

L'efficacité d'un extrait pour un effet testé a été évalué à l'aide des indices EC50 ou IC50, selon le type de test effectué. Plus la valeur de l'indice est faible, plus l'activité de l'extrait est élevée, car il faut moins de substrat pour atteindre 50% de la réaction. Ces indices sont déterminés graphiquement par régression linéaire de pouvoir réactionnel évalué.

2.1. Test DPPH

La Figure 9 illustre l'efficacité antioxydante des extraits de dattes des variétés T'dalet et Ouarous. Les courbes montrent les pourcentages d'inhibition du radical DPPH en fonction de la concentration des extraits polysaccharidiques (EPT, EPO) et aqueux (EAT, EAO), ainsi que du contrôle positif, la vitamine C. Cette représentation graphique illustre de manière comparative la capacité de chaque extrait à neutraliser les radicaux libres, en mettant en

évidence les différences entre les valeurs d' IC_{50} des échantillons et celle du témoin (vitamine C).

La vitamine C, reconnue comme un antioxydant de référence, a été choisie comme témoin positif. Son IC_{50} très faible (0,0027 mg/mL) confirme sa forte capacité de piégeage des radicaux libres, ce qui en fait un point de comparaison pertinent pour évaluer l'activité antioxydante des extraits étudiés.

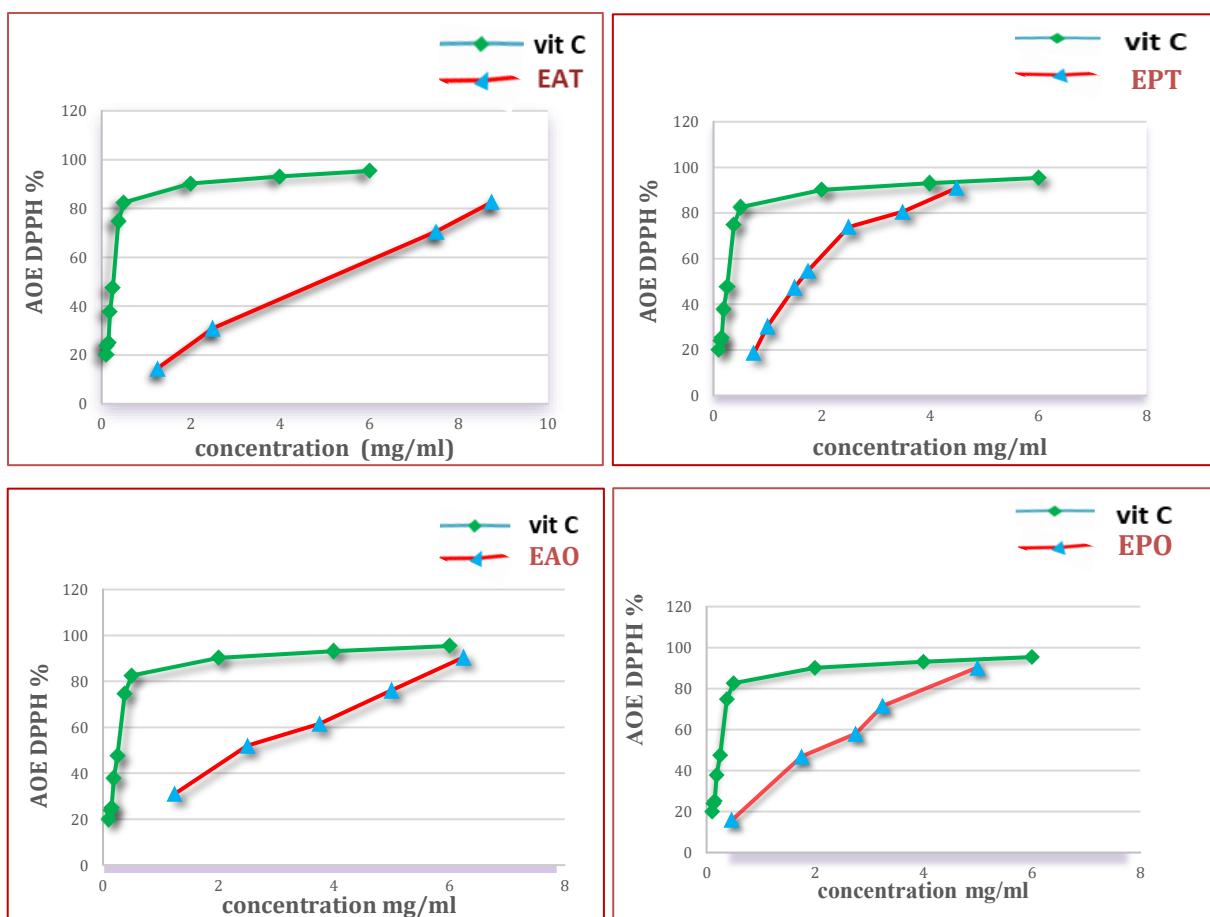


Figure 9 Présentations graphiques de l'activité antioxydant des extraits de dattes (EAT, EPT, EAO, et EPO) et de la vitamine c par le test DPPH

2.1.1 Comparaison entre extraits Aqueux et Polysaccharidiques

Nos résultats en général montrent que les extraits polysaccharidiques ont une activité antioxydante élevée « IC_{50} plus faible » que les extraits aqueux, cela est clairement évident

pour la variété T'dalet, l'EPT (1,65 mg/mL) est environ 3 à 4 fois plus actif que l'EAT (5,69 mg/mL).

Bien que certains composés des extraits aqueux sucres simples, minéraux et vitamines hydrosolubles puissent avoir une activité antioxydante (notamment la vitamine C elle-même, si elle est présente), les polysaccharides, en particulier ceux qui sont complexes ou associés à des composés phénoliques, sont souvent reconnus pour leurs propriétés antioxydantes significatives (Djaoudene et al., 2021).

Tableau 7 Valeurs des IC50 des extraits des dattes pour le test d'inhibition de DPPH

Les extraits de dattes	IC 50 mg/ml
Extrait aqueux T'dalet (EAT)	5,69 ± 0,34
Extrait aqueux Ouarous (EOA)	2,56 ± 0,23
Extrait polysaccharide T'dalet (EPT)	1,65 ± 0,13
Extrait polysaccharide Ouarous (EPO)	2,34 ± 0,37
Contrôle positif (Vit C)	0,27 ± 0,023 x 10⁻²

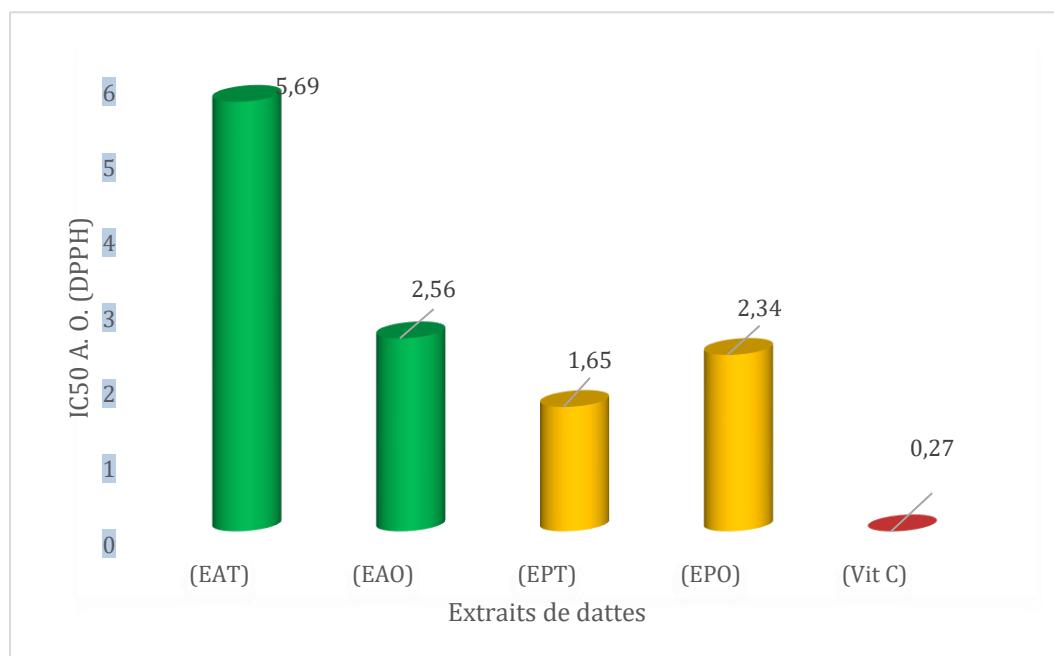


Figure 10 Valeurs des IC50 des extraits de dattes et de la vitamine c avec le test DPPH

2.1.2 Comparaison entre les extraits des variétés T'dalet et Ouarous

Pour les extraits aqueux l'EAO (2,56 mg/mL) est nettement plus actif que l'EAT (5,69 mg/mL). La variété Ouarous semble contenir plus de composés antioxydants hydrosolubles que T'dalet dans les conditions d'extraction aqueuse.

Pour les extraits polysaccharidiques c'est l'inverse, l'EPT (1,65 mg/mL) est plus actif que l'EPO (2,34 mg/mL). Ici, la variété T'dalet montre une meilleure activité antioxydante dans sa fraction polysaccharidique que Ouarous.

Les résultats de l'IC50 dans le tableau 7 et la figure 10 ci-dessus suggèrent que les profils de composés antioxydants varient entre les deux variétés et entre les types d'extraits. Ces différences peuvent être dues à des variations dans la concentration des composés antioxydants (phénols, flavonoïdes, vitamines, etc.) qui sont co-extrai ts, aussi bien aux interactions entre ces composés dans les extraits bruts, comme peut être lier au type et aux structures des polysaccharides eux-mêmes, qui peuvent avoir des activités antioxydantes différentes (Fernandes et Coimbra, 2023).

Il est vrai que les comparaisons directes des résultats avec celle d'autres études sont très difficiles en raison de la diversité des cultivars, des méthodes d'extraction, des protocoles d'analyse et même de l'expression des résultats dans la littérature. Cependant, on peut le faire si en situant nos données dans un contexte générale.

Nos extraits aqueux ont montré une activité antioxydante proche de celle rapportée par une étude de Saleh et al. (2011) sur un extrait aqueux de la variété Sukari (Arabie Saoudite) avec une IC50 de 4,30 mg/mL. En revanche, les travaux de Achour F. (2018), portant sur des extraits polysaccharidiques de trois variétés de dattes (Ajwa, Elgharss et Deglet Nour), ont trouvé des valeurs d'IC50 plus élevées : $7,74 \pm 0,02$ mg/mL pour Ajwa, $14,78 \pm 0,013$ mg/mL pour Elgharss et $3,04 \pm 0,09$ mg/mL pour Deglet Nour. Des valeurs d'IC50 de nos extraits EPT et EPO se sont révélés plus efficaces que ceux décrits dans ces études comparables.

2.2. Test FRAP

Le test FRAP permet d'évaluer le pouvoir antioxydant des extraits en mesurant leur capacité à réduire le complexe ferrique (Fe^{3+}) en ferreux (Fe^{2+}).

Tableau 8 Valeurs des EC 50 des extraits des dattes avec le test FRAP

Les extraits de dattes	EC 50 mg/mL
Extrait aqueux T'dalet (EAT)	4,74 ± 0,71
Extrait aqueux Ouarous (EOA)	6,52 ± 0,82
Extrait polysaccharide T'dalet (EPT)	2,34 ± 0,002
Extrait polysaccharides Ouarous (EPO)	2,26 ± 0,21
Contrôle positif (Vit C)	0,03 ± 0

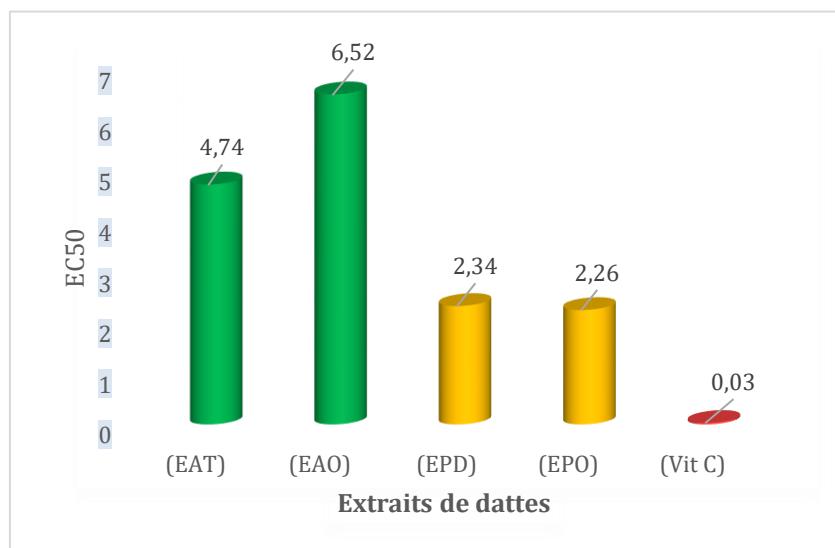


Figure 11 Valeurs des EC50 des extraits et de la vitamine c avec le test FRAP

2.2.1 Comparaison entre les extraits aqueux et polysaccharidiques

Comme pour le test DPPH, les extraits polysaccharidiques sont plus actifs que les extraits aqueux, dans le test FRAP l'effet antioxydant mesurée par l'EC50, où une valeur plus faible indique une meilleure efficacité, on observe également que les EC50 de l'ensemble des extraits polysaccharidiques (environ 2,3 mg/mL) sont généralement plus faibles que celles de l'ensemble des extraits aqueux (4,74 à 6,52 mg/mL), ce qui confirme leur meilleure capacité réductrice. Cela est bien présenté par le tableau 8 et la figure 11.

2.2.2 Comparaison entre les extraits des variétés T'dalet et Ouarous

Nos résultats sur l'activité antioxydante montrent des différences entre les types d'extraits. Pour les extraits aqueux, l'effet antioxydant de l'EAT (EC50 : 4,74 mg/mL) est inférieur à celui de l'EO (EC50 : 6,52 mg/mL), cela signifie que l'extrait aqueux EAT est plus efficace. En revanche, l'efficacité des extraits polysaccharidiques des deux variétés est très similaire. L'EPO (2,26 mg/mL) présente un léger avantage sur l'EPT (2,34 mg/mL), les extraits sont considérés comme très similaires en termes d'efficacité car la différence de 0,08 mg/mL est faible, indiquant qu'il est légèrement plus puissant en tant qu'antioxydant (Tableau 8).

Ce graphique figure 12 ci-dessous illustre, à travers différentes courbes, les pourcentages de pouvoir réducteur PR de fer par le test FRAP en fonction de la concentration de chaque extrait.

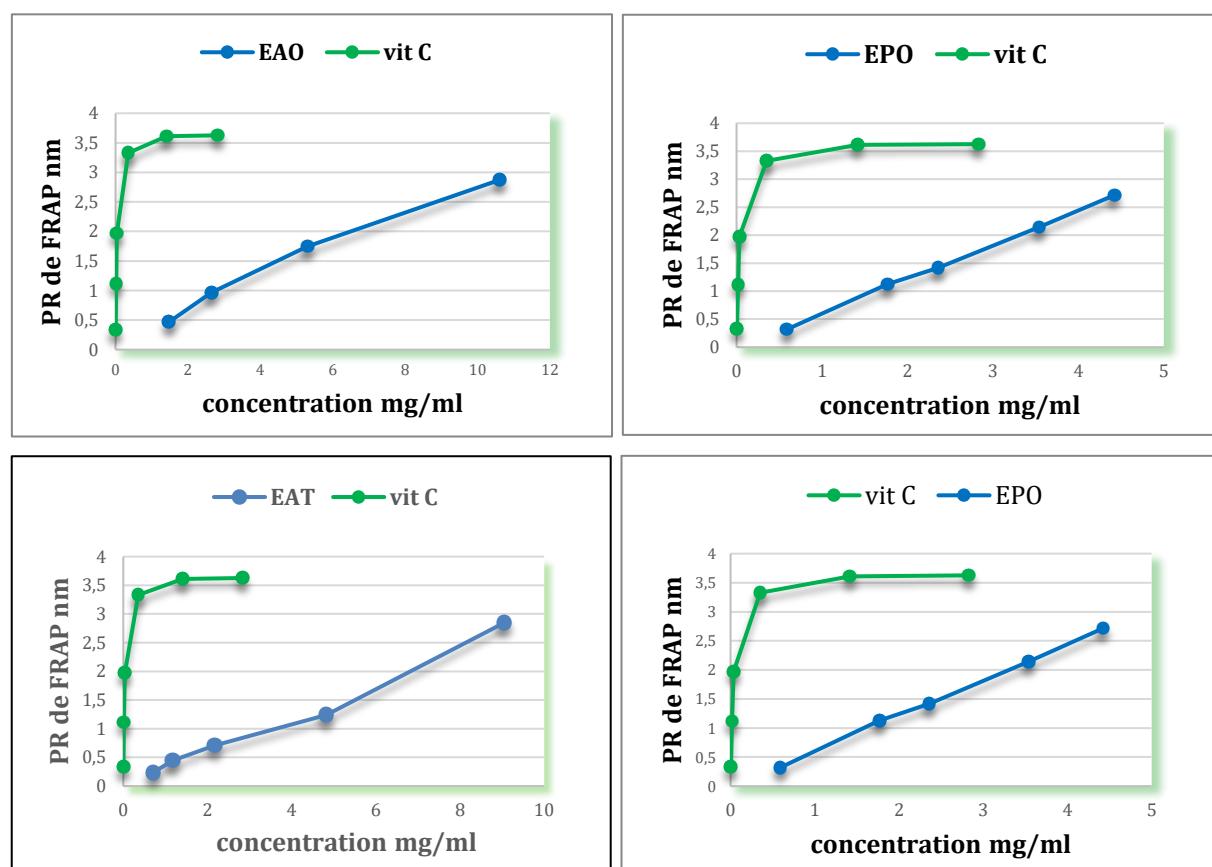


Figure 12 Présentations graphiques de l'activité antioxydant par le test FRAP des extraits de dattes (EAT, EPT, EAO, et EPO) et de la vitamine c

Dans l'ensemble, nos résultats des tests FRAP et DPPH, bien que mesurant des mécanismes différents, (transfert d'électrons) (transfert d'hydrogène) respectivement, montrent

que les extraits de dattes possèdent une activité antioxydante notable ; De plus, les extraits polysaccharidiques apparaissent globalement plus efficaces (EC50 plus faibles) que les extraits aqueux dans les deux types de tests, soulignant le potentiel des polysaccharides (ou des molécules associées) comme antioxydants ; et que la variabilité entre les variétés (T'dalet et Ouarous) est confirmée.

3. Effet Antidiabétique

L'évaluation de l'activité antidiabétique a été réalisée à travers l'inhibition de l'alpha-amylase, en comparaison avec l'acarbose, utilisée comme inhibiteur de référence (EC50 = 0,1 mg/mL).

L'inhibition de l'alpha-amylase constitue une stratégie thérapeutique reconnue pour la gestion du diabète de type 2, en ralentissant l'hydrolyse de l'amidon et en réduisant l'hyperglycémie postprandiale.

L'analyse numérique détaillée de nos résultats (Tableau 9, Figure 12, 13) révèle une activité inhibitrice notable de l'alpha-amylase pour tous nos extraits de dattes, mais leur efficacité reste inférieure à celle de l'acarbose.

Tableau 9 Valeurs des IC50 des extraits des dattes pour l'inhibition de l'alpha amylase

Les extraits de dattes	IC 50 mg/ml
Extrait aqueux T'dalet (EAT)	0,74 ± 0,07
Extrait aqueux ouarous (EAO)	0,57 ± 0,07
Extrait polysaccharide T'dalet (EPT)	1,07 ± 0,13
Extrait polysaccharide Ouarous (EPO)	0,93 ± 0,08
Contrôle positif (ACRB)	0,44 ± 0,02

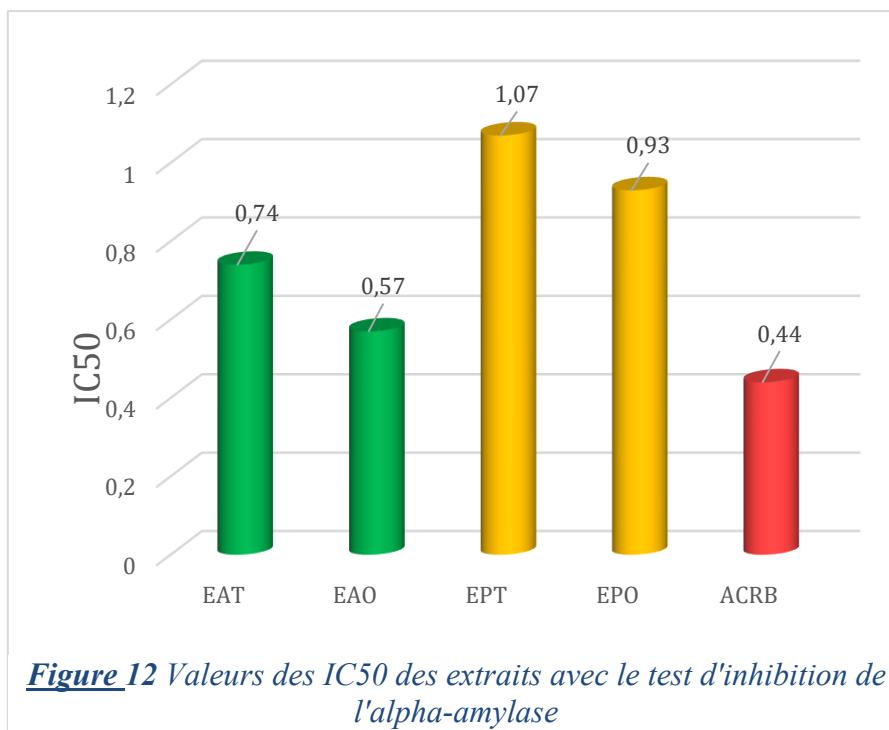


Figure 12 Valeurs des IC50 des extraits avec le test d'inhibition de l'alpha-amylase

3.1. Comparaison entre les extraits aqueux et polysaccharidiques

Les extraits aqueux (EAT : 0,74 mg/mL ; EAO : 0,57 mg/mL) sont plus efficaces que les extraits polysaccharidiques (EPT : 1,07 mg/mL ; EPO : 0,93 mg/mL). Contrairement aux tests antioxydants où les polysaccharides se sont montrés plus actifs, ici, les extraits aqueux dominent. L'analyse de l'activité antidiabétique (mesurée par l'EC50, où une valeur plus faible indique une meilleure efficacité) révèle des différences significatives à la fois entre les types d'extraits et entre les variétés.

Globalement, les extraits aqueux (moyenne : 0,655 mg/mL) sont nettement plus efficaces que les extraits polysaccharidiques (moyenne : 1,00 mg/mL), cette différence étant de 34,5% et numériquement prouvée par l'absence totale de chevauchement entre leurs plages de EC50 respectives. Cela suggère que les composés actifs responsables de l'inhibition de l'alpha-amylase sont principalement situés dans la fraction hydrosoluble des dattes. Ces composés pourraient inclure des polyphénols hydrosolubles : flavonoïdes, acides phénoliques, mais aussi d'autres molécules non polysaccharidiques : protéines de bas poids moléculaire, oligosaccharides spécifiques, sucres simples, etc. (Masmoudi-Allouche et al., 2016; El Abed et al., 2017), qui sont bien extraites par l'eau à température ambiante. Les polysaccharides, bien

que potentiellement inhibiteurs, le sont moins efficacement que ces composés de la fraction aqueuse dans les conditions expérimentales de notre test.

3.2. Comparaison entre les extraits des variétés T'dalet et Ouarous

Dans les deux types d'extraits (aqueux et polysaccharidique), la variété Ouarous montre une meilleure activité inhibitrice de l'alpha-amylase que la variété T'dalet. En examinant les types d'extraits, l'extrait aqueux de la variété Ouarous (EAO : IC50 de 0,57 mg/mL) est le plus puissant de tous, surpassant (EAT : IC50 de 0,74 mg/mL) de T'dalet avec une différence numériquement significative. Enfin, les deux extraits polysaccharidiques sont très similaires, l'EPO de Ouarous (0,93 mg/mL) étant légèrement puissant que l'EPT de T'dalet (1,07 mg/mL). Djaoudene et al. (2021) ont trouvé des résultats similaires mais avec l'alpha-glucosidase pour huit variétés de dattes algériennes “Tazizaout”; “Tazarzeit”; “Tazoughart”; “Ouaouchet”; “Oukasaba”; “Delat” and “Tamezwert n'telet”. Cela indique que Ouarous pourrait être plus riche en composés inhibiteurs de l'alpha-amylase.

Avec la littérature scientifique disponible, il demeure difficile de trouver des études portant spécifiquement sur l'inhibition de l'alpha-amylase par les variétés T'dalet et Ouarous. Néanmoins, plusieurs travaux confirment le potentiel des dattes en tant qu'inhibiteurs de cette enzyme. En effet, différentes recherches ont mis en évidence l'activité anti-alpha-amylase d'extraits de dattes obtenu à l'aide de solvants variés, tels que le méthanol, l'éthanol ou encore l'eau (Khan et al., 2016 ; Masmoudi-Allouche et al., 2016).

Une étude de Masmoudi-Allouche et al. (2016) réalisée sur des extraits méthanoliques et d'acétate d'éthyle de quatre variétés de dattes tunisiennes (Deglet Nour, Ruchdi, Ftimi, Kentichi) montre des activités plus fortes (IC50 plus bas) que nos résultats pour l'inhibition de l'alpha-amylase. Alors qu'un autre travail suggère une activité très faible pour des extraits aqueux des noyaux de cinq variétés de dattes omanaises, à une concentration de 5 mg/mL, donne des pourcentages d'inhibition entre 13,71 % et 51,45 %, avec un IC50 de l'Acarbose de 0,137 mg/mL (Khan et al., 2016).

Les résultats obtenus dans cette étude sur l'activité inhibitrice de l'alpha-amylase, bien que significative pour certains extraits, se situent différemment par rapport à d'autres études.

Comparativement à l'étude de B. A. Kumar et al. (2011) sur l'extrait aqueux d'Amaranthus spinosus, qui a montré une inhibition de l'alpha-amylase de $63,14 \pm 0,1$ % à une concentration de 0,1 mg/mL (B. A. Kumar et al., 2011), nos extraits présentent une activité inhibitrice plus faible, avec seulement 11,81 % pour une concentration similaire d'EPT.

Cependant, nos résultats se rapprochent de ceux obtenus par Gu et al. (2021) avec des extraits méthanoliques d'Annona squamosa. Ces derniers ont démontré une activité inhibitrice de l'alpha-amylase avec un IC50 de 1,36 mg/mL, une valeur qui se situe dans l'intervalle de nos propres résultats. Avec une valeur de l'Acarbose de l'ordre de 0,59 mg/mL (Gu et al., 2021).

Ces comparaisons suggèrent l'intérêt d'étendre l'analyse à d'autres espèces végétales afin de mieux situer l'efficacité des extraits de dattes dans le contexte plus large des inhibiteurs d'alpha-amylase d'origine naturelle.

Des travaux ont également montré que les composés phénoliques sont de puissants inhibiteurs de l'alpha-amylase dans les dattes. Cela confirme nos résultats qui montrent une meilleure activité pour les extraits aqueux (riches en composés phénoliques hydrosolubles et autres petites molécules) par rapport aux extraits polysaccharidiques (El Abed et al., 2017). Dans ce contexte, une étude récente a également révélé qu'un sucre simple similaire au fructose, appelé allulose peut aider à réduire la glycémie après les repas (Ayesh et al., 2024).

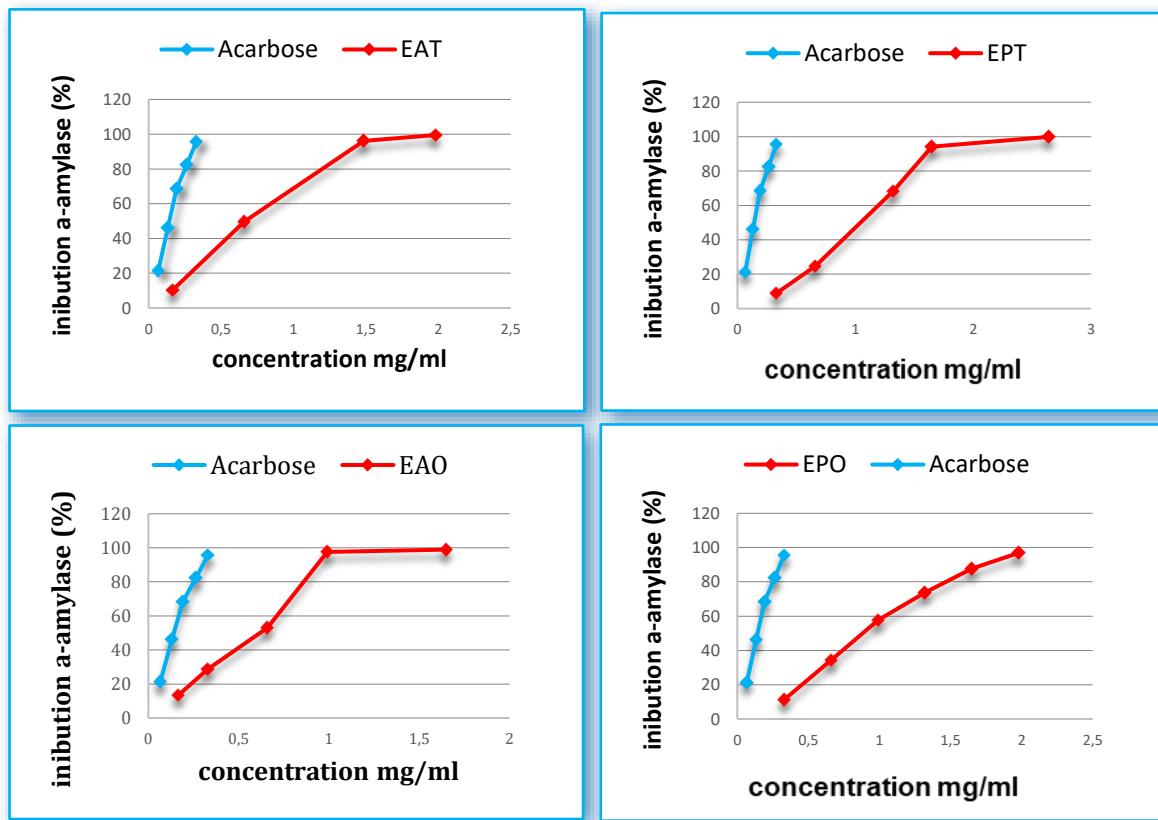


Figure 13 Représentation graphique de l'effet anti l'alpha-amylase par les extraits des dattes T'dalet et Ouarous et de l'Acarbose (ACRB)

En conclusion, nos extraits de dattes, en particulier la fraction aqueuse d'Ouarous, démontrent une activité inhibitrice de l'alpha-amylase très compétitive, voire supérieure, par rapport à des résultats de la littérature pour d'autres variétés de dattes. Cela renforce considérablement le potentiel des dattes T'dalet et Ouarous comme agents antidiabétiques naturels, agissant par inhibition de l'absorption des glucides.

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Cette étude a mis en lumière le potentiel bioactif remarquable des dattes T'dalet et Ouarous, des variétés algériennes prometteuses. Nos résultats confirment que ces dattes sont non seulement une source abondante de sucres nutritifs, mais aussi de polysaccharides et d'autres composés bioactifs aux propriétés antioxydantes et antidiabétiques significatives.

Les extraits polysaccharidiques bruts ont démontré d'excellents rendements d'extraction (9,8 % pour T'dalet et 11,02 % pour Ouarous), se classant parmi les plus élevés rapportés dans la littérature pour des extraits similaires. Plus important encore, ces fractions polysaccharidiques ont révélé une activité antioxydante supérieure aux extraits aqueux dans les tests DPPH et FRAP. Notamment, l'extrait polysaccharidique de T'dalet s'est distingué par sa capacité à piéger les radicaux libres (EC_{50} DPPH = 1,65 mg/mL), tandis que l'Ouarous a montré une forte capacité réductrice (EC_{50} FRAP = 2,26 mg/mL).

Les extraits aqueux ont révélé une activité inhibitrice de l'alpha-amylase intéressants, bien qu'inférieure à celle de l'acarbose, considéré comme molécule de référence. L'extrait aqueux de la variété Ouarous (IC_{50} = 0,57 mg/mL) s'est distingué par la meilleure performance parmi les variétés étudiées. Ces résultats indiquent que les dattes, en particulier la variété Ouarous, contiennent des composés hydrosolubles très efficaces pour ralentir la digestion des glucides, offrant une piste sérieuse pour le développement de stratégies nutritionnelles contre le diabète de type 2.

Ce travail ouvre des voies prometteuses pour la valorisation des dattes T'dalet et Ouarous en tant que sources de composés bioactifs. Les prochaines étapes cruciales consistent à isoler et identifier précisément les molécules spécifiques (notamment les polysaccharides et les composés hydrosolubles) responsables des activités antioxydantes et anti-alpha-amylase observées. Il sera également essentiel de mener des études *in vivo* pour confirmer l'efficacité et la sécurité de ces extraits, en vue de leur intégration potentielle dans le développement d'aliments fonctionnels, de compléments alimentaires ou de produits nutraceutiques ciblant le stress oxydatif et la gestion de la glycémie.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Afshari, K., Samavati, V., & Shahidi, S.-A. (2015). Ultrasonic-assisted extraction and in-vitro antioxidant activity of polysaccharide from Hibiscus leaf. International journal of biological macromolecules, 74, 558-567.
- Al-Alawi, R. A., Al-Mashiqri, J. H., Al-Nadabi, J. S. M., Al-Shihi, B. I., & Baqi, Y. (2017). Date Palm Tree (*Phoenix dactylifera L.*) : Natural Products and Therapeutic Options. Frontiers in Plant Science, 8. <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.00845>
- Al-Fars M., Alasalvar, C., Morris, A., Baron, M., & Shahidi, F. (2005). Comparison of Antioxidant Activity, Anthocyanins, Carotenoids, and Phenolics of Three Native Fresh and Sun-Dried Date (*Phoenix dactylifera L.*) Varieties Grown in Oman. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 53(19), 7592-7599. <https://doi.org/10.1021/jf050579q>
- Al-Farsi, K., Al-Habsi, N. A., & Al-Khusaibi, M. (2018). The potential antioxidant properties of date products : A concise update. Can. J. Clin. Nutr, 6, 84-104.
- 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. <https://doi.org/10.1080/10408390701724264>
- Aljaloud, S., Colleran, H. L., & Ibrahim, S. A. (2020). Nutritional Value of Date Fruits and Potential Use in Nutritional Bars for Athletes. Food and Nutrition Sciences, 11(6), Article 6. <https://doi.org/10.4236/fns.2020.116034>
- Al-Laith, A. A. (2009). Degradation kinetics of the antioxidant activity in date palm (*Phoenix dactylifera L.*) fruit as affected by maturity stages. <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/20093272234>
- Al-shahib, W., & Marshall, R. J. (2003). The fruit of the date palm : Its possible use as the best food for the future ? International Journal of Food Sciences and Nutrition, 54(4), 247-259. <https://doi.org/10.1080/09637480120091982>
- Al-Shwyeh, H. A. (2019). Date Palm (*Phoenix dactylifera L.*) Fruit as Potential Antioxidant and Antimicrobial Agents. Journal of Pharmacy & Bioallied Sciences, 11(1), 1-11. https://doi.org/10.4103/jpbs.JPBS_168_18
- Ayesh, H., Suhail, S., & Ayesh, S. (2024). Impact of allulose on blood glucose in type 2 diabetes : A meta-analysis of clinical trials. Metabolism Open, 24, 100329. <https://doi.org/10.1016/j.metop.2024.100329>
- Bensalah, I., Yousfi, B., Menaa, N., & Bougattoucha, Z. (2018). Urbanisation de la vallée du M'zab et mitage de la palmeraie de Ghardaïa (Algérie) : Un patrimoine oasien menacé. Belgeo. Revue belge de géographie, 2, Article 2. <https://doi.org/10.4000/belgeo.24469>
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M.-E., & Berset, C. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. LWT-Food science and Technology, 28(1), 25-30.

- Ceriello, A. (2003). New Insights on Oxidative Stress and Diabetic Complications May Lead to a “Causal” Antioxidant Therapy. *Diabetes Care*, 26(5), 1589-1596. <https://doi.org/10.2337/diacare.26.5.1589>
- Chaiklahan, R., Chirasuwan, N., Triratana, P., Loha, V., Tia, S., & Bunnag, B. (2013). Polysaccharide extraction from *Spirulina* sp. And its antioxidant capacity. *International journal of biological macromolecules*, 58, 73-78.
- Chaouche, T. M., Haddouchi, F., Ksouri, R., Medini, F., El-Haci, I. A., Boucherit, Z., Sekkal, F. Z., & Atik-Bekara, F. (2013). Antioxidant activity profiling by spectrophotometric methods of phenolic extract of *Prasium majus* L. *Free Radicals and Antioxidants*, 3(1), 43-46.
- Djaoudene, O., Mansinhos, I., Gonçalves, S., Jara-Palacios, M. J., Bachir bey, M., & Romano, A. (2021). Le profil phénolique, l'activité antioxydante et les capacités inhibitrices enzymatiques des extraits de fruits et de graines de différents cultivars algériens de dattes (*Phoenix dactylifera* L.) ont été affectés par une digestion gastro-intestinale simulée in vitro. *South African Journal of Botany*, 137, 133-148. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2020.10.015>
- El Abed, H., Chakroun, M., Fendri, I., Makni, M., Bouaziz, M., Drira, N., Mejdoub, H., & Khemakhem, B. (2017). Extraction optimization and in vitro and in vivo anti-postprandial hyperglycemia effects of inhibitor from *Phoenix dactylifera* L. parthenocarpic fruit. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 88, 835-843. <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2017.01.129>
- Elleuch, M., Bedigian, D., Roiseux, O., Besbes, S., Blecker, C., & Attia, H. (2011). Dietary fibre and fibre-rich by-products of food processing : Characterisation, technological functionality and commercial applications : A review. *Food Chemistry*, 124(2), 411-421. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.06.077>
- Evenamede, K. S., Kpegba, K., Simalou, O., Boyode, P., Agbonon, A., & Gbeassor, M. (2017). Etude comparative des activités antioxydantes d'extraits éthanoliques de feuilles, d'écorces et de racines de *Cassia sieberiana*. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 11(6), 2924-2935.
- Fabricant, D. S., & Farnsworth, N. R. (2001). The value of plants used in traditional medicine for drug discovery. *Environmental Health Perspectives*, 109(suppl 1), 69-75. <https://doi.org/10.1289/ehp.01109s169>
- FAOSTAT. (2025, mai 14). <https://www.fao.org/faostat/ar/#data/QCL/visualize>
- Faye, P. G., Ndiaye, E. M., Ndiaye, B., Cisse, O. I. K., Ayessou, N. C., & 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.
- Fernandes, P. A., & Coimbra, M. A. (2023). The antioxidant activity of polysaccharides : A structure-function relationship overview. *Carbohydrate Polymers*, 314, 120965.

- Fernández-López, J., Viuda-Martos, M., Sayas-Barberá, E., Navarro-Rodríguez de Vera, C., & Pérez-Álvarez, J. Á. (2022). Biological, Nutritive, Functional and Healthy Potential of Date Palm Fruit (*Phoenix dactylifera* L.): Current Research and Future Prospects. *Agronomy*, 12(4), 876. <https://doi.org/10.3390/agronomy12040876>
- FID. (2025). Faits et chiffres. Fédération Internationale du Diabète. <https://idf.org/fr/about-diabetes/diabetes-facts-figures/>
- Giugliano, D., Ceriello, A., & Paolisso, G. (1996). Oxidative stress and diabetic vascular complications. *Diabetes care*, 19(3), 257-267.
- Gu, S., Sun, H., Zhang, X., Huang, F., Pan, L., & Zhu, Z. (2021). Structural characterization and inhibitions on α -glucosidase and α -amylase of alkali-extracted water-soluble polysaccharide from *Annona squamosa* residue. *International Journal of Biological Macromolecules*, 166, 730-740. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2020.10.230>
- Hu, X., Liu, C., Wang, X., Jia, D., Lu, W., Sun, X., Liu, Y., & Yuan, L. (2017). Hypoglycemic and anti-diabetic nephritis activities of polysaccharides separated from *Auricularia auricular* in diet-streptozotocin-induced diabetic rats. *Experimental and Therapeutic Medicine*, 13(1), 352-358. <https://doi.org/10.3892/etm.2016.3943>
- Hussain, M. I., Farooq, M., & Syed, Q. A. (2020). Nutritional and biological characteristics of the date palm fruit (*Phoenix dactylifera* L.) – A review. *Food Bioscience*, 34, 100509. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2019.100509>
- Ibrahim, S. A., Ayad, A. A., Williams, L. L., Ayivi, R. D., Gyawali, R., Krastanov, A., & Aljaloud, S. O. (2021). Date fruit : A review of the chemical and nutritional compounds, functional effects and food application in nutrition bars for athletes. *International Journal of Food Science and Technology*, 56(4), 1503-1513. <https://doi.org/10.1111/ijfs.14783>
- IFD. (2024). Algérie. Fédération Internationale du Diabète. <https://idf.org/fr/our-network/regions-and-members/middle-east-and-north-africa/members/algeria/>
- Ishurd, O., Sun, C., Xiao, P., Ashour, A., & Pan, Y. (2002). A neutral β -d-glucan from dates of the date palm, *Phoenix dactylifera* L. *Carbohydrate Research*, 337(14), 1325-1328. [https://doi.org/10.1016/S0008-6215\(02\)00138-6](https://doi.org/10.1016/S0008-6215(02)00138-6)
- Kazazic, M., Djapo, M., & Ademovic, E. (2016). Antioxidant activity of water extracts of some medicinal plants from Herzegovina region. *Int. J. Pure App. Biosci*, 4(2), 85-90.
- Khan, S. A., Al Kiyumi, A. R., Al Sheidi, M. S., Al Khusaibi, T. S., Al Shehhi, N. M., & Alam, T. (2016). In vitro inhibitory effects on α -glucosidase and α -amylase level and antioxidant potential of seeds of *Phoenix dactylifera* L. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 6(4), 322-329. <https://doi.org/10.1016/j.apjtb.2015.11.008>

Korovesis, D., Rubio-Tomás, T., & Tavernarakis, N. (2023). Oxidative Stress in Age-Related Neurodegenerative Diseases : An Overview of Recent Tools and Findings. *Antioxidants*, 12(1), Article 1. <https://doi.org/10.3390/antiox12010131>

Kumar, B. A., Lakshman, K., Nandeesh, R., Kumar, P. A., Manoj, B., Kumar, V., & Shekar, D. S. (2011). In vitro alpha-amylase inhibition and in vivo antioxidant potential of Amaranthus spinosus in alloxan-induced oxidative stress in diabetic rats. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 18(1), 1-5.

Kumar, G. S., Shetty, A. K., & Salimath, P. V. (2008). Modulatory effect of bitter gourd (*Momordica charantia* LINN.) on alterations in kidney heparan sulfate in streptozotocin-induced diabetic rats. *Journal of ethnopharmacology*, 115(2), 276-283.

Liu, X., Wang, L., Zhang, C., Wang, H., Zhang, X., & Li, Y. (2015). Structure characterization and antitumor activity of a polysaccharide from the alkaline extract of king oyster mushroom. *Carbohydrate Polymers*, 118, 101-106. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2014.10.058>

Masmoudi-Allouche, F., Touati, S., Mnafgui, K., Gharsallah, N., El Feki, A., & Allouche, N. (2016). Phytochemical profile, antioxidant, antibacterial, antidiabetic and anti-obesity activities of fruits and pits from date palm (*Phoenix dactylifera* L.) grown in south of Tunisia. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 5(3), 15.

Molyneux, P. (2004). The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. *Songkla University J. sci. technol*, 26(2), 211-219.

Mrabet, A., Hammadi, H., Rodríguez-Gutiérrez, G., Jiménez-Araujo, A., & Sindic, M. (2019). Date Palm Fruits as a Potential Source of Functional Dietary Fiber : A Review. *Food Science and Technology Research*, 25(1), 1-10. <https://doi.org/10.3136/fstr.25.1>

Musibiol. (2024, décembre 23). Musibiol—Digestion / Absorption. <https://musibiol.net/biologie/cours/digest/dig17.htm>

Ouahida, D., Ridha, O. M., & Eddine, L. S. (2016). Influence of extraction method on phytochemical composition and antioxidant activity from leaves extract of algerian *Phoenix dactylifera* L. *Int J Curr Pharm Rev Res*, 7(2), 84-89.

Rahim, M. Z. (2023). Etude phytochimique et activités biologiques d’extraits aqueux d’une plante du sud Algérien : *Cistanche phelipaea* (L.) Cout. [PhD Thesis, Université Mouloud Mammeri Tizi-Ouzou]. <https://dspace.ummto.dz/items/14f1e8db-410d-40ac-973d-542664506dcd>

Rostagno, M. A., & Prado, J. M. (2013). Natural Product Extraction : Principles and Applications. Royal Society of Chemistry.

Salahuddin, P., Rabbani, G., & Khan, R. (2014). The role of advanced glycation end products in various types of neurodegenerative disease : A therapeutic approach. *Cellular and Molecular Biology Letters*, 19(3). <https://doi.org/10.2478/s11658-014-0205-5>

Saleh, E. A., Tawfik, M. S., & Abu-Tarboush, H. M. (2011). Phenolic Contents and Antioxidant Activity of Various Date Palm (*Phoenix dactylifera* L.) Fruits from Saudi Arabia. *Food and Nutrition Sciences*, 2011. <https://doi.org/10.4236/fns.2011.210152>

Statistiques agricole, MADR ; 2021. (s. d.). Consulté 15 mai 2025, à l'adresse <https://madr.gov.dz/wp-content/uploads/2022/04/SERIE-B-2019.pdf>

Thalapaneni, N. R., Chidambaram, K. A., Ellappan, T., Sabapati, M. L., & Mandal, S. C. (2008). Evaluation of α amylase, α -glucosidase and aldose reductase inhibitors ethyl acetate extract of endophytic fungi isolated from antidiabetic medicinal plants. *Journal of complementary and Integrative Medicine*, 5(1), 1-10.

Verghese M., Kaur R., & Singh H. (2024). Health Benefits of Dates ; Antioxidative and Selected Enzyme Modulation. *Global Journal of Nutrition & Food Science*, 5(2), 7. <https://doi.org/10.33552/GJNFS.2024.05.000608>

Wang, J., Hu, S., Nie, S., Yu, Q., & Xie, M. (2016). Reviews on Mechanisms of In Vitro Antioxidant Activity of Polysaccharides. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2016(1), 5692852. <https://doi.org/10.1155/2016/5692852>

UNESCO. *Vallée du M'Zab*. Consulté le 24 mai 2025, de <https://whc.unesco.org/fr/list/188/>

ANNEXES

1. Préparation des réactifs pour le test DPPH

La solution de DPPH (25 µg/mL) : a été préparée par le mélange de 2,5 mg de DPPH dans 100ml d'eau distillée, (Très instable).

Les échantillons : Une série de concentration de chaque extrait brut aqueux, polysaccharides et de l'acide ascorbique (contrôle positif) a été réalisées à partir d'une solution mère préparées à l'eau distillée.

2. Préparation des réactifs pour le test FRAP

Solution tampon phosphate (0.2M, ph 6.6) : un volume de 252ml de la solution acide de phosphate monosodique ($\text{Na}^+\text{H}_2\text{PO}_4^-$) a été mélanger avec un volume de 248ml de la solution base de phosphate disodique ($2\text{Na}^+\text{HPO}_4^{2-}$) pour avoir un volume final de 500 ml de la solution tampon ; Ajuster le pH à 6.6 avec NaOH ou HCl. (Stable 2 semaines à +4°C à l'abri de la lumière)

Solution de ferricyanure de potassium $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ à 1% : 1g dissoudre dans 100 ml d'eau distillée, (Stable 1 mois à température ambiante, à l'abri de la lumière).

Acide trichloracétique TCA (10%) : 10g dissoudre dans 100ml d'eau distillée, (Très stable jusqu'à 6 mois à 4°C).

Solution de chlorure de fer FeCl_3 (0.1%) : 0.1g dans 100ml d'eau distillée, (Très instable)

Les échantillons : même chose que le test DPPH

3. Préparation des solutions de travail et des échantillons de test antidiabétique

Solution tampon phosphate (0.2M, ph 6.9) : un volume de 251ml de la solution acide de phosphate monosodique ($\text{Na}^+\text{H}_2\text{PO}_4^-$) a été mélanger avec un volume de 249ml de la solution base de phosphate disodique ($2\text{Na}^+\text{HPO}_4^{2-}$) pour avoir un volume final de 500 ml de la solution tampon ; Ajuster le pH à 6.9 par NaOH ou HCl. (Stable 2 semaines à 4°C à l'abri de la lumière)

La solution d'enzyme utilisée dans ce test a été préparée à 7,1 UI/mL (qui correspond à 2,4 UI/mL dans le milieu réactionnel) par dissolution de 4,2 mg d'enzyme lyophilisée dans 17 mL du tampon phosphate (0,02 M; pH 6,9).

Solution d'empois d'amidon de (1%) a été préparé à chaud entre 50-70°C et sous agitation dans le tampon phosphate (0,02 M ; pH 6,9).

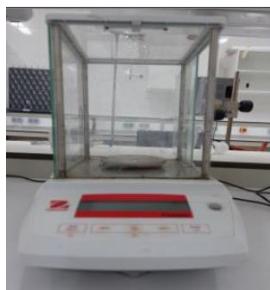
La solution de DNSA préparée en mélangeant avec NaOH et tartrate de sodium et de potassium.

Les échantillons : les extraits bruts aqueux, polysaccharides et de l'acarbose ont été dilués aux différentes concentrations avec la solution tampon. L'acarbose (médicament antidiabétique oral).

4. Quelques photos de matériels utilisés



Bain marie



Balance de précision



Centrifugeuse



Erlenmeyer



Ph mètre



Rota-vape



Fiole



Etuve ventilé



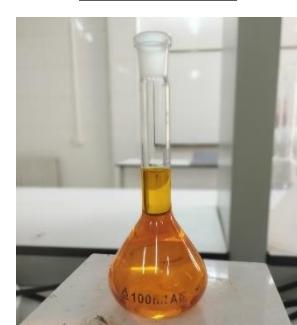
Vortex



Spectrophotomètre



Plaque chauffante Magnétique



Solution de DNSA