



Université Mohamed Khider de Biskra
Faculté des sciences exactes et sciences de la
nature et de la vie
Département des sciences de la nature et de la vie

MÉMOIRE DE MASTER

Domaine : Sciences de la nature et de la vie
Filière : Sciences biologiques
Spécialité : Biochimie appliquée

Réf. :

Présenté et soutenu par :
Sabah BENAYAD et BELBAHI Raiane

Le : dimanche 25 juin 2023

Evaluation de l'activité antioxydant et antidiabétique de *Zygophyllum album* L.

Jury :

M.	Yacine DERRADJI	MAA	Université de Biskra	Président
Mme.	Soulef KRIKER	MAA	Université de Biskra	Rapporteur
M.	Amirouche DGHIMA	MAA	Université de Biskra	Examineur

Année universitaire : 2022-2023

Remerciements

Avant tout, nous remercions « ALLAH » le tout puissant pour nous avoir donné la force, la volonté et la patience durant toutes nos années d'étude.

Nous tenons particulièrement à remercier notre promotrice Mme. Soulef KRIKER, en tant que directrice de mémoire, pour ses précieux conseils et son orientation ficelée tout au long de la réalisation de ce projet.

Nous remercions aussi infiniment les membres de jury Mr. Yacine DERRADJI et Mr. Amirouche DGHIMA qui ont accepté de juger et évaluer notre travail.

Nous tenons également à exprimer nos vifs remerciements aux ingénieurs de laboratoire pour leur contribution précieuse à cette étude.

*Sans oublier de remercier tous les étudiants de la promotion
2018-2023.*

À toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin, directement ou indirectement, à la réalisation de ce travail, nous souhaitons exprimer notre profonde reconnaissance.

Merci

Dédicace

Grâce à Dieu, je dédie ce modeste travail :

A l'âme de mon défunt père, qu'Allah ait son âme.

A ma chère mère bien-aimée, en reconnaissance de ses sacrifices, de son soutien et de son encouragement tout au long de mon parcours.

*A mon cher frère **Saifeddine**.*

*A mes sœurs **Donia zed** et **Manel**.*

A ma grand-mère maternel .

A mes tantes et oncles.

A mes cousins et cousines

A toutes les personnes de ma grande famille maternelle et paternelle.

*A mon partenaire de travail et ma meilleure amie **Rayane**.*

A mes collègues et la promotion 2023.

Sabah

Avec l'expression de ma reconnaissance, je dédie ce modeste travail à ceux qui, quels que soient les termes embrassés, je n'arriverais jamais à leur exprimer mon amour sincère.

*A l'homme, mon précieux offre du dieu, qui doit ma vie, ma réussite et tout mon respect: mon cher père **Belbahi Mohamed khemisti**.*

*A la femme qui a souffert sans me laisser souffrir, qui n'a jamais dit non à exigences et qui n'a épargné aucun effort pour me rendre heureuse: mon adorable mère **zohra**.*

*A ma chère soeur: **Baraâ** qui sait toujours comment procurer la joie et le bonheur pour toute la famille, et mes frères: **Fares, Omar, Youcef** Que Dieu les protège.*

*A Mon oncle **omor** et ma tante **Hada** , qui représentent ma deuxième famille, remercient-les pour leur amour, leur intérêt et leur soin tout au long de ma carrière universitaire.*

A tous les amis que j'ai connu jusqu'à maintenant et tous le promo de 2023.

Merci pour leurs amours et leurs encouragements.

*Sans oublier mon binôme et mon amie proche **Sabah** pour son soutien moral, sa patience et sa compréhension tout au long de ce projet*

Raiane

Sommaire

Liste des Tableaux.....	I
Liste des Figures.....	II
Liste des abréviations.....	III
Introduction.....	1

Chapitre 1: Présentation de la plante *Zygophyllum album*

1.1. La famille des zygophyllaceae.....	3
1.2. Le genre <i>Zygophyllum</i>	3
1.2.1. Espèce <i>Zygophyllum album</i> L.....	3
1.3. Description morphologique	4
1.4. Systématique.....	5
1.5. Nomination.....	5
1.6. Répartition géographique.....	5
1.7. Composition chimique	6
1.8. Utilisations	6

Chapitre 2: Les activités biologiques

2.1. Activité antioxydant.....	7
2.1.1. Stresse oxydatif.....	7
2.1.2. Radicaux libres	7
2.1.2.1. Production de radicaux libres.....	7
2.1.3. Définition antioxydant.....	8
2.1.4. Systèmes antioxydants.....	7
2.1.4.1. Systèmes antioxydants enzymatiques.....	8
2.1.4.2. Systèmes antioxydants non enzymatique.....	8
2.2. Activité antidiabétique	8
2.2.1. Définition du diabète	8
2.2.2. Classification du diabète.....	8

Chapitre 3: Matériel et Méthodes

3.1. Matériel végétal.....	10
3.2. Méthodes	10
3.2.1. Méthode d'extraction.....	10
3.2.2. Détermination du rendement.....	11
3.3. Dosage des métabolites secondaires.	11
3.3.1. Dosage des phénols totaux.....	12
3.3.2. Dosage de flavonoïdes	13
3.3.3. Dosage des saponines totales	15
3.3.4. Dosage de tanins.....	16
3.4. Activité antioxydant	17
3.4.1. Test DPPH.....	17
3.5. Activité antidiabétique	18
3.5.1. Détermination de la capacité d'absorption du glucose par la levure	18
3.5.2. Activité inhibitrice d' α -amylase	18
Chapitre 4: Résultats et discussions	
4.1. Rendement d'extraction	20
4.3. Dosage des métabolites secondaire.....	20
4.3.1. Dosage des polyphénols totaux :	20
4.3.2. Dosage des flavonoïdes totaux	21
4.3.3. Dosage des saponines	22
4.3.4. Dosage des tanins totaux.....	23
4.4. Activité anti-oxydant.....	24
4.4.1. Test DPPH.....	24
4.5. Activité antidiabétique	25
4.5.1. Détermination de la capacité d'absorption du glucose par la levure	25
4.5.2. Test d'inhibition d' α amylase.....	27
Conclusion	29
Référence Bibliographie.....	31
Annexes.....	38

Liste des Tableaux

Tableau 1. Classification de <i>Zygophyllum album</i> L.....	5
Tableau 2. Le rendement, couleur et aspect de l'extrait aqueux.....	20
Tableau 3. Effet de <i>Z. album</i> et du métronidazole sur l'absorption du glucose par la levure exprimé en IC ₅₀	25
Tableau 4. Effet de <i>Z. album</i> et de l'acarbose sur l' α -amylase exprimé en IC ₅₀	28

Liste des Figures

Figure 1. Partie aérienne de <i>Zygophyllum album</i>	4
Figure 2 . Description botanique de plante <i>zygophyllum album</i>	4
Figure 3. Différentes étapes de préparation de l'extrait aqueux	11
Figure 4 . Structure de l'acide gallique (Acide 3,4,5-trihydroxybenzoïque).....	12
Figure 5. Différentes étapes du dosage des polyphénols totaux (PPT)	13
Figure 6 . Structure du quercétine.....	13
Figure 7. Différents étapes du dosage des flavonoïdes.....	14
Figure 8 . Structure de saponine.....	15
Figure 9 . Différentes étapes du dosage des saponines.....	15
Figure 10. Réduction du radical libre DPPH	17
Figure 11 . Droite d'étalonnage d'acide gallique pour le dosage de poly phénols....	20
Figure 12 . Droite d'étalonnage de quercétine pour le dosage de flavonoïde.....	21
Figure 13 . Droite d'étalonnage de diosgénine pour le dosage de saponine.....	22
Figure 14 . Droite d'étalonnage de catéchine pour le dosage de tanins.....	23
Figure 15 . Pourcentage d'inhibition radical DPPH. par l'extrait aqueux de <i>Z.album</i> et l'acide ascorbique.....	24
Figure 16 . Comparaison de l'inhibition d'absorption du glucose (utilisé à 5, 10 et 15 µg/ml) par la levure en présence <i>Zygophyllum album</i> et Métronidazole à 100,200 et 300 µg/ml.	26
Figure 17. Comparaison de l'inhibition d'α amylase par le <i>zygophyllum album</i> et l'Acarbose à 100, 200 et 300 µg/ml.....	28

Liste des abréviations

% : pourcentage

Abs : absorbance

DMSO : Diméthyle sulfoxyde.

DPPH : radical 1, 1-Diphényl-2 picrylhydrazyl

EAG/g : Equivalent d'Acide Gallique par gramme de Matière Sèche

EQ/g : Equivalent de Quercetine par gramme de Matière Sèche

EC/g : Equivalente de catéchine par gramme de matière sèche

ED/g : Equivalente de diosgénine par gramme de matière sèche

ERO : Espèces Réactives de l'oxygène

E. Aqu : extrait aqueux

IC50 : Concentration Inhibitrice 50

nm : nanomètre

pH : Potentiel Hydrogène

PI : Pourcentage d'inhibition

UV : Ultraviolet

V/V : Volume par volume

Z.album : *Zygophyllum album*

Introduction générale

Introduction

Depuis l'antiquité, les plantes médicinales ont été utilisées pour soulager et traiter diverses maladies humaines. En réalité, leur capacité thérapeutique découle de la présence de nombreux composés naturels bioactifs, connus sous le nom de métabolites secondaires, dont certains peuvent être présents en centaines, voire en milliers. Ces métabolites se retrouvent ensuite accumulés dans différents organes de la plante, parfois même dans des cellules spécialisées (Boudjouref, 2011).

L'utilisation des plantes médicinales, qu'elles soient consommées sous leur forme brute ou préparées, a connu une expansion considérable. Selon l'Organisation mondiale de la santé (OMS), environ 80% de la population mondiale dépend en partie de la médecine traditionnelle et de la phytothérapie pour ses besoins de soins de santé. Cette approche semble être une solution viable. De plus, il a été signalé que 60% des préparations médicamenteuses dans les pays industrialisés sont dérivées de plantes. Ces plantes servent de sources pour la découverte de nouveaux composés thérapeutiques, qu'ils soient utilisés directement ou comme base pour la production semi-synthétique de molécules complexes (Fettah, 2019).

Les antioxydants naturels sont principalement des métabolites secondaires tels que les acides phénoliques, les flavonoïdes et les terpénoïdes, produits par les plantes pour favoriser leur croissance dans des conditions environnementales défavorables. Récemment, il a été démontré que les composés phénoliques et les flavonoïdes jouent un rôle important en tant qu'antioxydants, réduisant ainsi le risque de nombreux types de cancers. Ces résultats suggèrent fortement que ces antioxydants pourraient être des agents efficaces pour inhiber plusieurs infections (Ksouri *et al.*, 2013)

La diversité florale de l'Afrique, et plus spécifiquement de l'Algérie, abrite une vaste réserve de plantes riches en propriétés aromatiques et médicinales. Par conséquent, l'utilisation des plantes médicinales occupe une position prépondérante au sein de la médecine traditionnelle en Algérie (Sassoui, 2016)

Grâce à sa position géographique, l'Algérie bénéficie d'une grande diversité d'étages bioclimatiques, ce qui se traduit par une biodiversité riche en plantes utilisées comme condiments, aliments naturels et à des fins thérapeutiques. La phytothérapie est une pratique ancienne ancrée dans le domaine de la médecine traditionnelle. (Boubekour, 2019).

Les plantes spontanées sahariennes occupent une place essentielle parmi les plantes médicinales en Algérie. Elles se distinguent par leur capacité unique à s'adapter aux conditions désertiques extrêmement difficiles, ce qui leur permet de survivre dans un environnement contraignant (Chehma et Djébar, 2008).

Les espèces de *Zygophyllum* sont reconnues pour leurs action antidiabétique, antispasmodique, anti-eczémateuse, antiseptique, anti diarrhéique et anti-inflammatoire (Kchaou et *al.*, 2016).

La *Zygophyllum album* est une plante herbacée saharienne utilisée pour traiter diverses maladies, notamment le diabète sucré, en raison de ses propriétés antidiabétiques. Cette espèce endémique, qui fait l'objet de notre étude, a été peu étudiée jusqu'à présent.

Dans ce contexte s'inscrit le présent travail de recherche dont l'objectif principal est : d'estimer l'activité antioxydant et antidiabétique de l'extrait aqueux de la partie aérienne de la plante médicinale *Zygophyllum album* L.

Chapitre 1

Présentation de la plante *Zygophyllum* *album*

1.1. La famille des zygophyllaceae

Les plantes de cette famille se distinguent par l'apparence variée de leurs herbes, arbustes ou arbres, ainsi que par leurs feuilles stipulées aux formes multiples. Leurs fleurs, solitaires ou en inflorescences, sont généralement composées de 4 à 5 pétales, bien que parfois absents. La plupart de ces plantes ont 10 étamines, des stipules fusionnées, un ovaire composé de 4 à 5 carpelles et contenant un ou plusieurs ovules par loge. Les fruits de ces plantes sont généralement des capsules loculicides ou septicides qui se divisent en coques, parfois ils peuvent être en forme de baie ou de drupe (Ayad, 2008).

1.2. Le genre *Zygophyllum*

Ce genre comprend environ une centaine d'espèces qui se trouvent dans les déserts et les steppes de l'Ancien Monde. Engler a identifié dix-sept groupes d'espèces, sous forme de sections, dont seulement deux sont présents en Afrique du Nord. D'autre part, il existe six espèces vivaces très similaires entre elles. En effet, leur morphologie est pratiquement identique, et les quelques différences qui pourraient être mentionnées semblent variables même au sein des espèces. Les seuls caractères fiables reposent sur la forme du fruit. Les échantillons stériles sont généralement indéterminables, et comme la forme des fruits change considérablement au cours de leur développement, les échantillons portant des fruits immatures ne peuvent être déterminés qu'avec incertitude (Chahma, 2006).

1.2.1. Espèce *Zygophyllum album* L

Le *Zygophyllum album* L, également connu sous le nom de "Bougriba" en arabe (Halis, 2007), est une plante indigène qui présente une résistance à la sécheresse et une tolérance au sel, lui permettant de prospérer dans des conditions climatiques arides et sévères. De plus, il est largement reconnu par de nombreux auteurs comme une composante importante de la végétation désertique (Shawky et *al.*, 2019) et possède des propriétés thérapeutiques remarquables. Il est utilisé dans la pharmacopée traditionnelle algérienne sous forme de décoction, de poudre ou de pommade pour traiter le diabète, les problèmes digestifs et les affections cutanées (Hadjadj et *al.*, 2019).

1.3. Description morphologique

Les espèces appartenant au genre *Zygophyllum* sont souvent présentes sous la forme de buissons bas et ramifiés, comme le montre la photo N°1. Leurs feuilles sont opposées et généralement composées de deux folioles cylindriques charnues et riches en eau, ce qui a donné son nom à la famille. Les fleurs, situées dans les axilles des feuilles, sont caractérisées par la présence de dix étamines à base élargie. Le fruit de *Z. album* est une capsule portée par un court pédoncule. Il est constitué d'une partie inférieure fusionnée et d'une partie supérieure composée de cinq lobes libres d'une longueur approximativement équivalente à celle de la partie fusionnée (Smati, 2009).



Figure 1.Partie aérienne de *Zygophyllum album* (Photo originale).

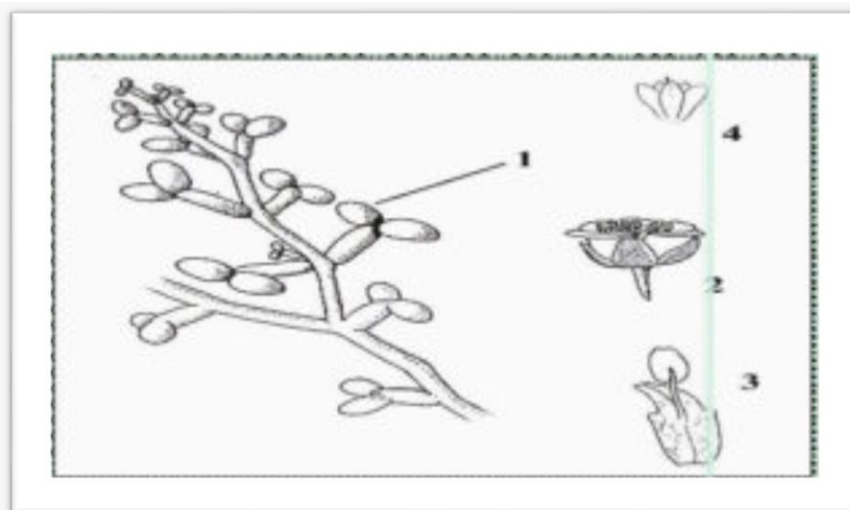


Figure 2.Description botanique de plante *zygophyllum album*.

1. Les feuilles 2. Les fleurs 3. Étamine 4. Les fruits (Halis, 2007).

1.4. Systématique

La classification de la plante *Zygophyllum album* L. est présentée au dessous

Tableau 1. Classification de *Zygophyllum album* L. (Quezel et Santa, 1963).

Règne	Plante
Division	Magnoliophyta
Classe	Magnoliopsida
Ordre	Zygophyllales
Famille	Zygophylaceae
Genre	<i>Zygophyllum</i>
Espèce	<i>Zygophyllum album</i> L.

1.5. Nomination

Nom scientifique : *Zygophyllum album* L.

Nom vernaculaire : Bougriba, AL agga, Haggaya (العقّة ، حقاية ، بوقريبة)

Nom français : *Zygophyllum* blanc (Kherraze et *al.*, 2010).

1.6. Répartition géographique

Le *Zygophyllum album* L. Est une plante succulente qui pousse dans des régions caractérisées par des conditions climatiques sèches et rigoureuses, ce qui la rend résistante à la sécheresse et/ou tolérante au sel. Elle peut se trouver dans les marais salants ainsi que dans les sols salinisés, ce qui en fait une espèce bénéfique pour la végétation dans ces zones. Les feuilles charnues de cette plante lui permettent de retenir l'eau, ce qui en fait une ressource précieuse pour les animaux, en particulier le bétail, notamment pendant la période estivale (Halis, 2007).

Elle est distribué à travers le Sahara d'Afrique du Nord à la péninsule arabique et l'Afrique orientale tropicale, il a une large répartition géographique en Egypte et est commun dans les marais salants et au sec dans les bandes côtières de la méditerranée et la mer rouge. Il est également abondant dans certains oueds désertiques intérieurs

dans les zones salines autour des sources d'eau saumâtre, et dans tout le Sahara septentrional (White, 1986; Chehma, 2006).

1.7. Composition chimique

L'espèce *zygophyllum* est principalement composée de zygophyllin, d'acide quinic et de divers glucosides, selon la description de Smati et al. (2004).

La quercétine, un composé identifié, ainsi que sept flavonoïdes et deux acides phénoliques ont été isolés à partir de *Zygophyllum album* (Moustafa et al., 2007 ; Hussein et al., 2011).

La présence abondante de saponosides confère à cette plante sa caractéristique moussante distincte (Djemoui, 2003).

1.8. Utilisations

Le *zygophyllum album*, est largement utilisé dans la médecine traditionnelle pour traiter diverses affections telles que le rhumatisme, la goutte, l'hypertension et la flatulence. Cette plante possède des propriétés diurétiques, anesthésiques locaux et antidiabétique. De plus, elle est utilisée pour soulager la douleur, apaiser la soif, soigner les plaies, traiter les caries dentaires et même pour laver les vêtements et les cheveux (Belguidoum, 2018).

Le *zygophyllum album*, est également connu depuis longtemps en médecine traditionnelle pour son activité antidiabétique (Bahlil et al., 2020).

Dans la médecine traditionnelle algérienne, on utilise les feuilles, les tiges et les fruits de cette plante comme remède contre les rhumatismes, la goutte et l'asthme. Elle est également employée comme diurétique, anesthésiant local, antihistaminique et antidiabétique (Mnafgui et al., 2012). Cette plante est utilisée dans le traitement du diabète, des spasmes et des dermatites (Hamsas et al., 2010).

Chapitre 2

Les activités biologiques

2.1. Activité antioxydant

2.1.1. Stress oxydatif

Le stress oxydatif se réfère à une perturbation de l'équilibre entre les éléments pro-oxydants et antioxydants, favorisant les premiers (Groussard, 2006).

Il se caractérise par un déséquilibre entre la production d'espèces radicalaires et les capacités de défense antioxydant de l'organisme. Bien que la production d'espèces réactives de l'oxygène soit normalement bénéfique, un excès sans mécanismes de défense appropriés peut être préjudiciable à l'organisme (Guillouty, 2016).

2.1.2. Radicaux libres

Un radical libre (RL) est une espèce chimique qui présente un ou plusieurs électrons célibataires sur sa couche externe, ce qui lui confère une instabilité et une réactivité élevées. En raison de la présence de cet électron célibataire, sa demi-vie est généralement courte (Trabsa, 2015).

2.1.2. 1. Production de radicaux libres

La production d'espèces oxydantes est inévitable lors du processus aérobie. En effet, pour produire de l'énergie lors des réactions de respiration oxydative, l'organisme nécessite de l'oxygène. Toutefois, une petite quantité d'oxygène échappe à la réduction en eau au niveau de la mitochondrie, ce qui peut entraîner la formation de radicaux libres oxygénés (RLO). Il existe également deux catégories de sources de production de radicaux libres : les sources endogènes, qui sont des produits des réactions de l'organisme, et les sources exogènes telles que le tabagisme, les radiations UV, les médicaments, les réactifs chimiques, les solvants industriels et la pollution (Favier, 2003).

2.1. 3. Définition des antioxydants

Les antioxydants sont des composés qui ont la capacité d'inhiber ou de ralentir le processus d'oxydation d'une substance. Ils existent sous différentes formes et peuvent jouer un rôle préventif en empêchant la formation de radicaux libres, ainsi que contribuer à leur élimination. On distingue les antioxydants primaires et secondaires (Guillouty, 2016).

2.1.4. Systèmes antioxydants

Notre organisme produit naturellement et de manière continue des radicaux libres. Cependant, pour maintenir un niveau non toxique de ROS (espèces réactives de l'oxygène), des systèmes antioxydants sont présents. Un déficit ou un dysfonctionnement de ces systèmes entraîne une augmentation des dommages au niveau des tissus. Les antioxydants peuvent être des systèmes enzymatiques ou non enzymatiques (Blandine, 2006).

2.1.4.1. Systèmes antioxydants enzymatiques

Les enzymes antioxydants telles que :

- le superoxyde dismutase.
- la catalase.
- la glutathion peroxydase et la glutathion réductase

Jouent un rôle crucial en tant que première barrière de protection de notre corps contre les espèces réactives de l'oxygène (ROS).

2.1.4.2. Systèmes antioxydants non enzymatique

Des composés antioxydants de petite taille tels que les caroténoïdes, les vitamines C et E, le glutathion, l'acide urique, la bilirubine, l'acide lipoïque et l'ubiquinone, ainsi que des protéines telles que la transferrine, la ferritine et la céruléoplasmine, jouent un rôle essentiel dans l'inactivation des métaux de transition nécessaires à la formation de radicaux libres. Certains oligo-éléments tels que le cuivre, le zinc et le sélénium sont également indispensables pour l'activité des enzymes antioxydants, notamment la Cu, Zn-SOD, la Mn SOD et la SeGPx (Pincemail *et al.*, 2022).

2.2. Activité antidiabétique

2.2.1. Définition du diabète

Le diabète est une maladie métabolique qui se caractérise par un dysfonctionnement dans la régulation du métabolisme des glucides, ce qui entraîne une augmentation de la concentration de glucose dans le sang, appelée hyperglycémie (Rammal *et al.*, 2009).

2.2.2. Classification du diabète

L'étiologie du diabète sucré définit différents types, dont deux types sont majoritaires c'est le type 1 et le type 2.

2.2.2.1. Le diabète de type 1

Le diabète de type 1 est moins fréquent, représentant environ 5 à 10 % des cas, et se caractérise par des symptômes cliniques souvent prononcés, survenant principalement pendant l'enfance ou l'adolescence. Il est causé par une carence quasiment totale en insuline, résultant de la destruction progressive, sélective et irréversible des cellules β productrices d'insuline dans les îlots de Langerhans du pancréas (Debbab, 2021).

2.2.2.2. Le diabète de type 2

Ce terme correspond à l'ancienne dénomination du diabète non insulino-dépendant et se caractérise par une prédominance de l'insulinorésistance avec une relative déficience en insuline, ou par une diminution principale de la sécrétion d'insuline associée ou non à une insulinorésistance (Drouin et *al.*, 1999). Il se caractérise par une insulinorésistance et souvent un déficit relative de la sécrétion de l'insuline par les cellules β pancréatique (AAD, 2014).

Chapitre 3

Matériel et Méthodes

3.1. Matériel végétal

La plante que nous avons sélectionnée pour ce travail est :

Zygophyllum album L.

La récolte a été effectuée à la région de Biskra (ITDAS : Institut Technique de Développement de L'agronomie Saharienne) mois d'avril 2023.

3.2. Méthodes

3.2.1. Méthode d'extraction

Cette méthode d'extraction a été effectuée selon le protocole décrit par Bougandoura et Bendimerad (2012), avec de légères modifications.

Après le nettoyage et séchage dans un endroit sec et aéré, à l'abri de la lumière du soleil, toute la partie aérienne (feuille, tige et fleurs) a été broyée entièrement, L'extrait aqueux du mélange étudiées est obtenu par la décoction.

Pesée (M=50g) de la poudre de la plante est ajoutée à un volume 500ml d'eau distillé. Chauffer le mélange dans une plaque chauffant bouillant pendant 30 minutes ; Laisser le mélange refroidir à la température ambiante. La solution obtenue a été filtrée par filtration sous vide. Puis évaporé à sec dans l'étuve à 40°C, et conservée dans un flacon en verre fermée.

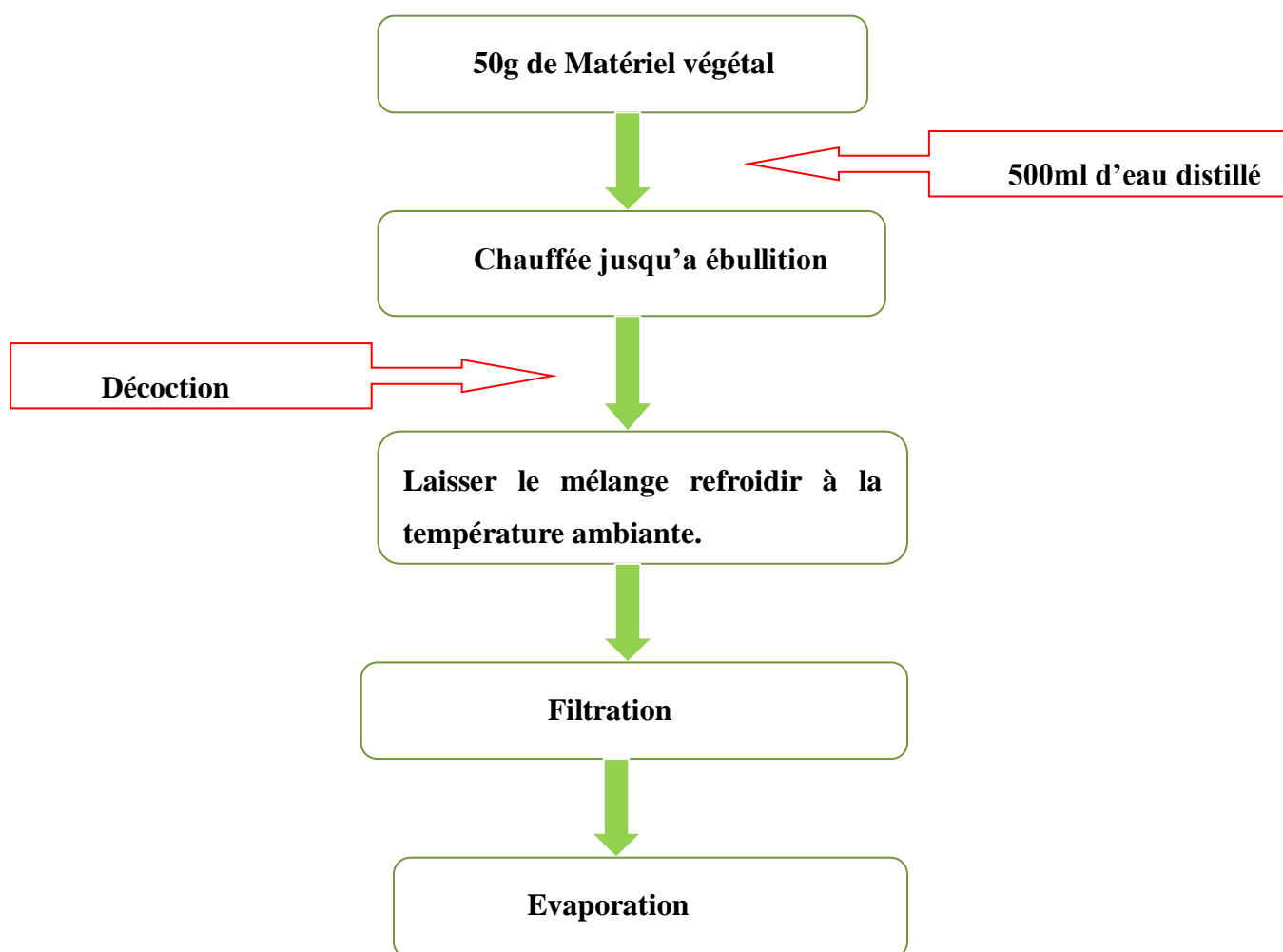


Figure3.Différentes étapes de préparation de l'extrait aqueux.

3.2.2. Détermination du rendement

Le rendement d'extrait est le rapport entre la masse de matière sèche de l'extrait obtenu et la masse de matière sèche de plante utilisé, il est calculé par l'utilisation de la relation suivante :

$$R\% = (M / M0) \times 100$$

R(%) : Rendement exprimé en %.

M : Masse en gramme de l'extrait sec résultant.

M0 : Masse en gramme du matériel végétal à traiter.

3.3. Dosage des métabolites secondaires

3.3.1. Dosage des phénols totaux

Le dosage a été réalisé selon la méthode rapportée par Li (2007), la concentration des composés phénolique totaux a été déterminée par réactif de Folin-Ciocalteu.

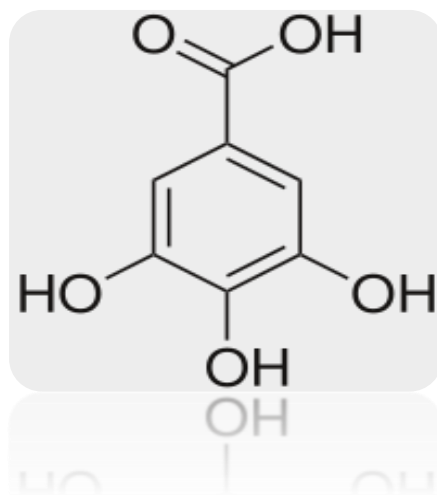


Figure4. Structure de l'acide gallique (Acide 3, 4,5-trihydroxybenzoïque).

✓ **Mode opératoire :**

Dans des tubes à essais 200 µl de extrait avec 1 ml du réactif de Folin–Ciocalteu fraîchement préparé (10 fois dilué). Le milieu est agité à l'aide d'un vortex, puis nous avons ajouté 800µl de carbonate de sodium à 7,5% Na_2CO_3 . L'ensemble est incubé à température ambiante pendant 30 minutes et la lecture est effectuée contre un blanc à l'aide d'un spectrophotomètre à 765 nm. En se référant à une courbe d'étalonnage préparée avec l'acide gallique.

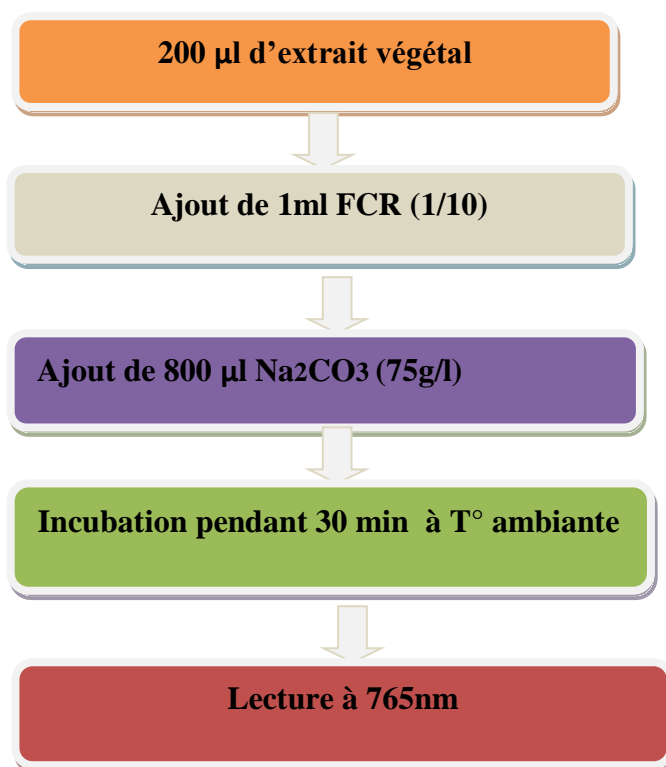


Figure 5. Différentes étapes du dosage des polyphénols totaux (PPT).

3.3.2. Dosage de flavonoïdes

La méthode de Quettier-Deleu et *al.* (2000). Utilisée pour déterminer la teneur en flavonoïdes dans l'extraits, en utilisant une méthode basée sur la formation d'un complexe flavonoïde-aluminium, après décomposition du chlorure d'aluminium, ayant le maximum d'absorption à 430 nm. La quercétine a été utilisée pour établir la courbe d'étalonnage.

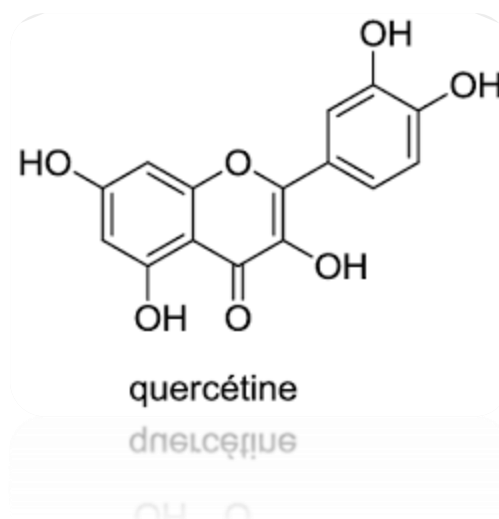


Figure 6. Structure du quercétine.

✓ **Mode opératoire**

1 ml d'extrait dilué a été mélangé séparément avec 1 ml de solution méthanolique de chlorure d'aluminium à 2%. Après une incubation à la température ambiante pendant 15 minutes, l'absorbance du mélange réactionnel a été mesurée à 430 nm avec un spectrophotomètre et la teneur en flavonoïdes a été exprimée en mg par g d'équivalent en quercétine.

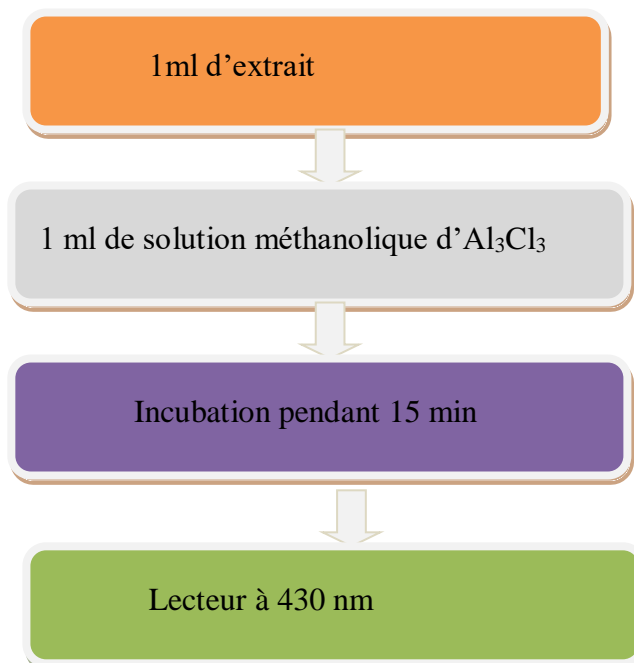


Figure 7. Différentes étapes du dosage des flavonoïdes.

3.3.3. Dosage des saponines totales

La méthode utilisée pour le dosage des saponines totales est celle de Makkar et *al.* (2007), à base de vanillinsulfuric réaction colorimétrique acide avec quelques modification.

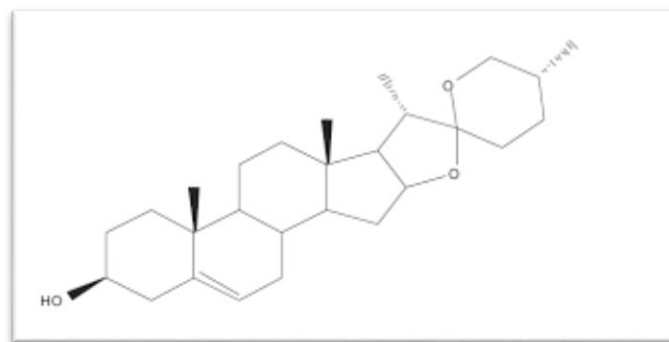


Figure 8.Structure de saponine.

✓ Mode opératoire

Environ 50 μ l d'extrait ont été ajoutés avec 250 μ l de vanilline (800 mg de vanilline dans 10 ml d'éthanol) ont été ajoutés. Ensuite, 2,5 ml d'acide sulfurique à 72% sont ajoutés et ils ont bien mélangés. Cette solution a été maintenue dans un bain marie à 60°C pour 10 minutes. Au bout de 10 minutes, il a été refroidi dans de l'eau glacée et l'absorbance a été lue à 544 nm. Les valeurs étaient exprimées en équivalents de diosgénine (mg DE/ g d'extrait) dérivée d'une courbe d'étalonnage.

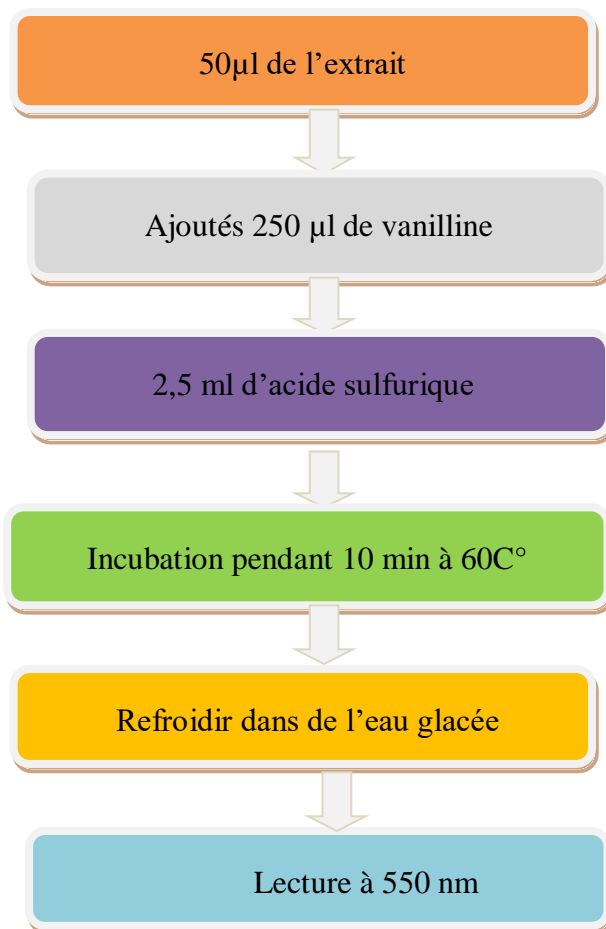


Figure 9. Différentes étapes du dosage des saponines.

3.3.4. Dosage de tanins

La teneur en tanins condensés a été déterminée par la méthode de vanilline avec l'HCl décrite par Julkunen-Titto (1985).

✓ Mode opératoire

Un volume de 50 µl d'extrait a été ajouté à 1500 µl de la solution vanilline/éthanol puis mélangé vigoureusement. Ensuite, un volume de 750 µl de l'acide chlorhydrique concentré (HCl) a été additionné. Le mélange obtenu est laissé réagir à température ambiante pendant 20 min. L'absorbance est mesurée à 550 nm contre un blanc. Différentes concentrations comprises entre 20 et 200 µg/ml préparées à partir d'une solution mère de la catéchine, permettront de tracer la courbe d'étalonnage.

3.4. Activité antioxydante

3.4.1. Test DPPH

La détermination de l'activité antiradicalaire par le test de DPPH a été effectuée en utilisant la méthode décrite par Molyneux (2003), avec légèrement modifiée.

✓ Mode opératoire

Une solution de DPPH[•] a été préparée en dissolvant 4 mg de ce produit dans 100 ml d'éthanol. Ensuite, à 50 µl d'extrait à une concentration donnée sont ajoutés 950 µl de la solution DPPH. Les extraits ainsi que la référence (acide ascorbique) sont testés à différentes concentrations (20 jusqu'à 200 µg/ml) ; puis les absorbances ont été mesurées à 517 nm après 30 minutes d'incubation à l'obscurité. Trois essais ont été effectués pour chaque concentration de produit testé. L'activité antioxydant liée à l'effet de piégeage du radical DPPH[•] est exprimée en pourcentage d'inhibition (PI) à l'aide de la formule suivante :

$$PI = 100(A_0 - A_1)/A_0$$

A₀ : absorbance DPPH

A₁ : absorbance échantillon

L'IC₅₀ (concentration de l'échantillon nécessaire pour neutraliser 50% des radicaux libres).

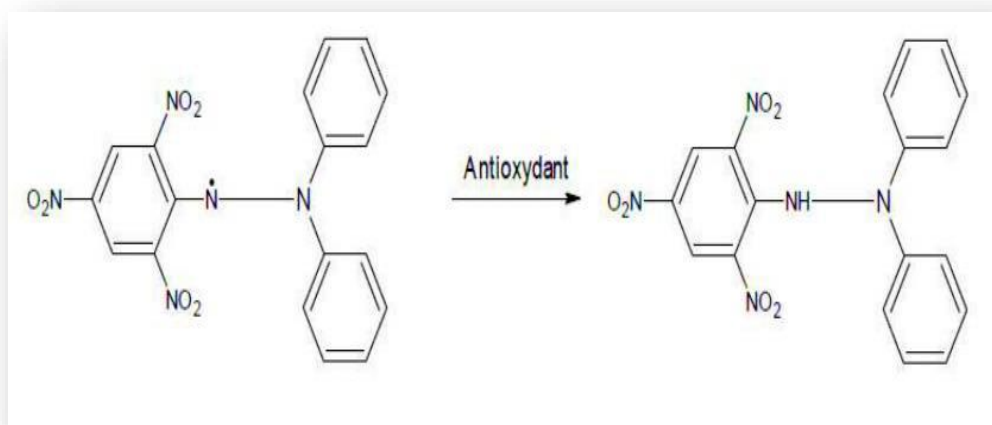


Figure 10. Réduction du radical libre DPPH (Tang, 2002).

3.5. Activité antidiabétique

3.5.1. Détermination de la capacité d'absorption du glucose par la levure

Ce test a été réalisé selon la méthode bien définie de Cirillo (1962).

3.5.1.1. Préparation de la suspension de levure

Pour préparer une suspension à 1%, la levure de boulangerie commerciale a été dissoute dans de l'eau distillée. Cette suspension a ensuite été laissée à température ambiante 25°C pendant une nuit. Le jour suivant, la suspension a été centrifugée à 4200 tr/min pendant 5 minutes, puis le liquide au-dessus a été retiré et le résidu a été lavé avec de l'eau distillée.

Le processus de centrifugation et de lavage a été répété jusqu'à ce qu'un liquide clair soit obtenu en suspension, puis 10 fractions de ce liquide ont été mélangées avec 90 parties d'eau distillée pour obtenir une suspension à 10% (v/v) des cellules de levure.

3.5.1.2. Effet des extraits sur l'absorption du glucose par la levure

100 µl des échantillons préparés dans du diméthylsulfoxyde (DMSO) à des concentrations de 100, 200 et 300 µg/ml ont été mélangés avec 1 ml de solution de glucose à différentes concentrations (5, 10 et 25 µg/ml). Ce mélange a été incubé pendant 10 minutes à 37°C. Ensuite, 100 µl de suspension de levure ont été ajoutés au mélange de glucose et d'extrait. Le mélange (glucose-extrait-levure) a été agité vigoureusement puis incubé à 37°C pendant 60 minutes. Après l'incubation, les tubes ont été centrifugés pendant 5 minutes à 3800 tr/min, et la concentration de glucose a été mesurée à l'aide d'un spectrophotomètre à 520 nm.

Le contrôle négatif est exempt de l'échantillon d'essai, alors que le métronidazole a été utilisé comme standard positif. Le pourcentage de l'absorption de glucose a été calculé par la formule ci-après:

$$\% \text{Absorption du glucose} = \frac{A_s - A_c}{A_s} \times 100$$

Où : **A_s** : absorbance de l'extrait ou du standard, **A_c**: absorbance du contrôle négatif.

3.5.2. Activité inhibitrice d' α -amylase

Dans cette étude, le modèle d'inhibition de l' α -amylase in vitro est utilisé pour analyser l'extrait de *Zygophyllum album* et évaluer leur effet hypoglycémiant. Lorsque l'hydrolyse α -amylasique des glucides en glucose est inhibée dans le tractus digestif, cela entraîne une réduction de leur concentration dans le plasma. Cela est dû au retard de leur digestion et à une diminution de leur absorption (Hong et *al.*, 2008; Megh-Raj et *al.*, 2008). Si les extraits testés démontrent une activité significative d'inhibition de l' α -amylase in vitro, cela serait prometteur pour leur activité anti- α -amylasique.

Cette analyse a été réalisée selon la méthode standard modifiée légèrement par Ademiluyi et Oboh (2013).

3.5.2.1. Préparation des solutions

✓ Solution tampon phosphate (0.02 M, pH=6.9)

On prépare la solution tampon par mélange de la solution A monobasique ($\text{Na}_2\text{H}_2\text{PO}_4$) (M=119.98 g/l) et la solution B dibasique (Na_2HPO_4) (M=141.96g/l) pour avoir un pH=6,9

✓ Solutions d'extraits

L'extrait aqueux de *Zygophyllum album* a été préparé dans la solution tampon phosphate précédente afin d'obtenir différentes concentrations 100, 200 et 300 $\mu\text{g/ml}$.

✓ Solution d' α -amylase

Un comprimé de médicament Mégamylase (3000 unités α -amylase/comprimé) a été libéré de son revêtement en utilisant un couteau fin, puis il a été écrasé dans un mortier contenant le tampon phosphate. Le filtrat obtenu après avoir fait passer la solution à travers un papier Wattman a été mélangé avec 1 ml de chlorure de calcium à 0,1 % pour améliorer la solubilité de l'enzyme. Ensuite, le mélange a été centrifugé à 4000 tr/min pendant 10 minutes. Le liquide au-dessus, appelé surnageant, a été prélevé et ajusté à une concentration de 3U/ml. Il a ensuite été conservé à 4°C pour une utilisation immédiate ou à -20°C pour une utilisation ultérieure.

✓ Solution d'amidon

Une solution fraîche d'amidon 1% a été préparée dans le tampon phosphate sodique 0.02M (pH =6.9), tout en chauffant le mélange à 50-70°C sous agitation.

✓ Solution de l'acarbose

Ce médicament anti α -amylasique joue le rôle de standard positif dans notre étude, il est préparé dans la même gamme de concentration que l'extrait de *zygophyllum album*.

✓ Indicateur idoïne:

Le réactif iodure a été préparé en mélangeant une solution d'I₂ (5 mM) et de KI (5mM) dans 250 mL de tampon acétate (pH=7.2). Le réactif iodé obtenue doit être conservé à l'abri de la lumière.

3.5.2.2. Effet de l'extrait aqueux de *zygophyllum album* sur l' α -amylase

10 μ l de solution d'amylase à 3 U/ml, ont été mélangés avec 30 μ l d'extrait de *Zygophyllum album*. Après une pré-incubation à 37°C/10 minutes, 40 μ l de solution d'amidon fraîchement préparée (1%) ont été ajoutés pour initier la réaction et incubé le mélange à 37 °C pendant 30 min. Après le chauffage, la réaction est stoppée par versement de 20 μ l de HCl (1M) et 75 μ l d'iode, et l'absorbance du mélange a été mesurée à 580 nm.

Le tampon phosphate (pH =6.9) et l'acarbose, sont des contrôles négatif et positif de ce test.

$$\% \text{inhibition } \alpha\text{-amylase} = [1 - (A/B)] \times 100$$

Où : A = absorbance d'extrait de plante ou de standard, B = absorbance du contrôle négatif.

Chapitre 4

Résultats et discussions

4.1. Rendement d'extraction

Le rendement de l'extrait aqueux a été déterminé par rapport à 50 g de la **partie aérienne** de *Zygophyllum album* L. Sous forme de poudre.

La couleur, l'aspect et le rendement de l'extrait obtenu sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 2.Le rendement, couleur et aspect de l'extrait aqueux.

Extrait	Aspect	Couleur	Rendement %
Aqueux	Poudre	Vert	9,3

4.3. Dosage des métabolites secondaire

4.3.1. Dosage des polyphénols totaux :

Le contenu phénolique total dans l'extrait aqueux de *Z. album* a été évalué en traçant une courbe standard en utilisant différentes concentrations d'acide gallique. L'équation de régression linéaire est : $y = 0.4863x + 0.130$, Sachant que le coefficient de corrélation : $R^2 = 0.9994$

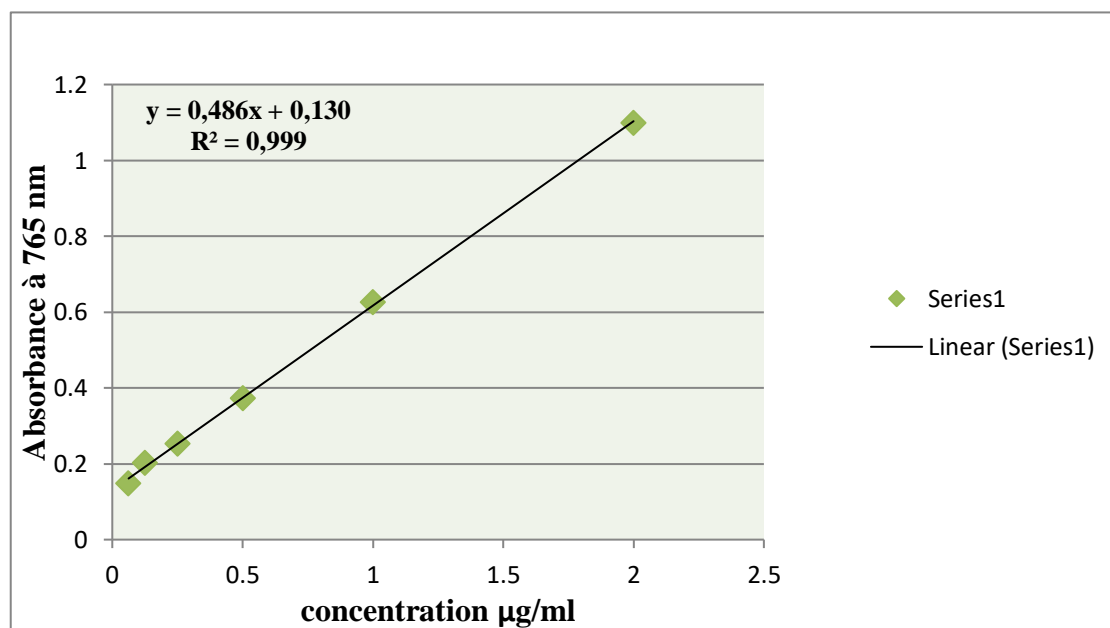


Figure 11. Droite d'étalonnage d'acide gallique pour le dosage de poly phénols.

La quantité de phénols totaux présente dans l'extrait est exprimée en milligrammes d'équivalent d'acide gallique par gramme de matière végétale sèche (mg/g). L'extrait aqueux est élevée en polyphénols totaux et contient une teneur de 14.24 ± 1.23 mg EAG/g d'extrait.

Selon les résultats enregistrés par Belguidoum et *al.* (2015) la teneur en polyphénols totaux dans l'extrait Aqueux de *Z. album* est de 2.088 ± 0.012 mg EAG/g d'extrait. Belmimoun et *al.* (2017) a obtenue $10,83 \pm 0,601$ mg EAG/g par extrait Aqueux de *Z. album*. Par conséquent, il existe une variation dans les résultats obtenus par différentes études concernant la teneur en polyphénols totaux dans cet extrait spécifique.

4.3.2. Dosage des flavonoïdes totaux

La courbe d'étalonnage de la quercétine a été utilisée pour évaluer la quantité totale de contenu des flavonoïdes en utilisant différentes concentrations. L'équation de régression linéaire est : $y = 0.9522x + 0.032$, sachant que le coefficient de corrélation : $R^2 = 0.9953$.

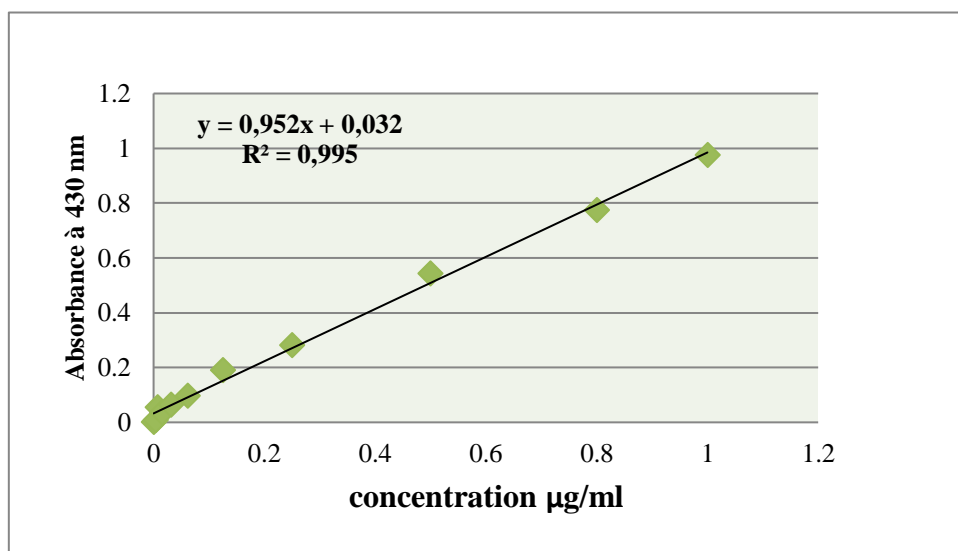


Figure 12. Droite d'étalonnage de quercétine pour le dosage de flavonoïde.

Ainsi pour notre essai, la teneur en flavonoïdes obtenus dans l'extrait aqueux de *Z.album* est de 1.85 ± 0.22 mg EQ/g d'extrait.

D'autre part une étude faite par Belmimoun et *al.* (2017) montre que la teneur en flavonoïde dans l'extrait aqueux de *Z.album* est de $1,06 \pm 0,102$ mg EQ/g.

La comparaison de nos résultats indiquent que la teneur en flavonoïdes des différents extraits aqueux de cette plante sont proches.

4.3.3. Dosage des saponines

L'évaluation de la quantité totale de saponines totaux par la courbe d'étalonnage de la diosgénine en utilisant différentes concentrations, l'équation de régression linéaire est : $y = 0.1929x + 0,0004$, avec un coefficient de corrélation :

$$R^2 = 0,9957.$$

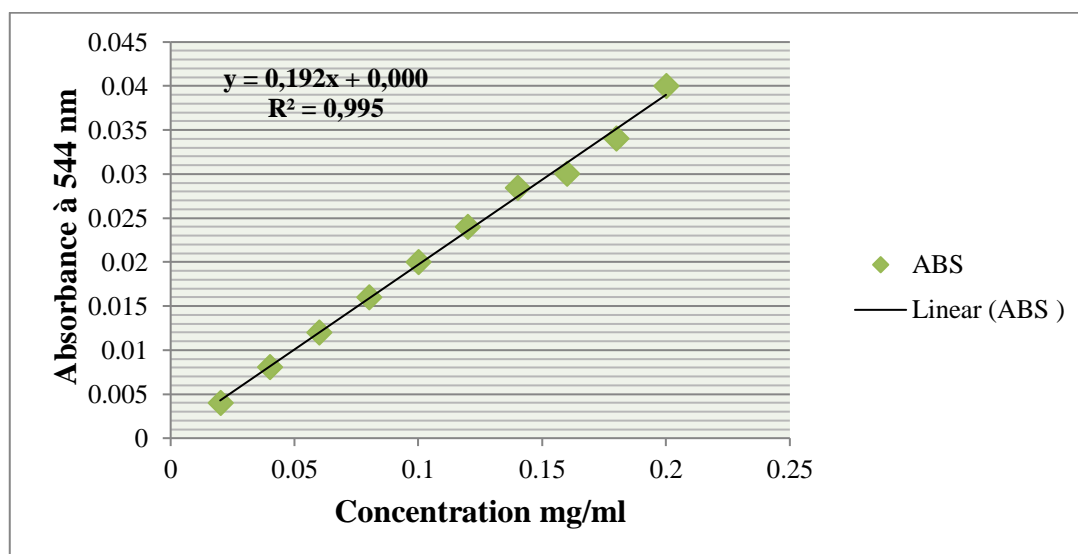


Figure 13. Droite d'étalonnage de diosgénine pour le dosage de saponine.

A l'aide de méthode vanilline-acide sulfurique et par l'utilisation de la courbe d'étalonnage de diosgénine. On exprime la teneur quantitative de saponine de l'extrait aqueux de *Zygophyllum album* par "mg" équivalent de DIO /gramme de l'extrait sec.

Les résultats obtenus montrent la présence des saponines par une forte quantité dans notre plante environ (6.84 ± 0.51 mg DE/ g de l'extrait sec).

Les saponines possèdent un large éventail de propriétés, notamment leur goût doux et amer (Kitagawa, 2002), des propriétés émulsifiantes par leur capacité à former la mousse (Price et *al.*, 1987), ainsi que comme analgésique, antidépresseur, hémolytique, antimicrobienne et insecticide (Attle et *al.*, 1999).

4.3.4. Dosage des tanins totaux

L'étude quantitative de l'extrait aqueux au moyen des dosages spectrophotométriques, avait pour objectif de déterminer la teneur totale des tanins. Un droit d'étalonnage dans la figure 14 a été tracé par catéchine à différentes concentrations. Des mesures de densité optique se sont réalisées à 550 nm.

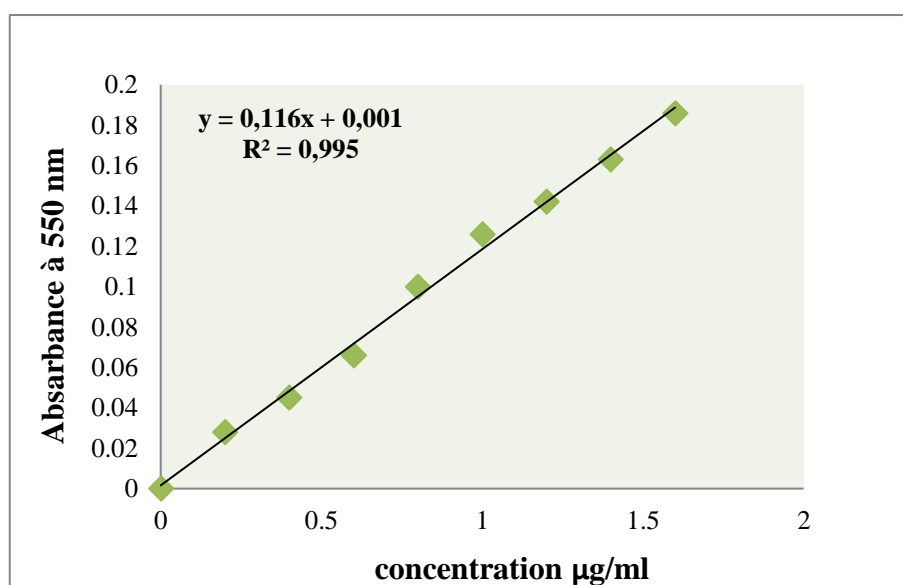


Figure 14. Droite d'étalonnage de catéchine pour le dosage de tanins.

On exprime la teneur quantitative des tanins de l'extrait aqueux de plante par "mg" équivalent de catéchine /gramme de l'extrait sec. Le résultat obtenu égale $11.57 \pm 0.73 \text{ mg/ml}$.

Une étude faite par Belguidoum *et al.* (2015) montre que la teneur en tanins totaux dans l'extrait aqueux de *Z. album* est de $103.611 \pm 49.235 \text{ µg EC/g}$.

Une plus faible quantité enregistrée par Saada et *al.* (2021). Approche de 0.34 (mg EC. g MS). Ces résultats montrent qu'il existe également une variabilité significative de teneur en tanin condensé de *zygophyllum album* se référant aux conditions dans lesquelles s'est déroulée l'expérimentation en tenant compte du lieu et de temps de la récolte.

4.4. Activité anti-oxydante

4.4.1. Test DPPH

L'objectif de cette étude est d'explorer les propriétés antioxydants potentielles de l'extrait aqueux de *Z.album*.

Les pourcentages d'activité anti-oxydante sur le DPPH obtenus sont présentés en fonction de diverses concentrations de l'extrait aqueux, comparativement à l'acide ascorbique.

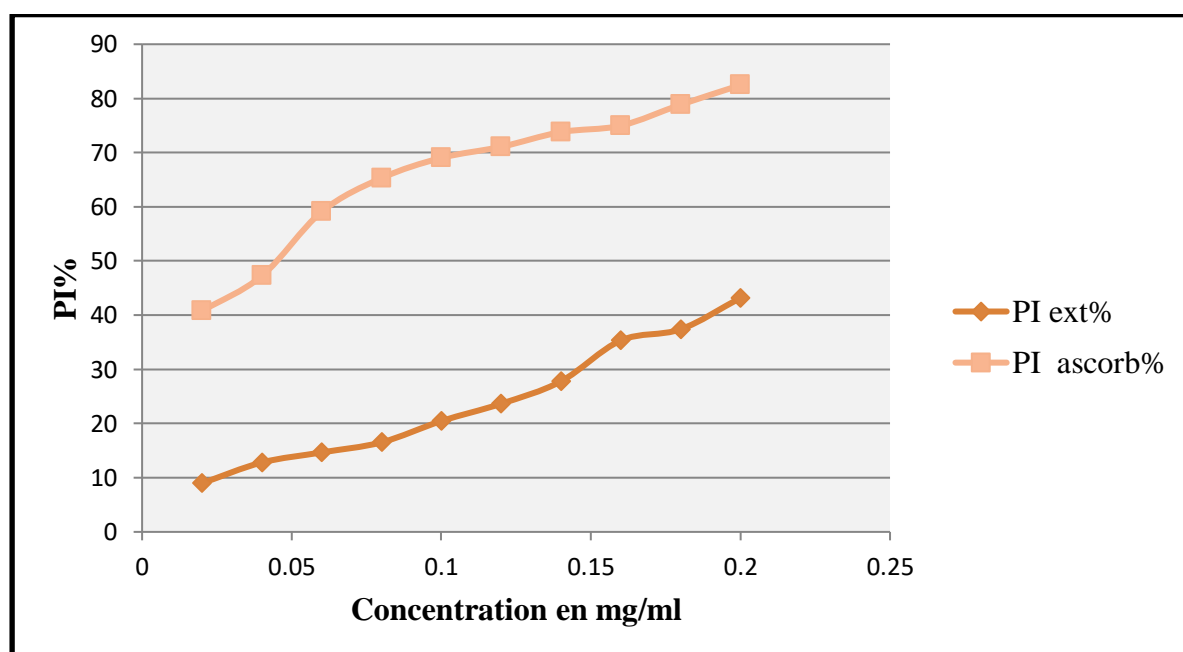


Figure 15. Pourcentage d'inhibition radical DPPH par l'extrait aqueux de *Z.album* et l'acide ascorbique.

Lors de l'expérimentation à différentes concentrations, l'extrait aqueux de *Z.album* a montré une augmentation significative de son activité inhibitrice jusqu'à atteindre presque son maximum à une concentration de 0.2 mg/ml, avec un pourcentage d'inhibition (PI) plus important de 43.18%.

L'acide ascorbique utilisé comme référence a inhibé le radical DPPH de 88% à une concentration de 0.18 mg/ml, puis son activité s'est stabilisée à partir de 0.2 mg/ml.

Pour évaluer les activités d'extrait de plante testée, les valeurs d'IC₅₀ ont été déterminées. Ainsi, l'extrait de *Z.album* a une valeur d'IC₅₀ de 0.247 mg/ml, tandis que l'acide ascorbique présente une IC₅₀ de 0.033 mg/ml.

Ces résultats suggèrent que l'extrait aqueux de *Z.album* possède une activité inhibitrice significative sur le radical DPPH, avec une concentration optimale d'activité à 0.2 mg/ml. Cependant, il convient de noter que l'acide ascorbique utilisé comme référence présente une activité inhibitrice plus élevée, avec une IC₅₀ inférieure.

D'après Ouffai et *al.* (2022), la valeur d'IC₅₀ de l'extrait de *Z. album* variait de $446,1 \pm 2,36$ à $765,4 \pm 21,44$ µg/mL, tandis que la valeur d'IC₅₀ de l'acide ascorbique de référence était de $3,74 \pm 0,16$ µg/mL

4.5. Activité antidiabétique

4.5.1. Détermination de la capacité d'absorption du glucose par la levure

La **Figure16** montre les résultats de l'effet de *Zygophyllum album* sur la capacité d'absorption du glucose par la levure.

Il est observé que le *Z.album* exercent une action inhibitrice dépendante de la dose, qui s'intensifie de manière proportionnelle à la concentration de glucose ajoutée. Les valeurs maximales enregistrées étaient de 18.13%, 25.67% et 41.47 % pour les doses de 5, 10 et 25 µg/ml respectivement.

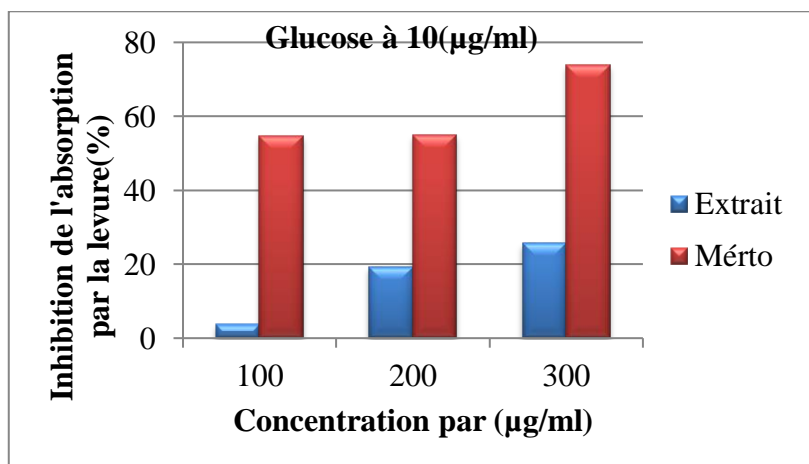
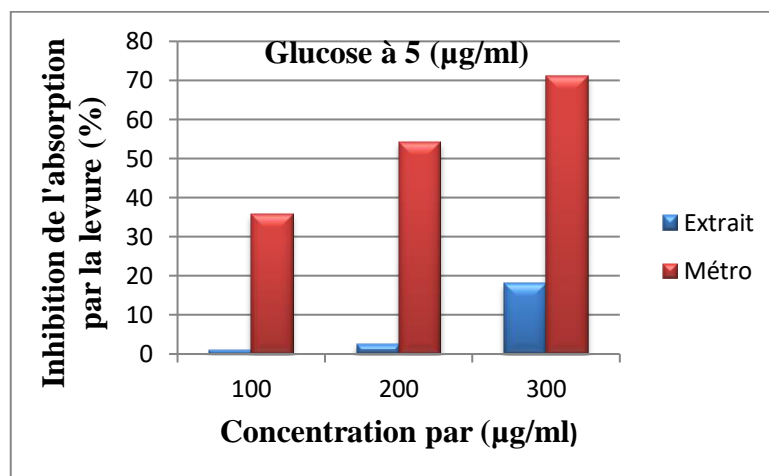
D'autre part, le métronidazole utilisé comme molécule de référence présente une activité inhibitrice. L'inhibition d'absorption respective à 5,10 et 25 µg/ml, a été 71.12, 73.89 et 74.79%.

Tableau 3. Effet de *Z.album* et du métronidazole sur l'absorption du glucose par la levure exprimé en IC₅₀.

	IC ₅₀ (µg/ml)		
	5	10	25
<i>Z.album</i>	701.72	507.46	409.96
Métronédazole	179.24	83.60	27.37

L'examen des IC₅₀ des différentes concentrations de *Z.album* mentionnées dans le Tableau 3 nous conduit à conclure que la quantité requise de *Z.album* varie en

fonction de la concentration de glucose ajoutée. De plus, la comparaison des IC_{50} entre l'extrait et le métronidazole met en évidence la supériorité de la référence standard observée dans la Figure 12.



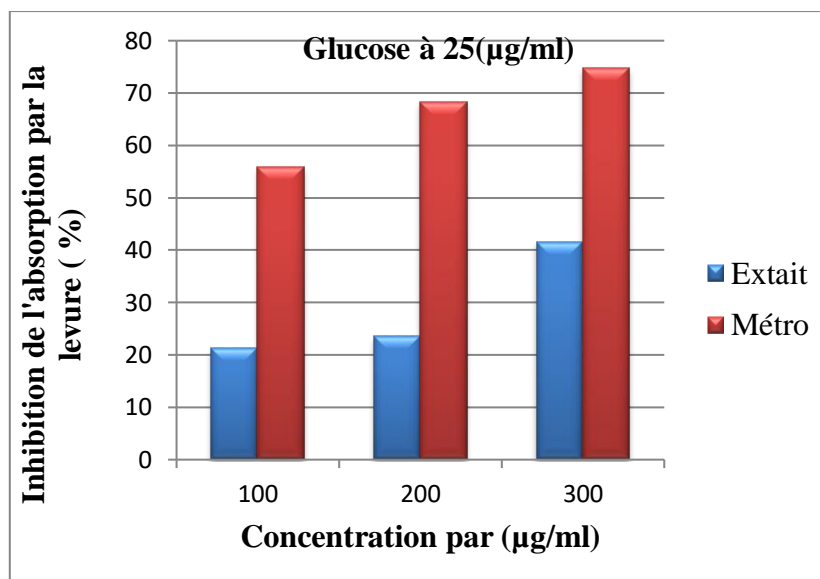


Figure 16. Comparaison de l'inhibition d'absorption du glucose (utilisé à 5, 10 et 15 µg/ml) par la levure en présence *Zygothymus album* et Métronidazole à 100, 200 et 300 µg/ml.

Le *Z.album* exerce une action inhibitrice, c'est-à-dire qu'il ralentit ou bloque certaines réactions ou processus biologiques. L'effet inhibiteur du *Z.album* dépend de la dose administrée, et il s'intensifie à mesure que la concentration de glucose ajoutée diminue.

Ces résultats indiquent que le *Z.album* présente une action inhibitrice dépendante de la dose, avec des effets plus prononcés à des doses plus élevées, et que le métronidazole utilisé comme comparateur présente également une activité inhibitrice.

Les données disponibles indiquent que les extraits de plantes ont la capacité de réguler efficacement le taux de glucose sanguin en réduisant son absorption, confirmant ainsi les suggestions de Cletus et Jude (2018).

4.5.2. Test d'inhibition d' α amylase

La Figure 17 montre l'effet des *Zygothymus album* comme inhibiteurs naturels de l'enzyme α -amylase, comparé à l'action d'un médicament dont cette activité est reconnue, l'Acarbose.

Nous avons observé une augmentation linéaire du pourcentage d'inhibition de l'enzyme avec la concentration de *Z.album*, atteignant un maximum de 52,3 % à 300

µg/ml. Cependant, l'acarbose s'est révélée efficace que le *Z.album*, avec un maximum d'inhibition de 57,2 % à la même concentration.

Tableau 4. Effet de *Z.album* et de l'acarbose sur l'a-amylase exprimé en IC50.

	IC50 (µg/ml)
<i>Z.album</i>	279.28
Acarbose	231.4

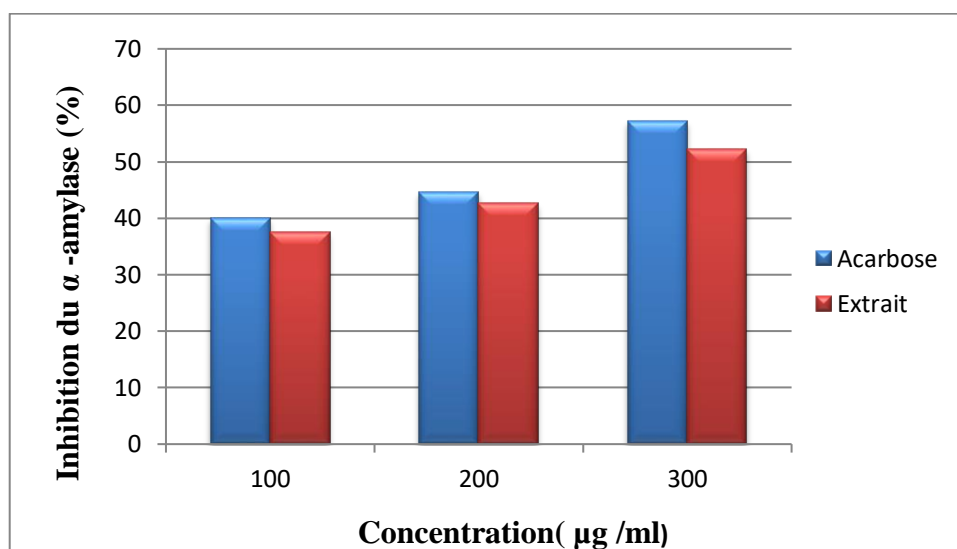


Figure 17. Comparaison de l'inhibition d'α amylase par *le zygophyllum album* et l'Acarbose à 100, 200 et 300 µg/ml.

Il a été démontré que les inhibiteurs de l'alpha-amylase d'origine naturelle sont efficaces pour prolonger le temps total de digestion et d'absorption des glucides dans le tractus gastro-intestinal chez l'homme, ce qui permet de réduire le risque d'hyperglycémie (Antony et *al.*, 2013).

L'utilisation de ces produits biologiques pour inhiber cette enzyme présente une forte perspective dans le traitement du diabète, en remplaçant les inhibiteurs synthétiques qui ont des effets secondaires graves tels que l'hépatotoxicité, les douleurs abdominales, les maladies cardiovasculaires, les maladies cérébrovasculaires et l'hypoglycémie (Bhat et *al.*, 2011)

Conclusion

Conclusion

Zygophyllum album est une plante médicinale biologiquement active largement répandue dans les régions arides et salines, notamment dans le Sahara algérien. C'est l'une des plus anciennes plantes médicinales utilisées pour traiter diverses maladies.

La mise en évidence des familles chimiques existant dans cet extrait montre une richesse en plusieurs composés tels que les saponines, les tannins les flavonoïdes. Pour cela une pouvoir d'inhibition vis-a-vis du radical DPPH qui est liée directement à la diversité quantitative et/ou qualitative des composés présents dans l'extrait aqueux de la plante.

Effectivement, notre étude a porté sur l'activité antioxydant de l'extrait aqueux de *Zygophyllum album*. Les résultats démontrent que cette plante présente un potentiel pharmacologique élevé, ce qui soutient son utilisation traditionnelle dans le soulagement de diverses maladies, notamment le diabète.

Les résultats obtenus dans cette étude sur l'effet antioxydant de l'extrait aqueux de *Zygophyllum album* sont prometteurs. Cependant, des études complémentaires approfondies sont nécessaires afin de comprendre les mécanismes moléculaires et cellulaires impliqués. Ces études devraient se concentrer sur la recherche des composés bioactifs présents dans les extraits de *Zygophyllum album* et sur l'identification des enzymes impliquées dans la production des espèces réactives de l'oxygène.

D'autre part, nous avons également testé l'activité antidiabétique *in vitro* de l'extrait aqueux de *Zygophyllum album*. Les résultats obtenus confirment que cet extrait présente une activité antidiabétique très remarquable. Il a démontré une action *in vitro* sur l'absorption du glucose par la levure, bien que le pourcentage obtenu soit faible par rapport au médicament standard.

L'effet de cette espèce végétale sur l' α -amylase a été dépendant de la dose, atteignant jusqu'à (52.3%). De même, le standard positif s'est avéré efficace, mais sans éclipser la valeur remarquable observée avec l'extrait de *Zygophyllum album*.

L'ensemble de ces résultats indique que *Zygophyllum album* représente l'un des trésors de notre patrimoine végétal, utilisé traditionnellement pour ses effets antidiabétiques, antioxydants, et d'autres utilisations attribuées à cette espèce. Ces

découvertes renforcent l'importance et le potentiel de *Zygophyllum album* en tant que plante médicinale aux propriétés bénéfiques. Cependant, d'autres recherches sont nécessaires pour approfondir notre compréhension des mécanismes d'action moléculaires et cellulaires spécifiques, ainsi que pour explorer d'autres utilisations potentielles de cette plante.

Référence

Bibliographie

Ademiluyi A. O., and Oboh G. 2013. Soybean phenolic-rich extracts inhibit key-enzymes linked to type 2 diabetes (α -amylase and α -glucosidase) and hypertension (angiotensin I converting enzyme) *in vitro*. Experimental and toxicologic pathology, 65(3), 305-309.

American Diabetes Association. 2014. Diagnosis and classification of diabetes mellitus. Diabetes Care, 37(supplement 1), S81-S90.

Antony Kam., Kong M.Li., Valentina Razmovski-Naumovski., Srinivas Nammi., Jeffrey Shi., Kelvin Chan., et George, Q. Li. 2013. A comparative study on the inhibitory effects of different parts and chemical constituents of pomegranate on α -amylase and α -glucosidase. Phytother. Res. 27: 1614–1620.

Attele A. S., Wu J. A., Yuan C.S. 1999. Ginseng pharmacology: multiple constituents and multiple actions. Biochemical pharmacology 58(11):1685-1693.

Ayad R. 2008. Recherche et détermination structurale des métabolites secondaires de l'espèce *Zygophyllum cornutum*. Mémoire magister En Chimie Organique. p14.

Bahlil Y., Krouf D., Taleb-Dida N. 2020. Zygophyllum album aqueous extract reduces oxidative damage in erythrocytes and attenuates pro-inflammatory markers in hypercholesterolemic-diabetic rats [L'extrait aqueux de *Zygophyllum album* réduit les dommages oxydatifs au niveau des érythrocytes et atténue les marqueurs pro-inflammatoires chez des rats rendus hypercholestérolémiques-diabétiques].

Belguidoum M., Dendougui H., Kendour Z. 2015. *In vitro* antioxidant properties and phenolic contents of *Zygophyllum album* L. from Algeria. J Chem Pharm Res, 7(1), 510-514.

Belguidoum M. 2018. Étude de métabolites secondaires et quelques activités de plantes algériennes de la famille Zygophyllaceae. Thèse de doctorat d'état, université Kasdi Merbah, Ouargla, p9.

Belmimoun A., Meddah B., Side Larbi K., Sonnet P. 2017. Phytochemical study of *Zygophyllum album* extract. Int. J. Eng. Technol. Manag. Res, 4, 1-10.

Bhat M., Zinjarde S. S., Bhargava S.Y., Kumar A. R., Joshi B. N. 2011. Antidiabetic Indian plants: a good source of potent amylase inhibitors. Evidence-based complementary and alternative medicine.

Blandine G. 2006. Le stress oxydant induit par voie métabolique (régime alimentaires) ou par voie gazeuse (hyperoxie) et effet de la glisodine. France. université Joseph Fourier –Grenoble 1.

Boubekeur H. 2019. Activités biologiques d'*Helichrysum stoechas*. Thèse de doctorat d'état, université Ferhat Abbas, Setif.

- Bougandoura N., Bendimerad N. 2012. Evaluation de l'activité antioxydant des extraits aqueux et méthanolique de *Satureja calamintha ssp. Nepeta* (L.) Briq. B-Sciences Agronomiques et Biologiques.
- Chehma A. 2006. Catalogue des plantes spontanées du Sahara septentrional Algérien. Dar Elhouda, Ain m'lila. p. 28
- Chehma A. et Djebar, M. R. 2008. Les espèces médicinales spontanées du Sahara septentrional algérien: distribution spatio-temporelle et étude ethnobotanique. Synthèse: Revue des Sciences et de la Technologie, 17, 36-45.
- Cirillo V. P. 1962. Mechanism of glucose transport across the yeast cell membrane. Journal of bacteriology, 84(3), 485-491.
- Cletus A., Ukwubile. et Jude A., Odugu. 2018. Evaluation of antibacterial and in vitro antidiabetic activities of *Phyllanthus amarus* Linn. (Phyllanthaceae) leaf ethanol extract. J Bacteriol Mycol Open Access, 6(4):254–258.
- Debbab L. 2021. Le diabète de type 2 à l'île de la Réunion: un enjeu majeur de santé publique.
- Djemoui A. 2003. L'effet inhibiteur de l'extrait de quelques plantes sahariennes, sur la lithiase urinaire type Oxalo-calcique. Mémoire de magistère, Université de Ouargla, p46.
- Drouin P., Blickle, J. F., Charbonnel B., Eschwege E., Guillausseau P. J., Plouin P.F. 2000. Diagnostic et classification du diabète sucré: Les nouveaux critères. Annales médicales de Nancy et de Lorraine.
- El Youbi A. E. H., Bousta D., Ouahidi I., Aarab L. 2010. Criblage pharmacologique primaire d'une plante endémique originaire du Sud Marocain (*Tetraena gaetula* [Emb. & Maire] Beier & Thulin). Comptes Rendus Biologies, 333(10), 736-743.
- Favier A. 2003. Le stress oxydant. L'actualité chimique, 108(10), 863-832.
- Fettah A. 2019. Étude phytochimique et évaluation de l'activité biologique (antioxydante-antibactérienne) des extraits de la plante *Teucrium polium* L. sous espèce Thymoïdes de la région Beni Souik, Biskra, université mohamed khider biskra.
- Groussard C. 2006. Stress oxydatif et exercice anaérobie. Science & sports, 21(2), 62-67.
- Guillouty A. 2016. Plantes médicinales et antioxydants Université Toulouse III-Paul Sabatier.
- Hadjadj S., Benzargha S., Hadjadj F Z., Hamel H., Hidoub Y., Ould EL hadj-khalil. 2019. Caractérisation biochimique de différents ecotypes de *Zygophyllum album* L. (Zygophyllaceae) Recoltes dans la région du Ouargla-Sahara Algérien.

Halis Y. 2007 .Encyclopédie des plantes de Suff, plantes du désert communes dans la zone de compétition .Le grand est. Alwaleed Press. La vallée 248 p.

Hussein S. R., Marzouk M. M., Ibrahim, L. F., Kawashty S. A., & Saleh N. A. 2011. Flavonoids of *Zygophyllum album* L f and *Zygophyllum simplex* L.(Zygophyllaceae). Biochemical Systematics and Ecology, 39(4), 778.

Julkunen-Tiitto R. 1985. Phenolic constituents in the leaves of northern willows: methods for the analysis of certain phenolics. Journal of agricultural and food chemistry, 33(2), 213-217.

Kherraze M ., Lakhdari K., Kherfi Y., Benzaoui T., Berroussi S., Bouhanna M ., Sebaa A. 2010. Atlas Floristique de la Vallée de l'Oued Righ par Ecosysteme, p48.

Kitagawa I. 2002. Licorice root. A natural sweetener and an important ingredient in Chinese medicine. Pure and Applied Chemistry 74(7):1189-1198.

Kchaou M., Ben Salah H., Mnafigui K., Abdennabi R., Gharsallah N., Elfeki A., Damak M., & Allouche N. 2016. Chemical composition and biological activities of *Zygophyllum album* L. essential oil from Tunisia.

Ksouri W. M., Medini F., Mkadmini K., Legault J., Magné C., Abdelly C., Ksouri R. 2013. LC–ESI–TOF–MS identification of bioactive secondary metabolites involved in the antioxidant, anti-inflammatory and anticancer activities of the edible halophyte *Zygophyllum album* Desf. Food chemistry, 139(1-4), 1073-1080.

Li H.B., Cheng K.W., Wong C.C., Fan K. W., Chen F., Jiang Y. 2007. Evaluation of antioxidant capacity and total phenolic content of different fractions of selected microalgae. Food chemistry, 102(3), 771-776.

Makkar H. P., Siddhuraju P., Becker K. 2007. Plant secondary metabolites (Vol. 393). Springer.

Mnafigui K., Hamden K., Ben Salah H., Kchaou M., Nasri M., Slama S., Derbali F., Allouche N., & Elfeki A. 2012. Inhibitory activities of *Zygophyllum album*: A natural weight-lowering plant on key enzymes in high-fat diet-fed rats. Evidence-based complementary and alternative medicine, 2012.

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

Moustafa A., Khodhair A., Hammouda F., Hussein H. 2007. Phytochemical and toxicological studies of *Zygophyllum album* L F. J. pharm. and Toxic, 2, 220-237.

Ouffai K., Rachid A., Abboo F., Lahfa F. B. 2022. Antihemolytic and antioxidant activities of aerial parts extracts of *Zygophyllum album* L. and *Globularia alypum* L. from Algeria. Journal of Natural Product Research and Applications, 1(03), 41-55.

Pincemail J., Bonjean K., Cayeux K., Defraigne J.O. 2002. Physiological action of antioxidant defences. Nutrition clinique et métabolisme, 16(4), 233-239.

Price K. R., Johnson I. T., Fenwick G. R., Malinow M. R. 1987. The chemistry and biological significance of saponins in foods and feedingstuffs. Food Science and Nutrition 26(1):27-135.

Quettier-Deleu C., Gressier B., Vasseur J., Dine T., Brunet C., Luyckx M., Cazin M., Cazin J.-C., Bailleul F., Trotin F. 2000. Phenolic compounds and antioxidant activities of buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) hulls and flour. Journal of ethnopharmacology, 72(1-2), 35-42.

Quezel P., Santa S. 1963. Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertique méridionales, Tome II, Centre National de la Recherche Scientifique. 1170p.

Rammal H., Bouayed J., Desor F., Younos C., Soulimani R. 2009. Validation et contribution à l'étude de l'effet antihyperglycémique d'une plante médicinale, le *Momordica charantia* L. Phytothérapie, 7(4), 191-196.

Shawky E., Gabr N., El-gindi M., Mekky R. 2019. A comprehensive review on genus *Zygophyllum*. Journal of Advanced Pharmacy Research, 3(1), 1-16.

Smati D., Longeon, A., Guyot, M. 2004. 3β-(3, 4-Dihydroxycinnamoyl)-erythrodiol, a cytotoxic constituent of *Zygophyllum geslini* collected in the Algerian Sahara. Journal of ethnopharmacology, 95(2-3), 405-407.

Sassoui D. 2016. Etude ethnobotanique, phytochimique, histologique et activité antidépressive de *Portulaca oleracea* L. et *Peganum harmala* L. these de doctorat, Université Badji Mokhtar Anaba.

Tang S., Kerr J., Sheehan D., & Buckley D. 2002. Antioxidative mechanisms of tea catechins in chicken meat systems. Food chemistry, 76(1), 45-51.

Trabsa H. 2015. Activité antioxydante et anti-inflammatoire des fractions des plantes médicinales : *Sedum sediforme* et *Lycium arabicum*. Sétif, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, université Ferhat Abbas Sétif 1, Algérie.

White F. 1986. La Végétation de l'Afrique, Mémoire accompagnant la carte de végétation de l'Afrique. Orstom-Unesco, Paris, p 246.

Annexes

Annexes

Annexe 1. Réactifs et Appareillage utilisées

Réactifs	Appareillage
-Acide ascorbique	-Agitateur Magnétique
-Acide chlorhydrique	-Plaque chauffante
- Acide gallique	-Balance de précision
- Acide sulfurique (H ₂ SO ₄)	-Etuve
-Amidon	-Bain marie
- Chlorure d'aluminium AlCl ₃	-Centrifugeuse
- Diméthylsulfoxyde (DMSO)	-Spectrophotomètre
- Ethanol : (C ₂ H ₆ O)	-Vortex
- Acide chlorhydrique (HCl)	-Ph mètre
- Méthanol : (CH ₃ OH)	
- Carbonate de sodium (NaCO ₃)	
-Quercétine	
-Réactif de Folin-Ciocalteu	
-DPPH	
-Diosgénine	
-Vanilline	
-Catéchine	
-Levure boulangerie	
-Glucose	
-Tampon phosphate	
-Tampon acétate	
-chlorure de calcium	

-Médicaments (acarbose, mégamylase et métronédazole)	
---	--

Résumé

Le *Zygophyllum album* est une plante médicinale Connue sous le nom vernaculaire de «Aggaya ou Bougriba », Cette plante est largement utilisée sous forme décoction pour traiter le diabète sucré. Représente comme une partie principale de notre étude ainsi que le pouvoir anti radicalaire de cette plant, la détermination des dosages en polyphénols totaux ,flavonoides tanin et saponine d'extrait aqueux de *Z.album* donne des teneurs de l'ordre de (14.24mg EAG/g d'extrait ,1.85mgEQ/g d'extrait ,11.57mgEC/g d'extrait,6.84mgEDO/g d'extrait),Ces quantités des composés phénoliques montrés une très bonne activité antioxydant, IC₅₀ de l'inhibition du radical DPPH dans cette plante Estimé à(0.247 mg/ml), Les résultats de l'activité antidiabétique mise en évidence par des tests *in vitro* montrent une action positive moyenne concentration–dépendante de ces molécules. L'inhibition maximale de l'absorption du glucose par la levure en présence de différentes concentration 5, 10,25µg/ml a été (18.13%,25.67% et 41.47 %) respectivement. L'action anti-α-amylasique maximale enregistrée a été (52.3%) pour la dose la plus élevée 300 µg/ml.

Mots clés : *Zygophyllum album*, extrait aqueux, activité antioxydant, DPPH, activité antidiabétique.

ملخص

Zygophyllum album هو نبات طبي معروف تحت الاسم العامي عقاية أو بوقريية، يستخدم هذا النبات على نطاق واسع في شكل منقوع لعلاج مرض السكري. الذي يعتبر كجزء رئيسي من دراستنا بالإضافة إلى القوة المضادة للجنور لهذه النبتة و تحديد كميات إجمالي البوليفينول والفلافونويد والتانينات والصابونين للمستخلص المائي من *Z.album* التي تعطي كميات: (14.24 مجم/غ، 1.85 مجم/غ، 11.57/غ و 6.84 مجم/غ) على التوالي ، حيث أظهرت هذه الكميات من المركبات الفينولية نشاطاً جيداً لمضادات الأكسدة، نسبة IC₅₀ للتثبيط الجذر DPPH في هذا النبات قدرت بـ (0.247 ملغم/مل). كما تظهر نتائج النشاط المضاد لمرض السكري للاختبارات المنجزة في المختبر نشاطاً إيجابياً متوسط إذ يعتمد التركيز على جزيئات المستخلص. كان أقصى تثبيط لامتصاص الجلوكوز عن طريق الخميرة في وجود تركيزات مختلفة 5,10,25 ميكروغرام/مل (18,13% و 25,67% و 41,47%) على التوالي. وكان الحد الأقصى للنشاط مضاد-α أميلاز المسجل (52.3%) لأعلى جرعة 300 µ جرام/مل.

الكلمات المفتاحية: *Zygophyllum album*، مستخلص مائي، نشاط مضاد للأكسدة، DPPH ، نشاط مضاد للسكري

Abstract

Zygophyllum album is a medicinal plant Known under the vernacular name of "Aggaya or Bougriba", This plant is widely used in decoction form to treat diabetes mellitus. Represents as a main part of our study as well as the anti radical power of this plant, the determination of the dosages in total polyphenols, flavonoids tannin and saponin of aqueous extract of *Z.album* gives contents of the order of (14.24mg EAG /g of extract, 1.85mgEQ/g of extract, 11.57mgEC/g of extract, 6.84mgEDO/g of extract), These quantities of phenolic compounds showed very good antioxidant activity, IC₅₀ of radical inhibition DPPH in this plant Estimated at (0.247 mg/ml) The results of the antidiabetic activity demonstrated by *in vitro* tests show an average concentration-dependent positive action of these molecules. The maximum inhibition of glucose uptake by yeast in the presence of different concentrations 5, 10,25µg/ml was (18.13%, 25.67% and 41.47%) respectively. The maximum anti-α-amylase action recorded was (52.3%) for the highest dose 300 µg/ml.

Key words: *Zygopylum album*, aqueous extract, antioxidant activity, DPPH, antidiabetic activity.