

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جامعة سعد دحلب البليدة (1)
Université SAAD DAHLEB-Blida 1



Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département de Biologie

Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme de Master dans le domaine SNV

Filière : Sciences Biologiques

Option : Biochimie

Thème

**Étude de l'effet hypoglycémiant du « *Moringa Oleifera* »
Sur un modèle animal**

Présenté par :

Soutenu le : 08 /07/2025

M^{lle} Ouzar Lyna

M^{lle} Berdaoui Lyna

Devant le jury :

Nom et Prénom	Grade	Lieu	Qualité
M ^{me} Edaikra	MCA	USDB1	Président (e)
M ^{me} Drouche I	MCB	USDB1	Examineur (e)
M ^{me} Hamzi W.	MCA	USDB1	Promotrice
M ^{me} Saidi F	MCA	USDB1	Invitée

Année Universitaire 2024/2025



Remerciements

Avant tout développement sur cette expérience il apparaît opportun de commencer ce travail par des remerciements.

Nous remercions **Allah** le tout puissant et le bienveillant, de nous avoir accordée le succès, les bénédictions, la santé et surtout le courage d'accomplir ce travail et que sans lui nous ne serions pas là.

Je remercie tout d'abord ma promotrice **M^{me} HAMZI W**, pour son accompagnement, sa bienveillance et son soutien constant. Grace à vous, j'ai pu élaborer ce mémoire dans les meilleures conditions possibles, avec rigueur et sérénité.

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude aux membres du jury **Mme Edaikra** et **M^{me} Drouche I** pour l'honneur qu'ils m'ont accordé en acceptant d'évaluer et de juger ce travail.

Je remercie chaleureusement l'ensemble des membres du laboratoire de taxonomie de l'Institut des Sciences Vétérinaires de l'Université de Blida 1, ainsi que les équipes de la station expérimentale vétérinaire et du laboratoire d'anatomie pathologique de l'Hôpital de Koléa, pour leur accueil, leur disponibilité et l'aide technique précieuse qu'ils m'ont apportée tout au long de ce travail.

J'adresse mes remerciements les plus chaleureux à **Madame le médecin Boudour pour** sa précieuse contribution, ses conseils tout au long de ce travail. Sa disponibilité et son expertise ont grandement enrichi cette étude.

Je tiens à adresser mes sincères remerciements à **Monsieur Kouadri Maamre** le chercheur a l'institut national de la recherche forestière(INRF) pour sa précieuse aide et sa grande disponibilité. Son soutien constant et ses conseils avisés ont joué un rôle essentiel dans la réalisation notre mémoire

J'exprime toute ma gratitude à **M^{me} Djamila Bouchareb** : prof chimiste, présidente du conseil interprofessionnel de la foliaire des plante médicinale et aromatique pour m'avoir aidé dans les méthodes de travail.

A **Monsieur Boumehdi** le pépiniériste (pépinière de plante médicinales : moringa, stivia, la citronnelle ...) et membre du conseil interprofessionnel de la foliaire des plante médicinale et aromatique pour m'avoir fournie les feuilles de moringa et de m'avoir expliqué parcours technique (la plantation, la collecte, séchage de moringa).

Je remercie affectueusement mes chères copines **Nihad** et **Hanane** professeure de ECN pour leur présence, leur soutien moral et ses encouragements constants tout au long de cette aventure. Leur gentillesse et ses bienveillances ont été d'un grand réconfort dans les moments de doute.

En fin nous ne se saurons pas terminer sans mentionner ceux qui de près ou de loin ont contribué à notre réussite.

Trouvez en ces mots notre profonde gratitude.



À l'issue de ce parcours, je dédie ce travail à ma famille, source de mon inspiration et de ma détermination.

*À ma douce maman « **Aggoun Fatiha** », ma meilleure amie et confidente, qui a arrosé mon esprit de maturité et mes pensées de sagesse. Votre présence et votre soutien a été ma lumière tout au long de ce parcours.*

*À mon cher papa « **Berdaoui Zoubir** », mon héros, qui m'a toujours soutenue et encouragée à poursuivre mes rêves. Votre amour et votre confiance en moi m'ont donné la force de persévérer.*

A mes sœurs Sabrina et Roumaïssa mes amours et ma fierté, qui m'ont toujours motivée à donner le meilleur de moi-même.

A mon frère Mohamed que j'aime et j'admire.

A mes deux nièces chérie Eva et Maria et mon neveu Youcef, vous été la lumière de ma vie. Que chaque jour vous apporte joie, amour et succès.

À ma partenaire de travail, Lyna, mon binôme, avec qui j'ai partagé les moments de travail et de stress, et qui a été une source de soutien et de motivation.

À ma meilleur amie Amina, mon ange gardien, merci pour ton amour, ta présence et ton soutien.

Dédicace

Du profond de mon cœur je dédie ce travail :

Avant tout je remercie **ALLAH** le très haut de nous avoir donné la force, la volonté et la patience de suivre nos études, réaliser et d'achever ce modeste travail.

A moi-même pour toutes ces fois où j'ai gardé la tête haute, même lorsque le poids était lourd à porter, pour les moments de doute, de fatigue et de solitude traversés en silence. Pour chaque larme essuyée, chaque nuit Blanche endurée et chaque échec transformé en leçon.

A ma famille, elle qui m'a doté d'une éducation digne, son amour a fait de moi ce que je suis aujourd'hui

Particulièrement :

♥A mon très cher grand père « **kaddour** »

Je dédie ce succès à l'âme de mon cher grand-père. J'aurais aimé qu'il puisse partager ce moment avec moi, mais je sais qu'il veille sur moi d'un endroit plus saint. Je me souviendrai toujours de toi et prierai pour ta miséricorde et ton pardon. Cette remise de diplôme est aussi un hommage à ta gentillesse et aux efforts inoubliables que tu as consacrés à mon éducation.

♥A ma très chère mère « **Aïcha** »

La bougie de ma vie, la source d'amour, la chandelle qui m'a allumé le chemin vers la réussite, qui m'a toujours guidée avec ses précieux conseils, ma source de force qui m'a encouragé à aller de l'avant, quoi que je fasse ou que je dis, je ne saurai point te remercier comme il se doit. Merci pour tout ce que vous m'avez donné depuis mon enfance et j'espère que votre bénédiction m'accompagne toujours.

♥A mon très cher papa « **Réda** »

L'épaule solide, l'œil compréhensif et la personne la plus digne et mon estime de mon respect. Tous les jours, vous étiez là pour me protéger, m'éduquer, me guider, je veux vous remercier pour tout ce que vous avez fait pour moi et pour votre présence à mes côtés qui a toujours été me soutenir et m'encourager.

A mon bras droit, mon compagnon de vie, mon cher frère « **Riad** » et à ma chère sœur « **Radina** » ma source de joie et de bonheur. Merci d'être toujours avec moi, que dieu vous garde pour moi. À ma grand-mère « **Houria** » notre source de bonheur, qui m'a soutenu tout au long de mon parcours universitaire. Sans Dieu et ses prières quotidiennes pour moi, je ne serais pas là où je suis aujourd'hui. Que dieu te garde pour nous.

A ma chère tante « **Naima** », Ma grande sœur qui m'a donné de la force et m'a guidé dans toute ma vie

A mes chers oncles « **Fouad** » et « **Halim** » et leurs femmes « **Manel** », « **Massika** » et enfants « **Razane** », « **Liliyane** », « **Serine** », « **Anis** », « **Abderrahmane** ».

♥ ♥ ♥A tous les membres de ma grande famille de près et de loin ♥ ♥ ♥

A mon binôme « **Lyna** » que j'aime et avec qui j'ai partagé le bonheur et le malheur tout au long mon cursus d'études, merci pour tout ce que tu as fait pour la réussite de ce travail.

A mes chères copines, cousine, cousin et collègue avec lesquelles j'ai passé des moments agréables et inoubliables que je ne vais jamais oublier et avec qui j'ai partagé ces dernières années :

Nourhane, Amina, Yasmine, Marwa, Nesrine, Fella, Manel, Maria, Rayane, Ishak, Zenati Que nos liens restent toujours solides et que Dieu nous apporte bonheur et nous aide à réaliser tous nos vœux. Je vous aime énormément

En fin, une pensée sincère à toutes les personnes qui, de près ou de loin, ont croisé mon chemin durant cette aventure, chacun de vous a contribué, d'une manière ou d'une autre, à l'accomplissement de ce projet.

Ce mémoire n'est pas seulement le fruit d'un travail personnel, mais aussi le reflet de tout l'amour, la confiance et l'accompagnement que j'ai reçus

Résumé

Ce mémoire de fin d'études a pour but d'explorer l'effet hypoglycémiant de l'extrait aqueux de *Moringa oleifera* contre le diabète induit par un régime cafétéria chez des rats albinos Wistar. Cette plante est reconnue pour ses multiples propriétés thérapeutiques, notamment ses effets antioxydants, anti-inflammatoires et antibactériens. L'objectif principal de cette étude est d'évaluer les effets hypoglycémiants potentiels de l'extrait aqueux de *Moringa oleifera* administré à différentes doses chez des rats albinos wistar soumis à un régime hypercalorique de 1 mois diabète 30 rats Wistar mâles on étaient repartis en 6 différents lots en bonne santé, présentant un poids initial de 130 ± 30 g, ont été utilisés pour cette étude durant 51 jours, trois d'entre eux ont reçus trois différentes doses d'extrait aqueux de moringa

Les résultats des analyses biochimiques montre que :aucune signification d' ASAT, Les niveaux de l'enzyme ALAT dans le plasma ont également montré une diminution chez les rats traités par l'extrait aqueux (0.028), une diminution de la concentration plasmatique de glucose a été constatée dans les 3 lot traité par l'extrait aqueux de moringa (glycémie), une baisse significative de la Créatinine et une différence significative de trygliciride, Les examens histologiques ont confirmé ces effets en montrant une amélioration visible de la structure des tissus hépatiques et rénaux, avec une réduction de l'inflammation, une meilleure architecture cellulaire.

En conclusion, cette étude suggère que l'extrait aqueux de moringa pourrait avoir des effets bénéfiques sur les paramètres métaboliques et histologiques associés au diabète de type 2, en réduisant le poids corporel et en améliorant les marqueurs de glycémie et de fonction hépatique et rénale chez les modèles animaux étudiés.

Les mots clés : diabète, *moringa oleifera*, régime cafétéria, rat albinos wistar, extrait aqueux

Abstract

The purpose of this thesis is to explore the hypoglycemic effect of *Moringa oleifera* aqueous extract against cafeteria diet-induced diabetes in Wistar albino rats. This plant is known for its multiple therapeutic properties, including its antioxidant, anti-inflammatory, and antibacterial effects. The main objective of this study is to evaluate the potential hypoglycemic effects of *Moringa oleifera* aqueous extract administered at different doses in Wistar albino rats subjected to a high-calorie diet for one month. Thirty male Wistar rats were divided into six different groups, all in good health, with an initial weight of 130 ± 30 g, were used for this study for 51 days. Three of them received three different doses of *Moringa* aqueous extract.

The results of the biochemical analyses showed that: there was no significance in ASAT, ALAT enzyme levels in plasma also showed a decrease in rats treated with the aqueous extract (0.028), a decrease in plasma glucose concentration (glycemia) was observed, a significant decrease in creatinine and a significant difference in triglycerides. Histological examinations confirmed these effects by showing a visible improvement in the structure of liver and kidney tissues, with reduced inflammation and improved cellular architecture.

In conclusion, this study suggests that moringa aqueous extract may have beneficial effects on metabolic and histological parameters associated with type 2 diabetes, reducing body weight and improving markers of blood sugar and liver and kidney function in the animal models studied.

Keywords: diabetes, *moringa oleifera*, cafeteria diet, Wistar albino rat, aqueous extract

ملخص

تهدف هذه الأطروحة النهائية إلى استكشاف التأثير الخافض لسكر الدم لمستخلص مورينغا أوليفيرا المائي على مرض السكري تشتهر هذه النبتة بخصائصها العلاجية المتعددة، لا سيما تأثيراتها Wistar. الناجم عن نظام غذائي كافيتريا في الفئران البيضاء المضادة للأكسدة والالتهابات والبكتيريا. الهدف الرئيسي من هذه الدراسة هو تقييم التأثيرات المحتملة لخفض نسبة السكر في الدم البيضاء التي خضعت لنظام غذائي Wistar عند إعطائه بجرعات مختلفة لفئران *Moringa oleifera* للمستخلص المائي من ذكور إلى 6 مجموعات مختلفة تتمتع بصحة جيدة، بوزن Wistar عالي السرعات الحرارية لمدة شهر واحد. تم تقسيم 30 فئران أولي 130 ± 30 غرام، واستخدمت في هذه الدراسة لمدة 51 يومًا، وتلقى ثلاثة منها ثلاث جرعات مختلفة من المستخلص المائي للمورينغا

في البلازما ALAT ، كما أظهرت مستويات إنزيم ASAT أظهرت نتائج التحاليل الكيميائية الحيوية ما يلي: لا توجد أهمية لـ انخفاضًا لدى الفئران التي عولجت بالمستخلص المائي (0.028)، ولوحظ انخفاض في تركيز الجلوكوز في البلازما (سكر الدم)، وانخفاض كبير في الكرياتينين وفرق كبير في التريغليسيريد. وأكدت الفحوصات النسيجية هذه الآثار من خلال إظهار تحسن واضح في بنية أنسجة الكبد والكلى، مع انخفاض الالتهاب وتحسن البنية الخلوية. في الختام، تشير هذه الدراسة إلى أن المستخلص المائي من المورينغا قد يكون له آثار مفيدة على المعلمات الأيضية والنسجية المرتبطة بداء السكري من النوع 2، من خلال تقليل وزن الجسم وتحسين مؤشرات نسبة السكر في الدم ووظائف الكبد والكلى في النماذج الحيوانية التي تمت دراستها.

الكلمات المفتاحية: السكري، المورينغا أوليفيرا، نظام غذائي متنوع، الفئران البيضاء من سلالة ويستار، مستخلص مائي

Table des matières

Table des matières

Résumé	
Abstract	
ملخص	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Liste des Abbreviations	
Introduction.....	1

Chapitre I: Rappels bibliographiques

I.1. Diabète sucré	3
I.1.1. Définition du diabète	3
I.1.2. Critères de diagnostic de diabète	3
I.1.3. Epidémiologie du diabète.....	3
I.1.4. Classification du diabète (les types)	4
I.1.5. Complications du diabète.....	4
I.1.6. Facteurs de risque du diabète type 2.....	5
I.1.7. Traitement du diabète.....	5
I.1.7.1. Traitement médicamenteux.....	5
I.1.7.2. Traitement naturel.....	6
I.1.8. Effet du diabète de type 2 sur le foie.....	6
I.1.9. Effet du diabète de type 2 sur les reins.....	6
I.2. La phytothérapie	6
I.2.1. Définition.....	6
I.2.2. Les plantes médicinales	7
I.3. Généralité sur le <i>Moringa oleifera</i>	7
I.3.1. Définition et origine du <i>Moringa oleifera</i>	7

I.3. 2. Classification systématique de <i>Moringa oleifera</i>	8
I.3.3. Description botanique	8
I.3.4. Composition chimique de feuille de <i>Moringa oleifera</i>	11
I.3. 5. Utilisation du <i>Moringa oleifera</i>	11
I.3. 6. Autres utilisations	12
I.3. 7. Activité biologique de <i>Moringa oleifera</i>	12
I.3. 8. Toxicité du <i>moringa oleifera</i>	13

Chapitre II : Matériel et Méthodes

Objectifs	15
Lieux et durées du stage	15
II.1. Matériel.....	15
II.1.1. Matériel non biologique	15
II.1.2. Matériel biologique	16
II.2. Méthodes.....	16
II.2.1. Induction de diabète.....	16
II.2.2. Mesure du poids des rats	17
II.2.3. Mesure de la glycémie des rats	17
II.2.4. Préparation de l'extrait aqueux du <i>Moringa oleifera</i>	18
II.2.5. Préparation de la solution de Glimépiride	18
II.2.6. Répartition et traitement	19
II.2.7. Traitement par Glimépiride	20
II.2.8. Traitement par extrait aqueux de Moringa	20
II.2.9. Sacrifice, dissection et prélèvement du sang et des organes	21
II.2.10. Étude des coupes histologiques.....	21
II.2.11. Dosage des paramètres biochimiques.....	22
III.2.12. Étude statistique.....	24

Chapitre III : Résultats et Discussion

III.1. Résultats.....	27
III.1.1. Résultats de l'évolution pondérale.....	27
III.1.2. Teneurs plasmatique en glycémie.....	28
III.1.3. Résultats des analyses biochimiques.....	31
III.1.4. Résultats de poids relatifs des organes.....	34
III.1.5. Résultats des coupes histologiques	36
III.1.6. Résultats des moyennes des trois lots traités par l'extrait aqueux	40
Conclusion et perspectives	
Références bibliographiques.....	
Annexes.....	

Liste des figures

Figure	Description	N°
Figure 01	Zones au monde où pousse la plante <i>Moringa oleifera</i>	08
Figure 02	L'arbre de <i>Moringa oleifera</i>	09
Figure 03	Les feuilles de <i>Moringa oleifera</i>	10
Figure 04	La gousse de <i>Moringa oleifera</i>	11
Figure 05	Les fleurs du <i>Moringa oleifera</i>	11
Figure 06	Les grains de <i>Moringa oleifera</i>	12
Figure 07	Des rats Wistar en cages	16
Figure 08	Les feuilles du Moringa	16
Figure 09	Mesure du poids des rats	17
Figure 10	Prise de la glycémie	18
Figure 11	Solution de l'extrait aqueux du Moringa	18
Figure 12	Solution de Glimépiride	19
Figure 13	Technique de gavage gastrique de Glimépiride	20
Figure 14	Technique de gavage gastrique de l'extrait aqueux	20
Figure 15	Schéma récapitulatif du protocole expérimental	25
Figure 16	L'évolution pondérale des rats pendant la phase adaptation, la phase d'induction du diabète et au cours du traitement	27
Figure 17	Courbe représente le taux de glycémie en (mg/dl) de lot 1 de rats pendant les 51 jours.	29
Figure 18	Courbe représente le taux de glycémie en (mg/dl) de lot 2 de rats pendant les 51 jours.	30
Figure 19	. Courbe représente le taux de glycémie en (mg/dl) de lot 3 de rats pendant les 51 jours	31
Figure 20	Résultats du poids relatif de foie chez les 6 lots.	34
Figure 21	Poids relatif des organes de reins chez les six lots des rats	35
Figure 22	Les coupes histologiques du tissu hépatique des rats sous microscope optique (Coloration HE, Gr X40).	36
Figure 23	les coupes histologiques du tissu rénal des rattes sous microscope optique (Coloration HE, Gr X40)	38

Liste des tableaux

Tableau	Description	N°
Tableau 1	Les critères diagnostique du diabète	03
Tableau 2	Classification de <i>Moringa oleifera</i>	08
Tableau 3	Comparaison entre les paramètres biochimique entre les lots Lot 1 Vs Lot 2	32
Tableau 4	Comparaison entre les paramètres biochimique entre les lots Lot 1 Vs Lot 3	32
Tableau 5	Tableau récapitulatif des paramètres biochimiques	33
Tableau 6	Taux de glycémie dans chaque lot	40
Tableau 7	Comparaison de la moyenne des taux de glycémie dans chaque lot	40
Tableau 8	Comparaison entre les lots	41

Liste des abréviations

ALT : Alanine Amino-transférase

AST : d'aspartate Amino-transférase

DM : Diabète mellitus

DL50 : Dose létale 50

DPPH :2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl

GDM : Gestationnel Diabètes Mellitus

GOD : glucose oxydase

HbA1c : Hémoglobine A1c (gluée)

HE : Hématoxyline-éosine

HgCl₂ : Chlorure de mercure(II)

H₂O₂ : Le peroxyde d'hydrogène

IPA : l'Institut Pasteur d'Algérie

LDH : Lactate Déshydrogénase

MO : Moringa Oleifera

MDH : Malate Dehydrogenase

NAFLD : maladie du foie gras non liée l'alcool

NADH : Nicotinamide Adénine Di-nucléotide

OMS : L'Organisation mondiale de la santé

ONG : organisations non gouvernementale

POD : peroxydase

SNV : science de la nature et de vie

T1DM : Type 1 Diabètes Mellitus

T2DM : Type 2 Diabète mellitus

INTRODUCTION

Introduction

Le diabète sucré est une pathologie qui se manifeste lorsque l'organisme n'arrive pas à contrôler correctement le taux de glucose dans le sang, ce qui entraîne souvent une production excessive d'urine. Ce trouble est dû à une production insuffisante d'insuline ou d'une mauvaise utilisation de cette hormone par le corps (**Suryasa et al., 2021**). Il existe 3 types de diabète sucré : type 1, d'origine auto-immune, touche surtout les jeunes ; type 2, le plus commun, est lié à une résistance ou à un déficit en insuline ; le diabète gestationnel se développe pendant la grossesse (**Alam et al., 2021**). L'Organisation mondiale de la santé (OMS) a récemment fait état d'une augmentation globale de 125 % de la prévalence du diabète sucré dans le monde. Le diabète touche aujourd'hui environ 425 millions de personnes, soit environ 8,8 % des adultes âgés de 20 à 79 ans, selon l'Atlas du diabète le plus récent, la 8e édition (**Rais et al., 2022**). D'après des recherches épidémiologiques menées en Algérie, la prévalence du diabète est entre 8 et 12 et il figure parmi les premières causes de mortalité (**Chami et al., 2015**). Actuellement les patients souffrant de diabète reçoivent principalement des traitements à base de médicaments oraux et d'injections d'insuline. Cependant, une utilisation prolongée de ces thérapies peut entraîner des effets indésirables significatifs. Il est donc essentiel de mettre au point des traitements antidiabétiques naturels qui comportent moins d'effets secondaires nocifs (**Hong et al., 2023**).

Les plantes médicinales et la phytothérapie occupent un rôle central dans la découverte et la création de nouveaux traitements. Elles possèdent de nombreuses propriétés thérapeutiques grâce à la richesse de leurs substances actives, comme les alcaloïdes, les flavonoïdes, les tanins, les coumarines, les saponosides ou encore les huiles essentielles.

Selon l'Organisation Mondiale de la Santé, sur moyenne, 80 % de la population mondiale utilise les plantes médicinales pour se faire plaisir avec ses besoins de santé de base, indiquant l'importance de la phytothérapie - une science fondée sur l'utilisation des plantes pour guérir (**Shay et al., 2015 ; Abdallah Ali Mahmoud, I. 2019**).

En Algérie, comme dans l'ensemble des pays du Maghreb en voie de développements, le recours à la médecine traditionnelle est très répandu (**Daira, 2016**). Grâce à ses vastes étendues forestières et ses zones de pâturage, l'Algérie possède une richesse importante de plantes médicinales, une grande diversité de ces derniers restent encore peu étudiées et ils sont utilisées de manière traditionnelle et artisanale. L'intégration de ces plantes médicinales et aromatiques dans les secteurs pharmaceutique et agroalimentaire demeure encore largement inexplorée (**Miara et al., 2013**). Par ailleurs, plusieurs traitements à base de plantes sont traditionnellement recommandés pour la prise en charge du diabète sucré (**Daira, 2016**).

Moringa oleifera est un arbre originaire d'Inde cultivé aussi en Afrique, en Asie et en Amérique latine. On l'appelle parfois « arbre miracle » ou « arbre de vie » à cause de sa valeur nutritionnelle, et de ses nombreuses propriétés médicinales. Toutes les parties de l'arbre (feuilles, graine, racines, fleurs) sont employées en phytothérapie pour leur effet antioxydants, anti-inflammatoires, antibactériens, antidiabétiques (**Leone et al., 2015**).

Cette plante est apparue pour la première fois en Algérie à la débute du XXe siècle ; aujourd'hui, elle est largement cultivée dans le Sahara algérien. (**Boulal et al., 2021**)

L'objectif de cette étude est d'évaluer les effets potentiels hypoglycémisants de l'extrait aqueux du « *Moringa oleifera* » chez des rats « Wistar » soumis à un régime hypercalorique induisant le diabète.

Pour atteindre les objectifs de cette étude, notre démarche s'articule autour de trois chapitres :

- Le premier chapitre qui va aborder l'étude bibliographique portant sur des généralités sur diabète, la phytothérapie et les plantes médicinales, avec un focus particulier sur les généralités concernant *Moringa oleifera*,.
- Le deuxième chapitre présente de manière détaillée les matériaux utilisés ainsi que les méthodes expérimentales mises en œuvre tout au long de l'étude ainsi que le protocole suivis lors de cette étude.
- Le dernier chapitre est consacré à l'ensemble des résultats obtenus, avec la discussion des données expérimentales, suivis d'une conclusion des résultats suivis des perspectives ouvrant la voie à de futurs travaux

CHAPITRE I
Synthèse bibliographique

I.1. Diabète sucré

I.1.1 Définition du diabète

Le diabète sucré ou mellitus (DM) (**Mamed et al., 2020**), est une maladie métabolique chronique caractérisées par une hyperglycémie résultant d'une carence absolue ou relative en insuline, dans le cadre d'un dysfonctionnement des cellules β , d'une résistance à l'insuline ou des deux (**Cole et Florez., 2020**). Le DM est également caractérisé par une morbidité élevée à cause d'une diversité de complications, telles que la rétinopathie, la néphropathie, la neuropathie et les maladies cardiovasculaires (**Verhulst et al., 2019**).

I.1.2. Les critères de diagnostic de diabète

Le diagnostic du diabète de type 2 repose sur la glycémie et le taux d'hémoglobine glyquée (HbA1c).

Tableau I : Les critères diagnostique du diabète (Azeez, 2024, Kucharska, 2013).

Test de diagnostic	Valeur seuil
Glycémie plasmatique à jeun	≥ 7.0 mmol/L (126 mg/dL)
Glycémie postprandiale sur 2 heures	≥ 11.1 mmol/L (200 mg/dL)
HbA1c	$\geq 6.5\%$
Glycémie plasmatique aléatoire	≥ 11.1 mmol/L (200 mg/dL)
Glycémie à jeun altérée	≥ 6.1 mmol/L (110 mg/dL) and < 7.0 mmol/L (126 mg/dL)
intolérance au glucose	≥ 7.8 mmol/L (140 mg/dL) and < 11.1 mmol/L (200 mg/dL)

I.1.3. Epidémiologie du diabète

Selon **Whiting et al. (2011)**, le diabète est responsable de la mortalité de 3 à 4 millions d'individus chaque année à l'échelle mondiale. D'après les statistiques de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), on comptait 150 millions de personnes atteintes de diabète en 2000, 366 millions en 2010 et 382 millions en 2013, un nombre qui devrait atteindre 552 millions d'ici à 2030.

Tout comme dans d'autres nations, en Algérie, l'augmentation constante de la prévalence du diabète touche maintenant 14,4% de la population âgée de 18 à 69 ans, ce qui correspond à environ 4 millions de personnes atteintes de diabète en 2018(**Belhadj et al., 2019**). La comparaison des taux de

prévalence entre les études diverses menées en Algérie sur la population totale démontre une augmentation sans cesse du diabète. Au Alger, les statistiques de ces dernières années indiquent une révolution : 2,1% à Alger en 1985, 7,1% à l'ouest en 1994, 8,6% à l'est, 11,8% en 2004 et finalement 12,3% en 2005. Cela démontre que l'incidence du diabète en Algérie a avancé continuellement au cours de ces dernières années (**Mehenni et al., 2022**).

Ces travaux indiquent une variation de prévalence, avec un écart compris entre 2,1% et 12,3%.

I.1.4. La classification

Selon l'organisation mondiale de la santé (OMS), le diabète peut être classé selon les catégories suivantes :

I.1.4.1 Diabète type 1

Le diabète sucré de type 1 (T1DM) est une maladie chronique caractérisée par une absence de sécrétion d'insuline due à la destruction des cellules β pancréatiques, généralement d'origine auto-immune. Bien que les mécanismes immunitaires et cellulaires soient bien établis, les causes exactes restent encore mal comprises. Cette forme de diabète survient principalement chez les enfants et jeunes adultes, bien qu'elle puisse apparaître à tout âge. On observe également une augmentation de l'incidence et une baisse de l'âge au diagnostic au fil du temps (**Ilonen et al., 2019**).

I.1.4.2. Diabète type 2

Le diabète de type 2 (T2DM) est un trouble métabolique très répandu, causé par une sécrétion insuffisante d'insuline et une résistance des tissus à son action. Un dérèglement des mécanismes qui régulent la production et l'action de cette hormone conduit à un déséquilibre métabolique, favorisant l'apparition de la maladie (**Galicia-Garcia et al., 2020**).

I.1.4.3. Diabète gestationnel

Le diabète gestationnel (GDM) est une intolérance au glucose diagnostiquée pour la première fois pendant la grossesse, affectant entre 9 et 25 % des femmes enceintes, selon les critères et les populations étudiées. Il résulte d'un défaut d'adaptation des cellules β pancréatiques, incapables de compenser l'augmentation de la résistance à l'insuline induite par les hormones placentaires, entraînant ainsi une hyperglycémie caractéristique du GDM (**Alejandro et al., 2020**).

I.1.5. Complications du diabète

I.1.5.1. Complication aiguë

Elles peuvent se produire (présentant un malaise pouvant conduire au coma), en cas de variations trop importantes du taux de sucre dans le sang, soit parce que le niveau de sucre est trop élevé (hyperglycémie), soit parce qu'il est trop bas en raison du traitement (hypoglycémie) (**Amara et Benghanem., 2012**).

I.1.5.2. Complication chronique

Les complications chroniques du diabète se divisent en deux grandes catégories :

Les complications macrovasculaires, telles que les maladies coronariennes, les artériopathies périphériques et les accidents vasculaires cérébraux. Les complications microvasculaires, comprenant la néphropathie, la neuropathie et la rétinopathie diabétiques. Ces dernières résultent de modifications structurelles de la micro vascularisation, notamment un épaississement de la membrane basale et une synthèse accrue des protéines de la matrice extracellulaire, signes typiques de la microangiopathie diabétique (**Kebir, 2018**).

I.1.6. Facteurs de risque

Selon **Diab et Sahli (2021)**, l'augmentation du nombre de facteurs présents accroît le risque de développer un diabète.

-âge : à un rôle déterminant : l'incidence est supérieure chez les adultes de 40 à 59 ans, en raison d'une diminution de production d'insuline et d'une résistance accrue à l'hormone chez les sujets âgés (**Abla et Ferdi, 2016**).

- génétique : La plupart des patients ont un parent diabétique de type 2 : 20 % de leurs proches de premier degré développeront un problème de régulation du glucose dans leur vie (**Rigalleau et al., 2007**).

I.1.7. Traitement du diabète

I.1.7.1 Traitement médicamenteux

L'utilisation de médicaments hypoglycémisants devient nécessaire lorsque les mesures hygiéno-diététiques, telles que le régime alimentaire et l'activité physique, s'avèrent insuffisantes. Le traitement peut débuter par un médicament oral, utilisé seul ou en association avec d'autres agents qui possède les mêmes effets thérapeutiques. Si cette approche ne permet pas de contrôler efficacement l'hyperglycémie, le recours à l'insulinothérapie devient alors indispensable (**Vincent et al., 2001 ; Coudreau, 2009**).

I.1.7.2. Traitement naturel

Les plantes médicinales représentent une approche efficace en médecine alternative et complémentaire, avec un rôle important dans le traitement de plusieurs maladies. Certaines plantes médicinales peuvent être exploitées soit dans leur intégralité, soit pour des parties spécifiques présentant un intérêt thérapeutique. L'utilisation continue des extraits de plantes par l'humanité témoigne de leur efficacité dans le traitement du diabète, comme en attestent les savoirs issus des systèmes de médecine traditionnelle. Ces extraits sont tellement riches en photocomposés variés, notamment en métabolites primaires et secondaires, ce qui confère aux traitements d'origine végétale une valeur thérapeutique significative dans la prise en charge de nombreuses pathologies (**Anshika et al., 2022**).

I.1.8. Effet du diabète de type 2 sur le foie

Le foie, organe clé du métabolisme glucidique et lipidique, joue un rôle central dans le maintien de l'homéostasie métabolique. Chez les personnes atteintes de diabète de type 2, il est souvent touché par la stéatose hépatique non alcoolique (NAFLD), caractérisée par une accumulation de graisses dans les cellules hépatiques. Cette condition perturbe la signalisation de l'insuline, renforçant la résistance insulinaire. L'obésité, l'excès d'acides gras libres et une résistance à l'insuline préexistante sont les principaux facteurs impliqués dans son développement (**Daryabor et al., 2020**).

I.1.9. Effet du diabète de type 2 sur les reins :

L'hyperglycémie chronique conduit à la néphropathie diabétique, entraînant une hyper filtration glomérulaire et une hypertrophie rénale. Au fil du temps, le rein laisse échapper davantage d'albumine (qui est toxique pour les segments distaux du néphron). Initialement plus élevée, la filtration glomérulaire diminue (**Fougère, 2020**).

I.2. Phytothérapie

I.2. Définition

Le terme « phytothérapie » vient étymologiquement de deux origines grecques : phuton et therapeia, qui se traduisent par « plante » et « guérison ». Il s'agit d'un type de thérapie fondée sur les qualités curatives des plantes et des composés végétaux pour la guérison et la prévention des maladies, ou pour assurer le bien-être. La phytothérapie permet à la fois détriter le terrain du malade et les symptômes de sa maladie. Le patient est gardé à l'œil global afin de voir pour quoi il ressent ses symptômes et les évite (**Nelly, 2013**).

I.2.1 plantes médicinales

Les plantes médicinales jouent un rôle crucial dans la recherche pharmacologique et la fabrication de médicaments, non seulement lorsqu'elles sont employées directement comme traitement, mais également comme ressource première pour la synthèse de médicaments ou en tant que référence pour les composés ayant une activité pharmacologique(Ameenah,2006).

I.3. Généralité sur la Moringa

I.3.1. Définition et origine du *Moringa oleifera*

La plante *Moringa Oleifera* est considérée comme l'un des arbres les plus utiles au monde, elle possède de nombreuses propriétés intéressantes qui lui confèrent un grand intérêt scientifique, elle est décrite comme l'arbre miracle, l'arbre de vie, et le don de Dieu à l'homme (Ijarotomi et al., 2013). Le *Moringa oleifera* est une espèce de plante originaire d'Inde, où la population la connaît déjà bien. On le trouve principalement dans les régions subtropicales et tropicales (voir Fig. 1). En Afrique, cet arbre tropical, jusqu'alors peu connu, a gagné en popularité au cours de la dernière décennie et est devenu une ressource alimentaire et économique prometteuse pour les pays du Sud (Atakpama et al., 2014).



Figure 1: Zones au monde où pousse la plante *Moringa oleifera* (Trees For Life, 2013)

I.3.2. Classification systématique de *Moringa Oleifera*

La classification de *Moringa oleifera* est présentée dans le tableau2. *Moringa oleifera* appartient à la famille mono générique des arbustes et arbres des Moringaceae qui comprend environ 13 espèces, dont la plus connue et répandue est l'espèce MO (Chukwuebuka, 2015).

Tableau II : Classification de *Moringa oleifera* (Bichi, 2013).

<i>Regne</i>	<i>Végétal</i>
<i>Sous règne</i>	<i>Angiospermes</i>
<i>Division</i>	<i>Dicotylédones</i>
<i>Classe</i>	<i>Rosacées</i>
<i>Ordre</i>	<i>Brassicale</i>
<i>Famille</i>	<i>Morinfaceaes</i>
<i>Genre</i>	<i>Moringa</i>
<i>Espèce</i>	<i>Moringa oleifera</i>

I.3. Description botanique

a. l'arbre

Le Moringa est une plante qui se développe rapidement et peut, une fois mature, atteindre une hauteur de 10 à 15 m et un diamètre pouvant aller jusqu'à 3 mètres (Agroconsult, 2016). Avec une couronne ouverte semblable à un parapluie, un tronc droit dont le diamètre varie de 20 à 40 cm, parfois très peu développé, cet arbre atteint généralement entre 1,5 et 2 mètres, bien qu'il puisse exceptionnellement grimper jusqu'à 3 mètres avant de se diviser en branches. (voire Fig. 2).



Figure 02 : Arbre de *Moringa oleifera* (photo originale).

b. les feuilles

Ils sont à la fois alternés et bipennés ou tripennés, se développant principalement dans la section terminale des branches. Elles peuvent atteindre une longueur de 20 à 70 cm et sont couvertes d'une fine pelisse grise lorsqu'elles sont encore jeunes. Ils possèdent un long pétiole portant 8 à 10 paires de pennes, chacune constituée de deux paires de folioles opposées ainsi qu'une à l'apex (**Laleye et al., 2015**)



Figure 03 : les feuilles de *Moringa oleifera* (photo originale).

c. Les fruits

Les fruits sont des gousses à trois lobes vert sombre qui se deviennent un marron clair ou brun à maturité, mesurant entre 20 et 60 cm de longueur. Les gousses comportent chacune entre 12 et 35 graines. Ils présentent des constriction intermédiaires entre les graines qui s'ouvrent en trois segments et sont libérés à leur sur-maturité par déhiscence. (**Louni, 2009 ; Boukandoul, 2017**)



Figure 04 : La gousse de *Moringa oleifera* (photo originale).

d. Les fleurs

Les fleurs ont une largeur de 2,5 cm. et se présentent sous forme de panicules axillaires et tombantes de 10 à 25 cm. Elles sont généralement abondantes et diffusent une odeur agréable. Elles sont de couleur blanches ou couleur crème, avec des points jaunes à la base (**voir fig.3**) (**Hêdji et al., 2014**).



Figure 05 : les fleurs du *Moringa oleifera* (Costa, 2018)

e. Les graines

Les graines de MO se localisent dans des gousses, elles sont de forme rondes (12–35 cm de long) avec une coque semi-perméable brunâtre. (**Amjad et al., 2015**). La coque présente trois ailes latérales blanches qui s'étendent de la base au sommet à 120 degrés d'intervalle, sont de 2 à 2,5 cm de long, de 0,4 à 0,7 cm de large (**Hêdji et al., 2014**).



Figure 06 : Les graines de *Moringa oleifera* (photo originale).

I.3.Composition chimique de feuille de *Moringa oleifera*

La composition chimique du *moringa oleifera* est affectant par la nature du sol, les nombreuses conditions climatiques et les modalités de sa culture (**Odjegba et al., 2013**). Les feuilles de Moringa présentent une valeur nutritive exprime une richesse rarement observée. En effet, les feuilles contiennent une forte concentration de vitamines, de protéines, de certains minéraux, et aussi elle possède les acides aminés et les acides gras essentiels (**Osman et al., 2012**). Les feuilles renferment divers pigments flavonoïdiques tels que le kaempférol, le rhamnétine, l'isoquercitrine et le kaempféritrine. Elles sont également riches en acide ascorbique, en flavonoïdes, en composés phénoliques, en caroténoïdes, ainsi qu'en phosphore et en riboflavine (**Laleye et al., 2015**).

I.3. Utilisation de moringa :

➤ Usage médicamenteux

Selon **Bagari et al., (2023)**, le *Moringa oleifera* est utilisé dans le traitement de plusieurs maladies, comme les pathologies hépatiques, les calculs rénaux, le diabète et la constipation, en raison de ses propriétés anti-oxydantes qui contribuent à la neutralisation des radicaux libres. Les extraits végétaux sont employés dans le traitement des affections cardiaques, de l'asthme, de la bronchite ainsi que des troubles hépatiques. Il est utilisé dans la lutte contre les infections dues aux bactéries, des virus et des champignons, les inflammations, les maladies du cœur, le cancer et les douleurs articulaires (**Jaglan et al., 2024**).

➤ Applications industrielles et technologiques

Le MO est également essentiel dans la purification de l'eau, notamment dans l'élimination des métaux lourds, ce qui en fait un ingrédient important pour les sociétés qui souffrent d'un manque d'eau potable. Il est utilisé à des fins d'extraction d'huile ainsi que pour la production de nanomatériaux avec des propriétés antimicrobiennes et anti-oxydantes. La plante est utilisée pour la fabrication de biocarburants performants, afin de diminuer les émissions de carbone (Simoes et al., 2025)

➤ Applications nutritionnelles et alimentaires

Le *Moringa oleifera* est ajouté à divers nourritures telles que le chocolat, les biscuits et les yaourts pour accroître leur valeur fonctionnelle et nutritionnelle (Chaudhari et al., 2023). Ses fleurs, graines et feuilles sont douces et font partie des nutriments incontournables, rendant en l'être un aliment de base dans la maximisation de l'alimentation (Jaglan et al., 2024).

I.3. Autres utilisations

Nous utilisons le Moringa dans l'industrie cosmétique, notamment pour les huiles, les crèmes et les parfums (Mulugeta et al., 2014). En outre, elles peuvent encore être utilisées comme engrais pour stimuler la croissance des plantes et des arbres (Gnangle et al., 2013).

I.3. Activité biologique de *Moringa oleifera*

a- Activité antidiabétique

Il est difficile à guérir le diabète sans effets secondaires sur les milieux médicaux, il existe donc un besoin croissant de recourir à des produits naturels et botaniques aux propriétés antidiabétiques, offrant une alternative thérapeutique efficace avec moins d'effets secondaires. (Gupta et al., 2012) l'extrait aqueux du *Moringa oleifera* possède une activité hypoglycémique dose-dépendante significative chez les rats diabétiques. (Edoga et al., 2013). La recherche de (Kumari, 2010) a confirmé l'efficacité des actions hypoglycémiantes dans des patients diabétiques de type II.

b- Activité antioxydante

L'activité anti-oxydante de l'espèce *Moringa oleifera* a été démontrée in vitro et in vivo. Elle est due à la richesse de l'espèce en polyphénols qui stabilisent les radicaux libres en donnant ou en recevant des électrons (Abd Rani, 2018). (Ndhlala et al., 2014) ont indiqué que l'extrait des feuilles de Moringa présente une puissance cinq fois plus grande que celle de l'acide ascorbique dans la réduction du radical DPPH. Une autre étude a également montré que les extraits éthanoliques de feuilles et d'huile de graines de MO présentent des activités hépato et néphroprotectrices contre le HgCl₂, l'acétaminophène, l'arsenic et les rayonnements gamma (Abarikwu et al., 2017).

c-Activité anticancéreuse

L'extrait soluble d'eau distillée froide (4 ° C ; concentration 300 µg / ml) de la plante *moringa oleifera* fortement provoquée l'apoptose, freiner la croissance des cellules tumorales et réduit le niveau des espèces réactives internes d'oxygène dans les cellules cancéreuses pulmonaires humain ainsi que d'autres divers types de cellules cancéreuses, **(Jung, 2014)**. Aussi selon **(Jung et al.,2015)** L'administration orale de l'extrait de *M. oleifera* inhibe considérablement la multiplication des cellules cancéreuses mieux que les méthodes d'administration parentérale.

I.3.La toxicité du *moringa oleifera*

Les études sur la toxicité orale aiguë et subaiguë effectuées par **(Adedapo et al., 2009)** indiquent que l'extrait aqueux de *M. oleifera* n'a présenté aucun signe de toxicité en termes de paramètres biochimiques et hématologiques chez les rats. **(Kasolo et al., 2011)** ont effectué le test de La toxicité orale aiguë a été évaluée en utilisant les extraits aqueux et éthanolique de racines de *Moringa oleifera*, et la dose létale médiane (DL50) de l'extrait aqueux a été déterminée à 15,9 mg/kg, tandis que celle de l'extrait éthanolique a été fixée à 17,8 mg/kg. Toutefois, l'étude menée par **(Ravichandran et al., 2009)** a démontré que l'extrait méthanolique provenant des racines de cette même plante a causé des dommages aux reins et au foie des porcs d'Inde.

CHAPITRE II

Matériel et Méthodes

Objectif

L'objectif de cette étude est d'évaluer les effets potentiels hypoglycémisants de l'extrait aqueux de « *Moringa oleifera* » chez des rats albinos « Wistar » soumis à un régime hypercalorique. L'effet dose de l'extrait aqueux de la Moringa par des différentes doses sur les rats. En outre des analyses biochimiques ainsi que des coupes histologiques des tissus hépatiques et rénaux ont été effectuées.

Lieux et durées du stage

Cette expérimentation s'est déroulée à partir de Décembre au mois de Mai 2025 dans plusieurs endroits différents, aux niveaux :

- De la station expérimentale de la faculté de science et de la nature de l'Université de Blida (USDB1) pour l'adaptation et le traitement des rats fournis par l'institut pasteur de Kouba Alger
- Du laboratoire de taxonomie de la faculté de SNV, pour le sacrifice et la dissection.
- D'un laboratoire privée pour effectuer les analyses biochimiques.
- Du service d'anatomie-pathologique de l'hôpital de Koléa, Tipaza ; ou les coupes histologiques des tissus hépatique et rénales ont été effectuées.

II.1. Matériel

II.1.1. Matériel non biologique

Dans le cadre de notre recherche expérimentale nous avons utilisé le matériel disponible au sein des laboratoires et quelques appareils ont été mis à notre disposition par la faculté. Comme précise dans l'**Annexe 1**.

- Appareillages, accessoires de palliase.
- Les instruments biochimiques de laboratoire : Réactifs et solutions.
- Nous avons également utilisé les produits suivants : Dextrose, Glimépiride 1 mg, alcool, chloroforme et formol à 10%.

II.1.2 Matériel biologique

Matériel animal :

Pour cette expérience, on a utilisé un modèle animal constitué de 30 rats Wistar mâles en bonne santé (**annex2**), ayant un poids initial de 150 ± 10 g et provenant de l'animalerie de l'Institut Pasteur d'Algérie (IPA). Les animaux ont été hébergés dans des cages en verre et en plastique, avec des couvercles en acier inoxydable. Les rats ont été acclimatés pendant une période de 20 jours, bénéficiant d'un libre accès à l'eau et à une nourriture standard destinée aux rongeurs. L'élevage s'est effectué dans des conditions environnementales normalisées, avec une température tenue à $20 \pm 8^\circ\text{C}$, un taux d'humidité de 60%, et un cycle jour-nuit de 12 heures.

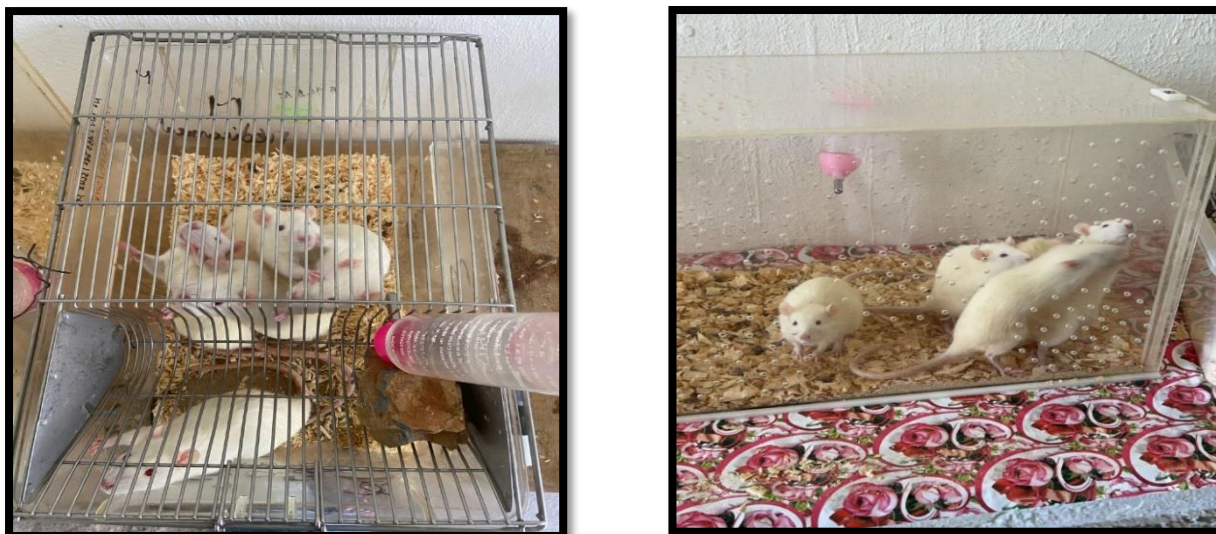


Figure 07 : Des rats Wistar en cages (Photo originale).

Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé dans cette étude est constitué des feuilles sèches de *Moringa oleifera*. Ces feuilles ont été fournies par Monsieur Bou Mehdi, garantissant ainsi leur origine fiable et contrôlée. Avant leur utilisation, les feuilles ont été soigneusement séchées à l'air libre, à l'abri de la lumière directe du soleil, afin de préserver au mieux leurs principes actifs, notamment les polyphénols, flavonoïdes, vitamines et minéraux. Une fois sèches, elles ont été broyées jusqu'à l'obtention d'une poudre fine, facilitant leur utilisation dans les préparations.



Figure 08 : les feuilles de Moringa (Photo originale)

II.2 Méthodes

II.2.1 Induction du diabète

Nous avons provoqué du diabète de type 2 chez des rats Wistar en leur administrant un régime café irienne(**annex2**) riche en calories comprenant : des gaufrette, chocolat, zalabia, des biscuite au chocolat (**Vanzela et al.,2010**). Le régime riche en calories comprenait :

Glucides : environ 45 à 60% de l'apport calorique global.

Protéines : environ 15-30% de la consommation totale de calories.

Lipides : environ 20-35% de l'apport total en calories.

Ce régime a été suivi pendant une durée de 30 jours pour les rats, avec l'administration de dextrose dilué dans l'eau par gavage chez ces derniers.

II.2.2. Mesure du poids des rats

Durant toute la période de l'expérimentation, nous avons pesé les rongeurs chaque jour en utilisant une balance électrique.



Figure 09 : Mesure du poids des rats (photo originale).

II.2.3. Mesure de la glycémie des rats

La glycémie a été mesurée, avant et durant le traitement chaque semaine et la dernière mesure au jour du sacrifice. La mesure est basée sur la mise de quelques gouttes du sang prélevé de la partie caudale sur des bandelettes fixées sur un glucomètre pour déterminer la glycémie du rat (**Begbin, E et al.,2021**)



Figure 10 : Prise de la glycémie (Photo originale)

II.2.4 Préparation de l'extrait aqueux du moringa

Les extraits aqueux ont été préparés tous les trois jours pendant la période de traitement. L'extrait aqueux a nécessité deux doses : 10 g de feuille sécher macérés dans 100 ml d'eau distillée froide, et 20 g de feuille sécher macérés aussi dans 100 ml d'eau distillée froide. Après une macération de 72 heures, laissés macérés à température ambiante et à l'obscurité avec agitation de 1 à 2 min pendant les 72h (**Okoduwa et al., 2016**), les extraits ont été filtrés à travers une passoire et un papier filtre. Les extraits aqueux obtenus ont été conservés dans des bocaux en verre et des bouteilles en verre, couverts de papier aluminium.



Figure11 : solution de l'extrait aqueux du Moringa (photo originale).

II.2.5. Préparation de la solution du glimépiride

Pour préparer la solution d'un médicament de référence : « Glimépiride » (**annex2**), le comprimé de 1 mg a été mis et soigneusement broyé dans un mortier à l'aide d'un pilon jusqu'à obtenir une poudre fine. Par la suite, cette poudre a été transférée dans un bécher, où de l'eau distillée a été ajoutée

progressivement jusqu'à atteindre un volume total de 10 ml. La solution a été agitée vigoureusement pour assurer une dissolution complète par un agitateur.



Figure 12 : Solution de Glimépiride (photo originale).

II.2.6 Répartition et traitement

La période du traitement était de 51 jours, Les rats expérimentales ont été réparti en 6 lots, chaque lot contient 5 rats, voici la répartition :

- Lot 1 (5 RATS) : malade diabétique qui reçoivent quotidiennement par gavage gastrique 4ml de l'extrait aqueux de la plante moringa oleifera (10 g de feuille) par jour pendant 51 jours.
- Lot 2 (5 RATS) : malade diabétique qui reçoivent quotidiennement par gavage gastrique 2 ml de l'extrait aqueux de la plante moringa oleifera (10g de feuille) par jour pendant 51 jours.
- Lot 3 (5 RATS) : malade diabétique qui reçoivent quotidiennement par gavage gastrique 4 ml de l'extrait aqueux de la plante moringa oleifera (20g de feuille) par jour pendant 51 jours.
- Lot 4(5 RATS) : malade diabétique qui reçoivent quotidiennement par gavage gastrique 4ml de glimépiride par jour pendant 51 jours.
- Lot 5 (5 RATS) : diabétique témoin qui reçoivent quotidiennement par gavage gastrique 4 ml de l'eau distillée par jour pendant 51 jours.
- Lot 6 (5 RATS) : non diabétique (sain) témoin qui reçoivent par gavage gastrique 4 ml de l'eau distillée par jour pendant 51 jours.

III.2.7. Traitement par le Glimépiride

Les rats diabétiques du lot 04 ont été traités par un gavage gastrique avec le glimépiride qui est un antidiabétique oral de la famille des sulfamides hypoglycémiant(sulfonulyrées). Les rats ont reçu une dose de 4000 mg/kg (4 ml/jour).



Figure13 : Technique de gavage gastrique de glimépiride (photo originale)

II.2.8. Traitement par l'extrait aqueux du moringa

Pendant toute les 51 jours du traitement Les rats diabétiques du lot 01, lot 02, lot 03 ont été traités par un extrait aqueux de moringa.

- ✓ Les rats de lot 1 ont reçu une dose de 4000 mg/kg(4ml/jour) par gavage gastrique.
- ✓ Les rats de lot 2 ont reçu une dose de 2000 mg/kg (2ml/jour) par gavage gastrique.
- ✓ Les rats de lot 3 ont reçu une dose de 4000 mg/kg(4ml/jour) par gavage gastrique



Figure 14 : Technique de gavage gastrique de l'extrait aqueux (photo originale)

II.2.9. Protocole de sacrifice

À la fin de la période du traitement (51 jours), Les rats ont été mis sous une cloche contenant du coton imprégné de chloroforme. Après 3 à 4 minutes d'exposition l'animal inhalera le chloroforme et il va perdre sa conscience. Une exposition prolongée au chloroforme peut provoquer une insuffisance respiratoire aiguë, qui peut rapidement entraîner la mort (**ALFREDO et al., 2009**).

II.2.9.1 La dissection

Après le sacrifice des rats on passe directement à la dissection.

La dissection a été réalisée selon les instructions détaillées dans du protocole (**annexe3**).

II.2.9.2. Le prélèvement de sang

Après la dissection, le prélèvement de sang a été réalisée par ponction cardiaque, en introduisant une aiguille de seringue dans le ventricule gauche du cœur de l'animal et en aspirant délicatement jusqu'à obtenir la quantité nécessaire.

II.2.9.3. Prélèvement des organes

Les organes tels que le foie et les reins ont été prélevés. Ils ont d'abord été pesés, puis rincés avec de l'eau physiologique. Ensuite, on les a disposés dans des bocaux en plastique remplis d'une solution de formol à 10% diluée.

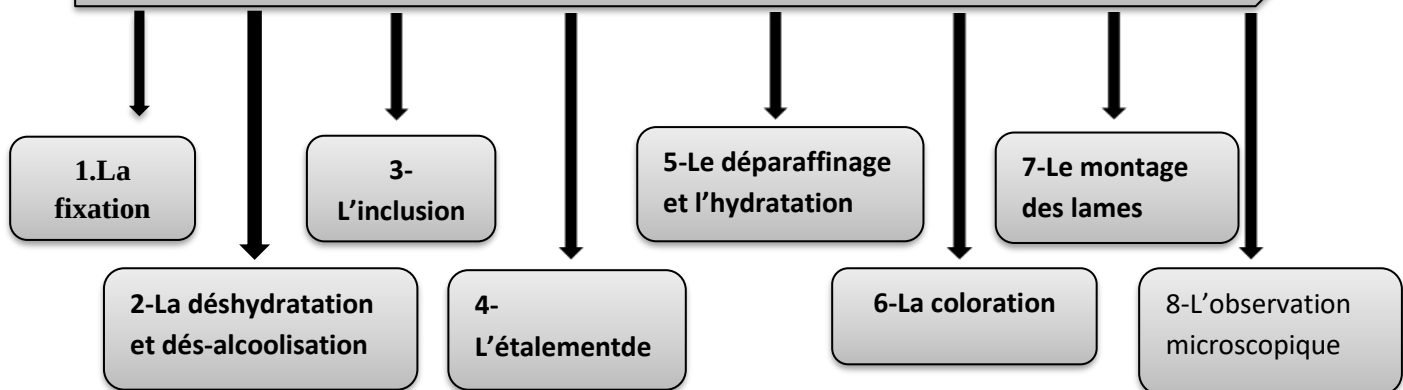
- **Dilution du formol**

Pour préparer 2000 ml de solution de formol à 10%, nous avons mélangé 200 ml de formol pure avec 1800 ml d'eau distillée (dans le cadre de la préparation pour la conservation des organes vivants), une quantité de 20 à 25 ml du formol dilué a été mis dans les boîtes en plastique étiqueté. Ensuite, le foie et les reins (rein gauche et rein droite), ont été conservés séparément dans des boîtes en plastique et transférés au laboratoire pour effectuer les sections histologiques.

II.2.10. Étude des coupes histologiques

Afin de réaliser les coupes histologiques, nous avons suivi les 10 étapes suivantes (**annex4**)

L'étude histologique



II.2.11. Méthode de dosage des paramètres biochimiques

Dans la partie de dosage des paramètres biochimique, nous avons présenterons les principales analyses biochimiques et biologiques réalisées au cours de notre étude expérimentale.

II.2.11.1. Statut hépatique :

II. 2. 11.1.1. Dosage de l'aspartate Amino-transférase (GOT-ASAT)

La détermination du taux d'aspartate Amino-transférase (AST) plasmatique a été réalisée selon le protocole établi par BIOMAGHREB.

▪ Principe

La méthode de dosage enzymatique est cinétique et colorimétrique. Le schéma réactionnel est le suivant :



Par : ASAT



Par : MDH

- Le taux de diminution de la concentration en NADH est proportionnel à l'activité aspartate aminotransférases dans l'échantillon (**Bergmeyer et al., 1976**)

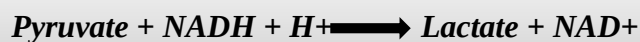
II. 2. 11.1.2. Dosage de l'alanine Amino-transférase (GPT-ALAT)

Le même principe suivi dans le dosage de l'enzyme ASAT (GOT) est utilisé pour le dosage de l'enzyme Alanine Amino-transférase (ALAT-GPT). Cependant le schéma réactionnel est le suivant :

▪ **Principe**



Par : ALAT



Par : LDH

- Le taux de diminution de la concentration en NADH est proportionnel à l'activité alanine transférase dans l'échantillon (**Bergmeyer et al., 1978 ; Bergmeyer & Horder.,1980**)

II. 2. 11.2.1. Dosage de la créatinine

La détermination du dosage de créatinine a été réalisée selon le protocole établi par BIOLABO. Ce dosage a été effectué en utilisant la méthode de Jaffé (Jaffé cinétique), cette technique est couramment utilisée pour déterminer le taux de créatinine. (**Delanaye, P et al.,2010**).

▪ **Principe**



- La créatinine interagit avec le réactif de Jaffé, composé de picrate alcalin (acide picrique en milieu alcalin), pour générer un complexe coloré rouge-orangé.

II.2.11.3. Statut lipidique

II.2.11.3.1. Dosage de triglycéride

La détermination du dosage de triglycérides a été réalisée selon le protocole établi par BIOLABO.

▪ **Principe**

Par la méthode de Fossati et Principe couplée à une réaction de trinder.

Le schéma réactionnel est le suivant :



- L'absorbance mesure a 500 (480 – 520) nm. Est proportionnelle à la concentration en triglycéride dans le spécimen.

II.2.11.4. Statut métabolique

II.2.11.4.1. Dosage de glycémie

▪ Principe

La séquence de réaction enzymatique utilisée dans le dosage du glucose est la suivante :



Par : GOD



Par : POD

- L'oxydation du glucose est catalysée par la glucose oxydase (GOD). Le peroxyde d'hydrogène (H₂O₂) obtenu est couplé par oxydation à la 4-aminophénazone et au phénol en présence de peroxydase (POD) pour produire un colorant rouge de quinonimine, dont la concentration à 546 nm est proportionnelle à la concentration en glucose.

III.2.12. Étude statistique

Les analyses statistiques ont été réalisées à l'aide des logiciels XLSTAT et IBM SPSS Statistiques version 25.

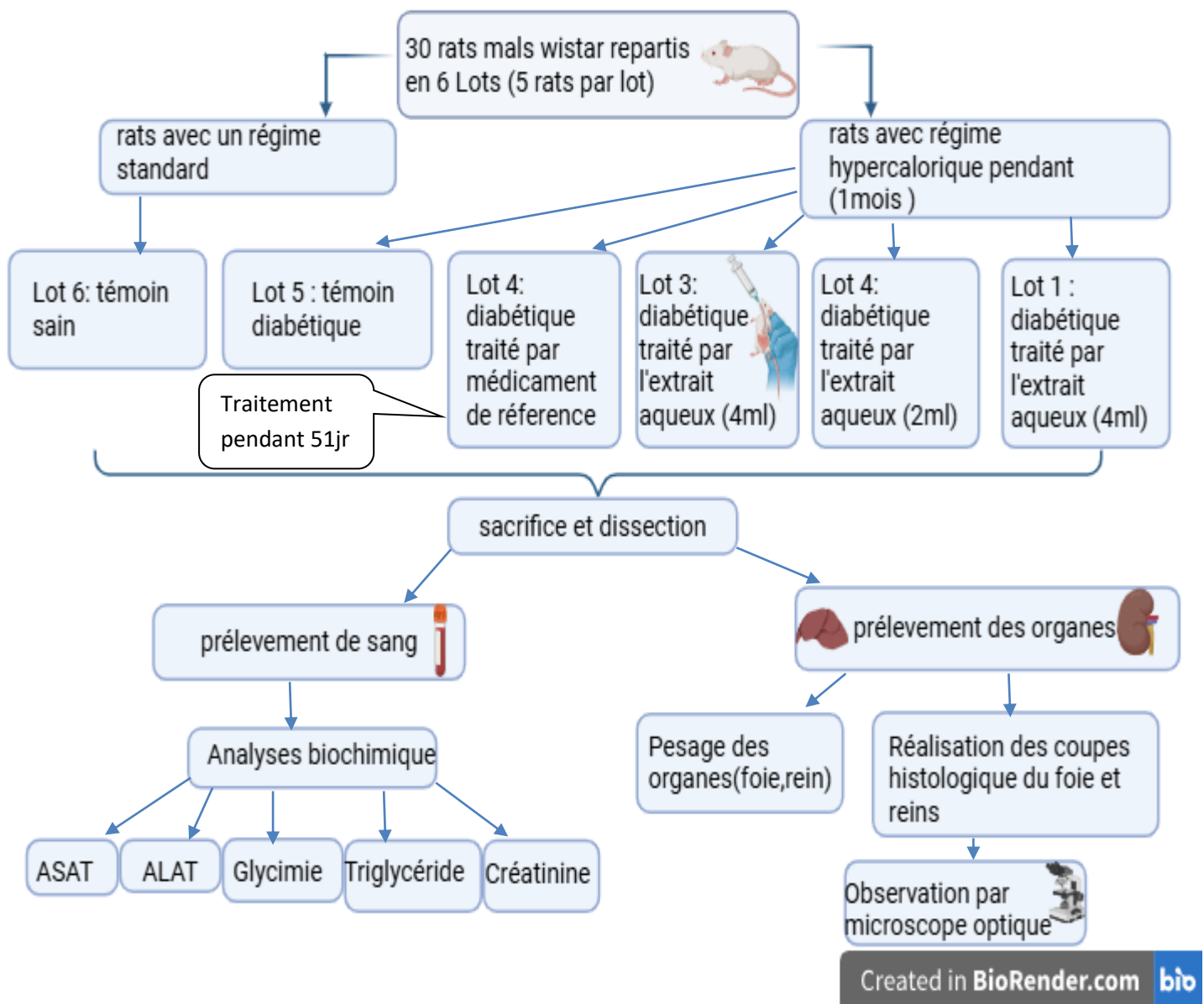


Figure 15 : Schéma récapitulatif du protocole expérimental.

CHAPITRE III

Résultats et Discussion

III.1 Résultats

Cette étude consiste à évaluer les effets hypoglycémiant potentiels de l'extrait aqueux de *Moringa oleifera* chez des rats albinos Wistar soumis à un régime hypercalorique diviser en 6 lots contenant chacun 5 rats, et en comparant l'effet de différentes doses de l'extrait dans 3 lots. Par ailleurs, des analyses biochimiques ainsi que des examens histologiques des tissus hépatiques et rénaux ont été réalisés afin de mieux comprendre les effets physiopathologiques induits par le traitement.

III.1.1. Résultats de l'évolution pondérale(annex5)

Les résultats présentés dans la figure 16 ci-dessus illustrent l'évolution du poids corporel des rats avant le régime hypercalorique, après un régime hypercalorique et durant le traitement, exprimée en grammes.

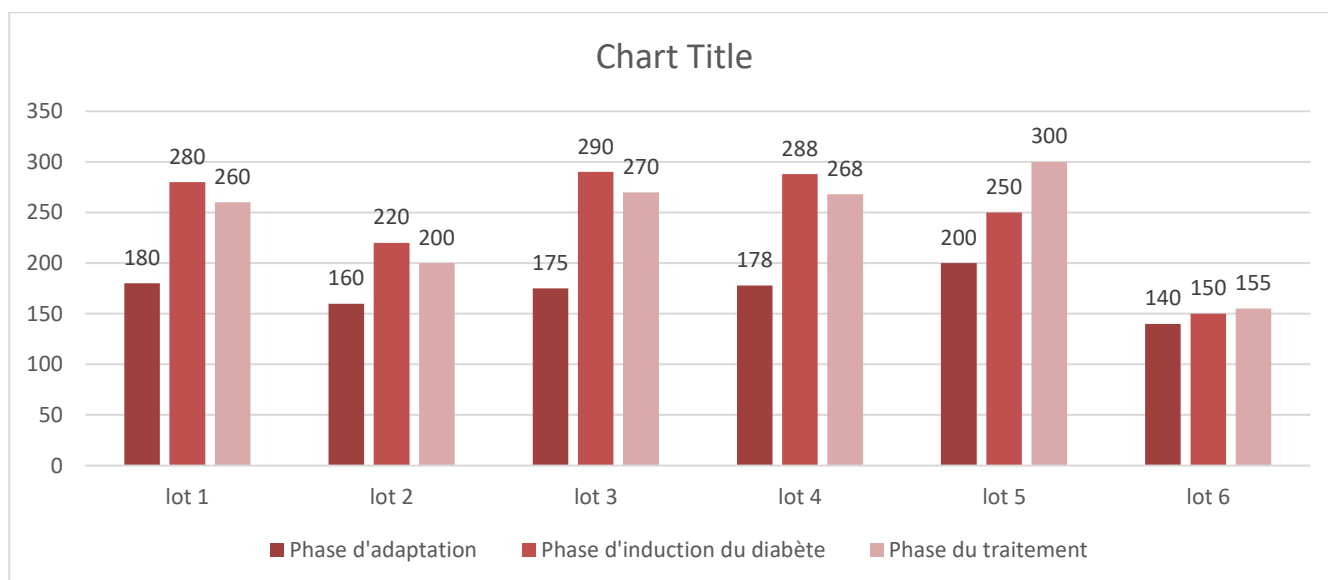


Figure 16 : L'évolution pondérale des rats dans les 3 phase (phase d'adaptation, phase d'induction du diabète, phase de traitement)

Lot 01 : Rats diabétiques traitées par l'extrait aqueux du moringa (10g), **Lot 02 :** Rats diabétiques traitées par l'extrait aqueux du moringa(10g), **Lot 03 :** Rats diabétiques traitées par l'extrait aqueux du moringa(20g), **Lot 04 :** Rats diabétiques traitées par le glimépiride, **Lot 05 :** Rats diabétiques, **Lot 06 :** Rats témoins.

- Le lot 6 (rats témoins sains) montre une légère augmentation de poids au fil du temps, ce qui reflète un état métabolique normal et stable. À l'inverse, les rats du lot 5 (diabétiques non traités) présentent une prise de poids importante après le régime hypercalorique, ce qui peut s'expliquer par un dérèglement du métabolisme lipidique et glucidique, fréquent dans le diabète de type 2 induit par un régime riche en graisses. Ces résultats sont confirmés à une

étude par **(Buettner et al., 2007)**. des recherches menées par **Oliveira et al .(2020)** montrée que le régime HSD (High Sucrose Diet ou High Starch Diet) a entraîné une augmentation significative du poids corporel ,ette augmentation du poids corporel peut être attribuée à un apport énergétique élevé, associé à une stimulation excessive de la sécrétion d'insuline.

- Les lots 1, 2 et 3, traités respectivement avec 10 g/kg et 20 g/kg d'extrait aqueux de Moringa oleifera, ainsi que le lot 4 traité au glimépiride, présentent une diminution du poids corporel. Cette baisse de poids peut être attribuée à l'effet antidiabétique du moringa. ce qui est cohérent avec les observations de **(Mbikay, 2012)** qui montre que l'extrait aqueux de moringa a un effet sur le poids des animaux étudiés à cause de ces composés bioactifs tels que les flavonoïdes, les polyphénols et l'acide chlorogénique. Ces molécules favorisent l'amélioration de la sensibilité à l'insuline, la régulation du métabolisme lipidique et la réduction du stress oxydatif. les mêmes résultats sont obtenus par **(Stohs et Hartman, 2015)**. Nos résultats sont en accord avec les études menées par **Alqurashi et al. (2023)** ou chez les rats nourris avec un régime riche en graisses, la supplémentation en Moringa a entraîné une diminution significative du poids corporel et une amélioration du profil lipidique, ce qui indique son potentiel en tant qu'agent anti-obésité. notre étude a confirmé que chez les rats transformés en modèles diabétiques via l'injection de streptozotocine (STZ) ou d'alloxane, on observe fréquemment une perte de poids significative, conséquence de l'hyperglycémie chronique, de l'augmentation de la lipolyse et de la protéolyse par **(Mondo et al .,2020)**

III.1.2. Teneurs plasmatique en glucose

La Figure 17 représente le taux de glycémie en (mg/dl) de lot 1 de rats pendant les 51 jours.

L'induction d'extrait de le Moringa au dosage de 4 ml, à concentration de 100 g/l de matière sèche, pendant une période de 51 jours, a révélé dans les rats diabétiques une hyperglycémie qui est parvenue à 1,70 g/l durant les deux premiers jours, suivie d'une diminution progressive des vingt jours suivants, pour arriver jusqu'à 1.3 g/l. Les jours 21-45 ont été marqués par une phase de stabilisation relative de la glycémie, variant de 1,20 à 1,23 g/L. Une chute progressive finale enregistrée jusqu'à 1,06 g/L jour 51.

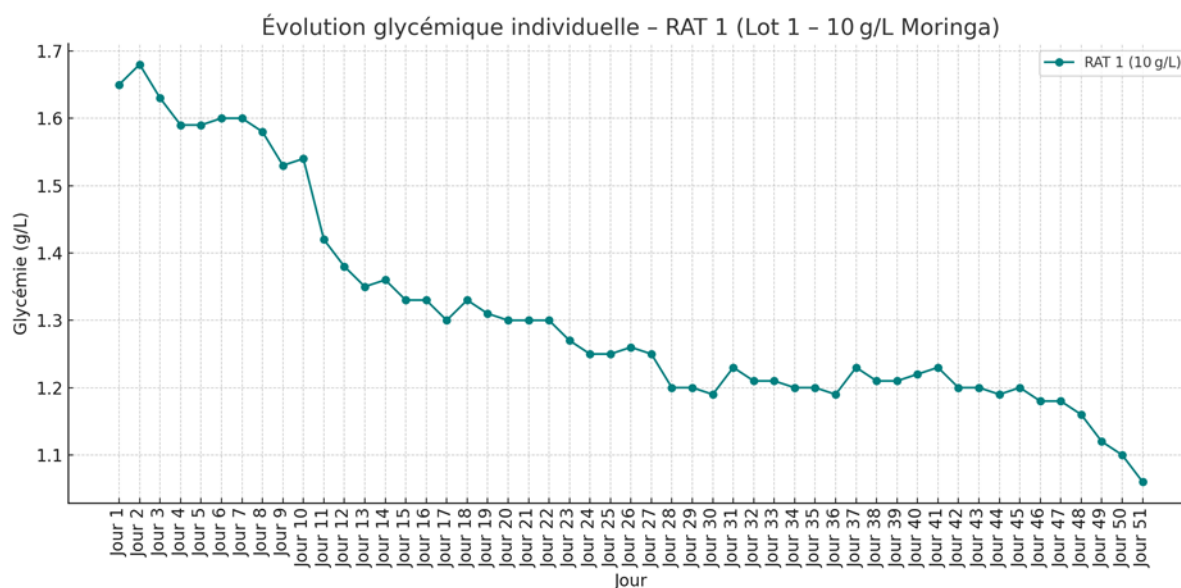


Figure 17 : Courbe représente le taux de glycémie en (mg/dl) de lot 1 de rats pendant les 51 jours.

- Ces résultats confirment l'effet antidiabétique de *Moringa oleifera*, ce qui est conforme aux résultats expérimentaux nouveaux signalés par **Amina et al. (2024)**. Dans leur étude les auteurs ont exploré l'effet d'un extrait aqueux de feuilles de MO sur des rats Wistar diabétiques et ont observé une diminution significative de la glycémie, associée à une hausse des indicateurs métaboliques et de l'état antioxydant

La figure 18 représente le taux de glycémie en (mg/dl) du lot 2 pendant les 51 jours.

- L'administration de l'extrait aqueux de Moringa a une dose de 2 ml à partir de 10 g/l de matière sèche pendant 51 jours a des rats diabétique révèle une diminution progressive de taux de glycémie chez les rats traités avec extrait aqueux de MO à savoir une diminution durant les 20 premier jours allant de 1,65 g/l jusqu'à 1,3 g/l traduisant une réponse métabolique rapide à l'extrait de la plante .par la suite on constate une stabilisation des taux de glycémie entre les jours 20 et 45 à 1.25g/l et une baisse rapide durant les dernier jours de l'étude qui atteint 1.08g/l.

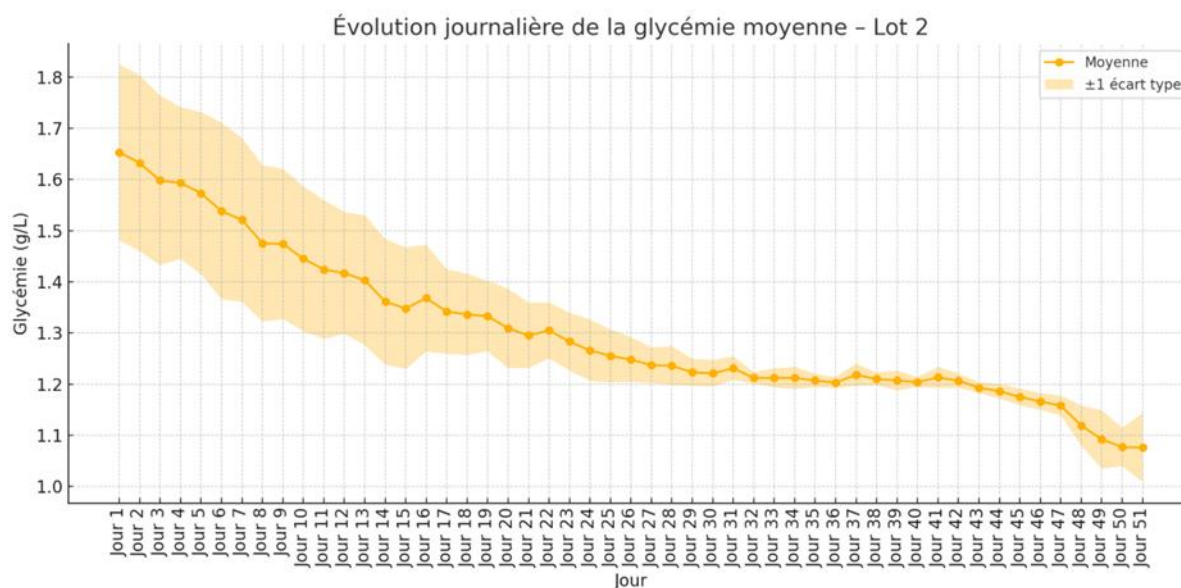


Figure 18 : Courbe représente le taux de glycémie en (mg/dl) de lot 2 de rats pendant les 51 jours.

- L'étude menée par **Sierra-Campos et al. (2020)** confirme l'effet antidiabétique de l'extrait aqueux des feuilles de *Moringa oleifera*, en particulier à la dose quotidienne de 200 mg/kg, administrée aux rats diabétiques induits par l'alloxane. Ce traitement a auditivement ajusté le taux de sucre dans le sang, le stress oxydatif et les marqueurs enzymatiques hépatiques liés au métabolisme du glucose.

La figure 19 représente le taux de glycémie en (mg/dl) du lot 3 pendant les 51 jours.

- Le traitement des rats diabétiques par l'extrait aqueux de *Moringa oleifera* (4 ml d'une solution à 20 g/L de matière sèche) sur les rats diabétiques pendant une durée de 51 jours a montré une réduction graduelle du niveau de glucose chez ces derniers. La réduction était sensible les premiers 24 jours, avec un décroissement de 1,64 g/l à 1,3 g/l soulignant une réponse métabolique à l'extrait végétal. On observe ensuite une stabilisation des niveaux de glycémie entre les jours 24 et 47, à 1.09g/l, enfin suivie d'une dégradation rapide les derniers jours de l'étude, à 1.03g/l.

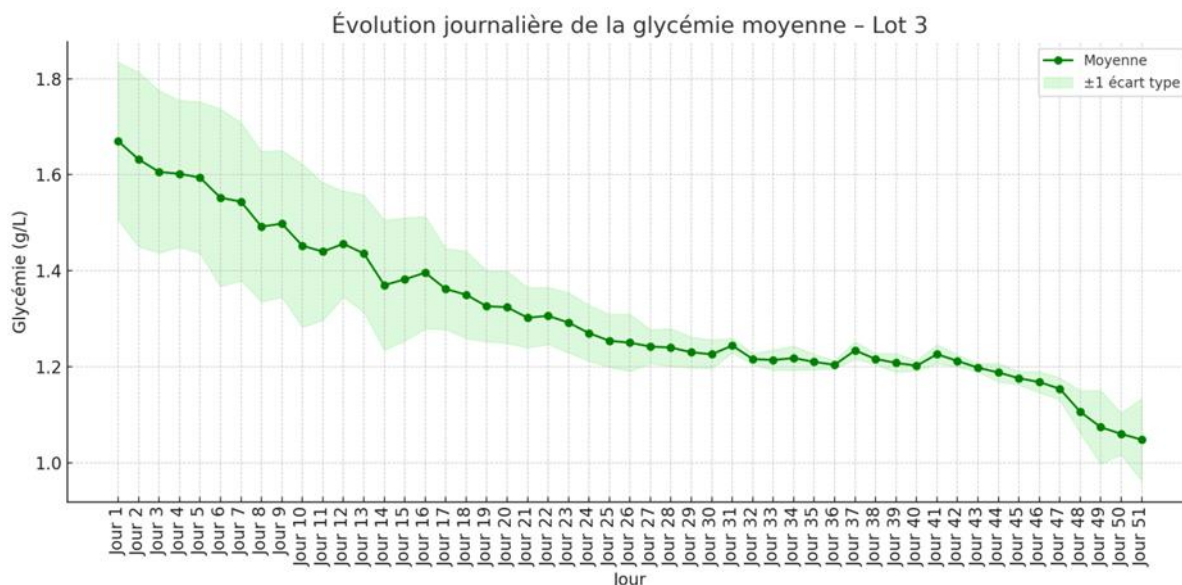


Figure 19 : Courbe représente le taux de glycémie en (mg/dl) de lot 3 de rats pendant les 51 jours.

- Cette évolution identifie un effet de dose dépendant, ce qui concorde avec les travaux (**Mthiyaneet al.,2022**). Ayant démontrés une réduction proportionnelle de la teneur en glucose du sang à dose injectée chez des rats sains et diabétiques. Les résultats observés à la concentration d'essai sont plus importants que rapportés pour des doses de 200 ou 300 mg/kg de poids corporel, ce qui indiquerait une efficacité meilleure à des concentrations plus élevées.
- Diverses synergiques action mécanismes ont pu être à l'origine de l'hypoglycémie observée, entre autres :

-L'augmentation de la sensibilité à l'insuline, par modération de la PI3K/AKT voie de signalisation et une GLUT4 surexpression des transporteurs.

-La réduction de l'oxydation et de l'inflammation, traduits par une activation des enzymes anti-oxydatives telles que la SOD (super-oxyde dismutase) et la CAT (catalase), et une protection renforcée des cellules β -pancréatique. (**Mthiyaneet al.,2022**).

III.1.3. Résultats des analyses biochimique :

- Dans le tableau 03 on peut observer que seule la variable ALAT montre une différence statistiquement significative entre les deux lots. Les autres variables n'ont pas de différences significatives ($p > 0.05$).

Tableau III : Comparaison entre les paramètres biochimiques entre les lots Lot 1 Vs Lot 2.

Variable	U-statistique	P-value	Interprétation
Glycémie	10.0	0.690	Pas de différence significative
Créatinine	7.5	0.346	Pas de différence significative
Tryglicéride	10.0	0.690	Pas de différence significative
ASAT	12.0	1.000	Pas de différence significative
ALAT	1.5	0.028	✓ Différence significative (p < 0.05)

- Parmi les cinq paramètres analysés, une différence statistiquement significative a été observée uniquement pour l'ALAT (p = 0,028), indiquant que le traitement par extrait aqueux de *Moringa oleifera* a influencé de manière significative l'activité de cette enzyme hépatique. Ce résultat est en accord avec de nombreuses publications qui rapportent que *Moringa oleifera* possède des effets hépatoprotecteurs attribués à ses composés antioxydants et anti-inflammatoires, capables de réduire les transaminases hépatiques dans divers modèles d'agression hépatique (Fakurazi et al., 2008 ; Verma et al., 2009). La baisse de l'ALAT dans le groupe traité peut ainsi être interprétée comme une amélioration de l'intégrité hépatocellulaire, signe d'un effet protecteur contre les dommages oxydatifs ou inflammatoires.
- En revanche, aucune différence significative n'a été retrouvée pour les autres paramètres biochimiques (glycémie, créatinine, triglycérides, ASAT), avec des p-values toutes supérieures à 0,3. Cela suggère que l'extrait aqueux de *Moringa oleifera*, dans les conditions expérimentales appliquées, n'a pas entraîné de modifications mesurables à court terme sur les fonctions rénale, métabolique ou lipidique.

Celon les résultats obtenus dans le tableau 04 ont révélés une différence significative uniquement pour l'alanine Amin-transférase (ALAT) (p = 0,009), indiquant un effet hépato protecteur du traitement. Les autres paramètres (glycémie, créatinine, triglycérides, ASAT) n'ont pas montré de différence significative (p > 0,05).

Tableau IV : Comparaison entre les paramètres biochimiques entre les lots Lot 1 Vs Lot 3.

Variable	U-statistique	P-value	Interprétation
Glycémie	26,000	0,754	Pas de différence significative
Créatinine	25,000	0,599	Pas de différence significative
Tryglicéride	27,500	1,000	Pas de différence significative
ASAT	21,000	0,175	Pas de différence significative

ALAT	15,000	0,009	✓ Différence significative (p < 0.05)
------	--------	-------	---------------------------------------

- Ces résultats suggèrent que l'extrait de *Moringa oleifera* exerce une protection ciblée sur le foie, probablement via ses composés antioxydants et anti-inflammatoires capables de stabiliser les membranes hépatocytaires et de prévenir les dommages oxydatifs. L'absence d'effet sur les autres paramètres peut refléter soit une absence réelle d'action, soit des réponses différées ou interindividuelles.
- Ces conclusions sont en accord avec la littérature, qui rapporte les effets bénéfiques de *Moringa oleifera* sur la fonction hépatique dans divers modèles animaux (**Fakurazi et al.,2008 ; Verma et al.,2009 ; Anwar et al.,2007**).

L'analyse comparative entre les différents groupes expérimentaux dans le tableau 05 a permis d'identifier plusieurs différences statistiquement significatives ($p < 0.05$), principalement au niveau de trois paramètres biologiques : l'ALAT, la créatinine et les triglycérides. (**Voir annexe 6**)

- ALAT : Des différences significatives dans les comparaisons Lot 1 vs Lot 4, Lot 1 vs Lot 5, et Lot 1 vs Lot 6 indiquent une réduction de l'ALAT, reflétant une action hépatoprotectrice probable de l'extrait aqueux de *Moringa oleifera* (**Fakurazi et al.,2008 ; Verma et al., 2009**).
- Créatinine : Une baisse significative de la créatinine dans plusieurs comparaisons suggère une amélioration de la fonction rénale, notamment dans le Lot 6, en accord avec les effets néphroprotecteurs documentés de *Moringa oleifera* (**Akinmoladun et al.,2015 ; Al-Malki et El Rabey ,2015**).
- Triglycérides : Des différences significatives dans les comparaisons Lot 3 vs Lot 4 et Lot 3 vs Lot 6 indiquent un effet hypolipémiant partiel du traitement (**Mbikay et al.,2011**).
- Glycémie : Les comparaisons Lot 2 vs Lot 6 et Lot 3 vs Lot 6 montrent une réduction significative, en lien avec les effets hypoglycémiant rapportés de *Moringa oleifera* (**Ndong et al.,2007**) .

Tableau V : Tableau récapitulatif des différences significatives.

($p < 0.05$) entre les lots et différents paramètres biochimiques.

Comparaison	Paramètre(s) avec différence significative
Lot 1 vs Lot 4	ALAT
Lot 1 vs Lot 5	ALAT
Lot 1 vs Lot 6	ALAT, Créatinine
Lot 2 vs Lot 3	ASAT, Créatinine

Lot 2 vs Lot 6	Glycémie, Créatinine
Lot 3 vs Lot 4	Triglycérides
Lot 3 vs Lot 6	Glycémie, Créatinine, Triglycérides
Lot 4 vs Lot 6	Créatinine
Lot 5 vs Lot 6	Créatinine

III.1.4. Résultats de poids relatifs des organes

La figure 20 représente les résultats de l'évolution du poids relatif d'organe (Foie) des rats d'étude, avec les valeurs moyennes exprimées en grammes. (Annexe5)

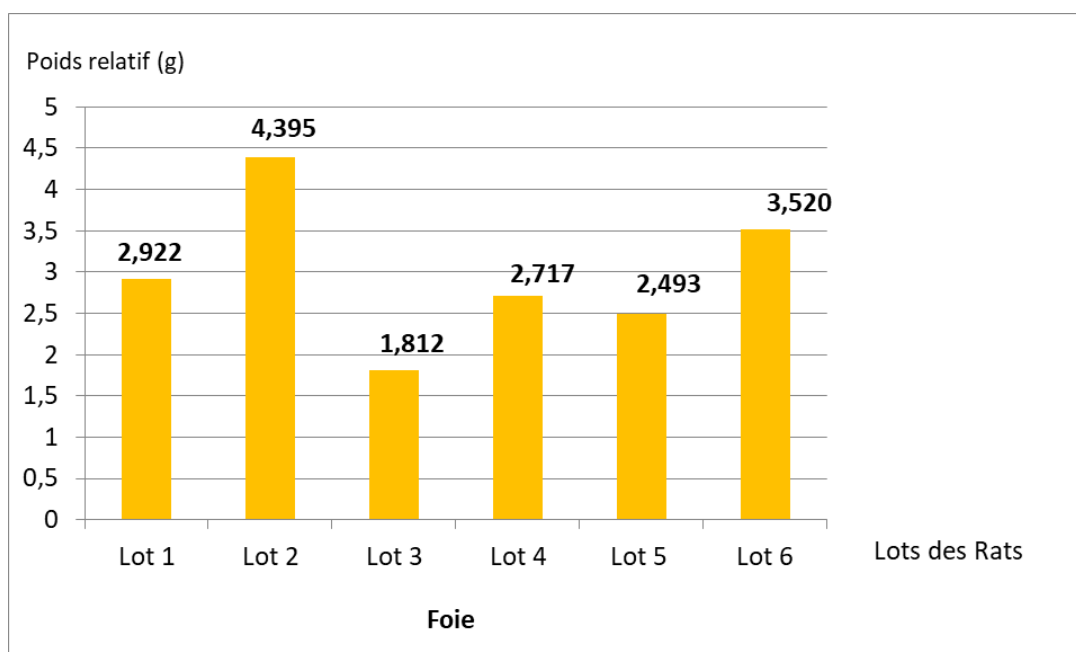


Figure 20 : Résultats du poids relatif de foie chez les 6 lots.

- Notre étude a révélé que le Lot 2, qui comprenait des rats diabétiques soumis à un traitement à faible dose de *Moringa oleifera*, que le poids relatif du foie le plus élevé est de (4,395 %). Ce poids dépasse même celui des rats diabétiques non soignés (Lot 5 : 2,493 %), ce qui laisse penser que la dose administrée n'était pas efficace. Par contre, une réduction significative du poids du foie a été notée chez les rats diabétiques recevant des quantités plus importantes de *Moringa*, en particulier dans les Lots 1 (2,922 %) et 3 (1,812 %). Ces résultats confirment ceux d'Omodanisi et al. (2017), qui ont démontré que l'administration de *Moringa oleifera* réduit de manière importante le poids global et proportionnel du foie chez les rats diabétiques, confirmant ainsi son effet protecteur pour le foie. De plus, Lot 4 traité par du glimépiride, montre aussi une réduction relative du poids hépatique (2,717 %), ce qui est en accord avec

les travaux de **Rahman et al. (2022)**, qui ont mentionner une considérable diminution de la masse hépatique chez des rats traités du glimépiride par rapport aux témoins.

La figure 21 représente les résultats du poids relatif du rein gauche et rein droit chez les 6 lots : On peut observer une augmentation notable du poids des reins (gauche et droit) a été observée chez les rats du Lot 2, traités avec 2 ml d'extrait aqueux de *Moringa oleifera* (10 g/2ml).

Ces résultats sont confirmées par plusieurs recherches actuelles tell que **(Ziyadeh, 2004)** confirme qu'une augmentation de poids de rein peut refléter une hypertrophie rénale compensatoire souvent observée dans les stades précoces de la néphropathie diabétique, probablement en réponse à un hyper filtration glomérulaire ou à une inflammation persistante liée à l'hyperglycémie mal contrôlée. Une autre étude de **Forbes & Cooper. (2013)** montrent qu'une faible dose ou volume administré de l'extrait que de moringa n'a pas été suffisant pour prévenir les effets néfastes du diabète sur les reins.

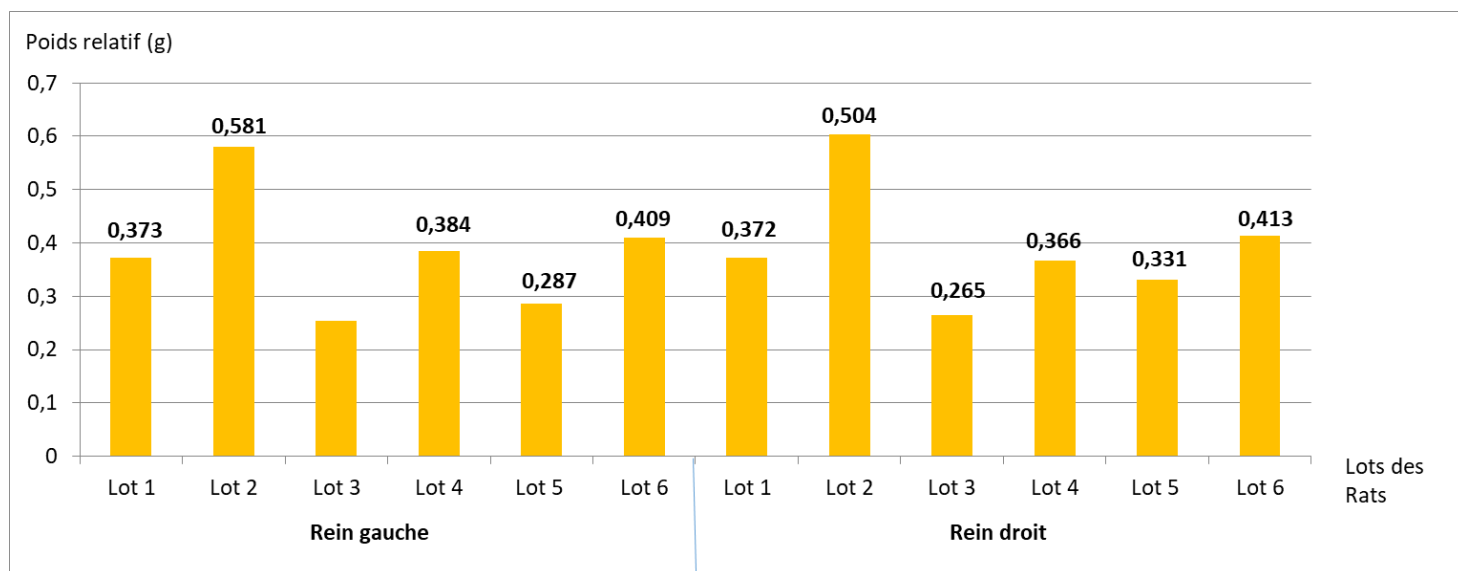


Figure 21 : Résultats du poids relatif du rein gauche et rein droit chez les 6 lots.

Lot 01 : Rats diabétiques traitées par l'extrait aqueux du moringa (10g), Lot 02 : Rats diabétiques traitées par l'extrait aqueux du moringa(10g), Lot 03 : Rats diabétiques traitées par l'extrait aqueux du moringa(20g), Lot 04 : Rats diabétiques traitées par le glimépiride, Lot 5 : Rats diabétiques, Lot 6 : Rats témoins.

- À l'inverse, une légère diminution du poids rénal a été constatée chez les rats des Lots 1 (4 ml, 10 g) et 3 (4 ml, 20 g) traités par des volumes plus élevés d'extrait aqueux de moringa . Ces observations sont constamment en accord avec ceux présentés par **(Anwar et al., 2007)** ,qui ont prouvé que un effet protecteur de dose élevées de *Moringa oleifera* sur les tissus rénaux, attribuable à ses propriétés antioxydantes, anti-inflammatoires et hypoglycémiantes

bien documentées, et que il est possible que ces doses aient permis une meilleure réduction du stress oxydatif et de l'inflammation, ralentissant ainsi la progression de la néphropathie diabétique

- le Lot 6 (rats sains) montre des poids rénaux stables, servant de référence physiologique, ce qui confirme que les modifications observées dans les autres groupes sont liées à l'induction du diabète et aux traitements administrés.

III.1.5. Résultats des coupes histologiques

À la fin de l'expérience, les rats ont été sacrifiés et des échantillons de reins et de foie ont été prélevés pour l'analyse histologique. Les coupes de ces organes ont été étudiées sous un microscope optique à la suite d'une coloration Hématoxyline-éosine (HE), au grossissement (Gx40).

✓ Histologie du foie

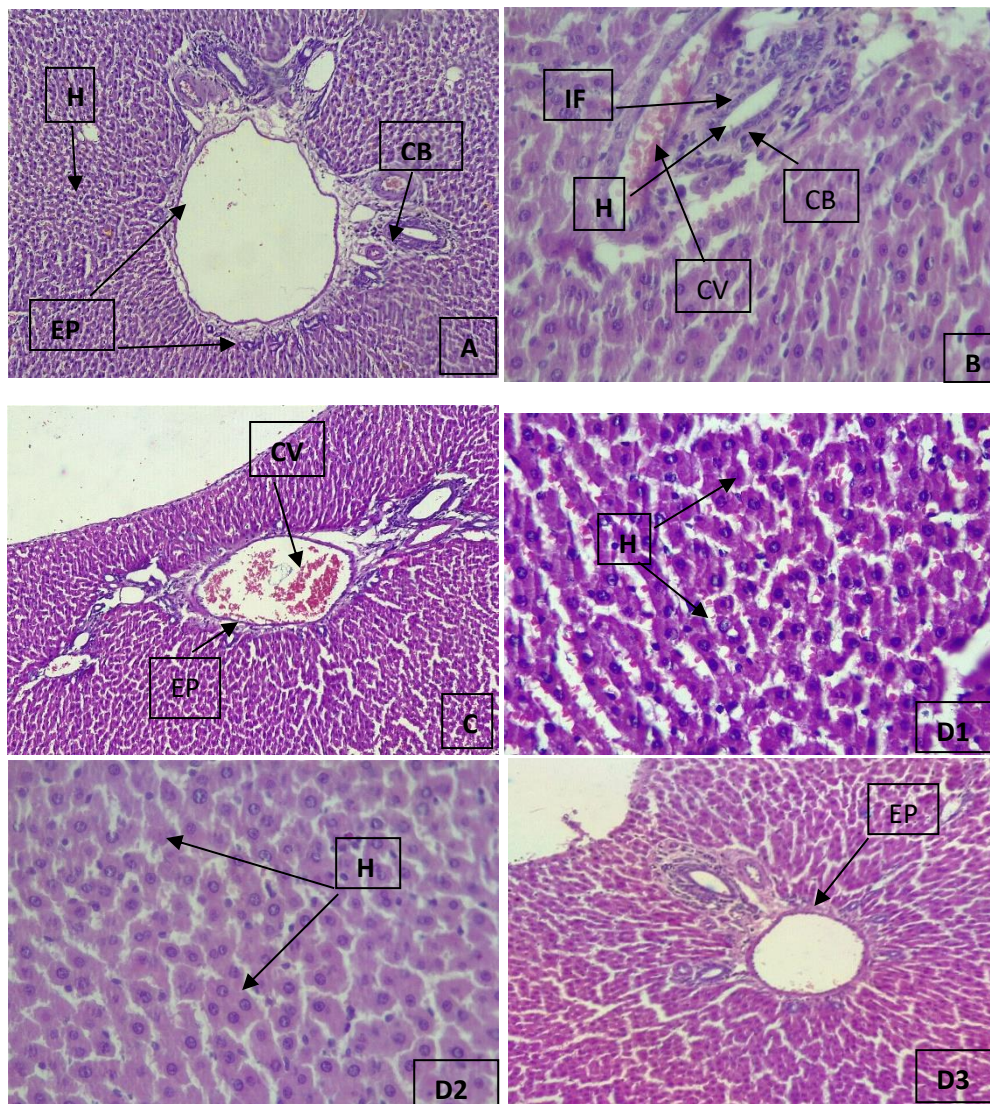


Figure 22 : Résultats des coupes histologiques du tissu hépatique des rats sous microscope optique (Coloration HE, Gr X40). (Photo originale)

A- Lot 6 : rats témoin, B- Lot 5 : rats diabétique , C- Lot 4 : rats diabétique traité par le glymépéride, D1- Lot 1 : rats diabétique traité par l'extrait aqueux du moringa (4ml /10g), D2- Lot 2 : rats diabétique traité par l'extrait aqueux du moringa (2ml /10g) , D3- Lot 3 : rats diabétique traité par l'extrait aqueux du moringa (4ml /20g)

H : Hépatocyte ; **CV** : Congestion vasculaire ; **EP** : Espace porte ; **CB** : Canale biliaire ; **IF** : Infiltrat inflammatoire

- **Dans la figure 17.A (lot 6) :** Le foie des rats témoin présente une histoarchitecture conservée, avec une structure bien définie des hépatocytes et espace porte normal, ainsi que des canaux biliaires visibles, et une absence de signes pathologiques.

L'examen histologique du foie des rats témoin est révélateur dans sa structure cellulaire, avec hépatocytes alignés, espaces portes normaux et absence de toute anomalie pathologique. Ces observations sont constamment en accord avec ceux présentés par **Omodanisi et al. (2017)**, qui ont prouvé que l'extrait aqueux de *Moringa oleifera* ne provoque aucune dégradation hépatique chez les rats en bonne santé, attestant de sa sécurité et de ses propriétés hépatoprotectrices.

- **Dans la figure.B (Lot 5) :** on observe dans le foie des rats témoin diabétique une modification de l'architecture du tissu hépatique avec une dilation et congestion vasculaire, accompagnée d'une infiltration de cellules inflammatoires polymorphes au niveau de l'espace porte.

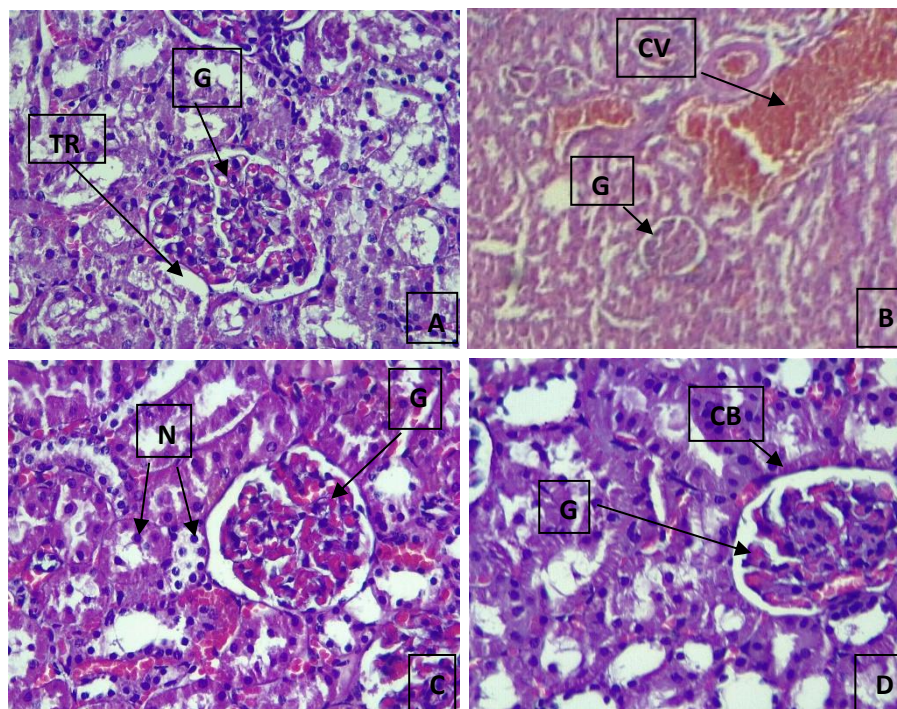
selon l'étude d'**Aljazzaf et al. (2023)** effectuée sur un modèle murin diabétique induit par l'alloxane, nous avons aussi observé ces irrégularités histologiques chez le groupe diabétique non traité.

- **Dans la figure.C (Lot 4) :** L'histologie du foie des rats traité par le glimépéride présente une architecture hépatique globalement préservée, et une congestion vasculaire modérée avec une augmentation des cellules des hépatocytes, ainsi qu'une petite infiltration inflammatoire. Plusieurs études ont démontré l'effet hépatoprotecteur du glimépéride chez le rat diabétique. **Haritha et al. (2013)** ont montré que 4 mg/kg de glimépéride pendant 8 semaines augmente les niveaux de GSH, GST, ATPases et CYP450 dans le foie, tout en réduisant les congestions et les dégénérescences histologiques.

- **Dans la figure.D1,D2,D3 (Lot 1,2,3) :** on observe dans le foie des rats traité par l'extrait aqueux de moringa une architecture conservée avec une diminution de l'infiltrat inflammatoire, des espaces portes normaux et une structure bien définie des hépatocytes ce qui signifie une amélioration de l'état de santé des rats diabétiques.

ces résultats sont confirmées par plusieurs recherches actuelles tel que a celle **Aldi et al. (2023)** qui a étudié l'effet de l'extrait aqueux du *Moringa oleifera* sur la fonction hépatique et l'histologie de rats mâles de couleur blanche. Les observations ont démontré une amélioration significative des critères hépatopathologiques, associés à la réduction de l'inflammation et à une préservation de la structure du foie, ce qui indiquerait une action hépatoprotective de l'extrait aqueux de *Moringa oleifera*.

✓ **Histologie du rein**



La figure 23 : les coupes histologiques du tissu rénal des rattes sous microscope optique (**Coloration HE, Gr X40**)(photo originale)

A-Lot 6 : rats témoin, B- Lot 5 : rats diabétique, C- Lot 4 : rats diabétique traité par le glimépiride, D- Lot 1 ,2,3 : rats diabétique traité par l'extrait aqueux du moringa.

G : Glomerule ;N : Noyau ;TR : Tube rénaux ;CV : congetion vasculaire ;CB : Capsule de bowman

- **Dans la figure18.A (Lot 6) :** L'examen histologique du rein de lot temoin montre une architecture néphronique bien préservée. Les glomérules apparaissent normaux, formés d'amas de capillaires aux noyaux bien visibles, entourés de capsules de Bowman intactes, présentant une structure cellulaire normale,donc aucun signe de lésion, d'inflammation n'a été observé.
- **Dans la figure18.B (Lot 5) :** On observe des modifications structurales rénale de rats diabétique. On note aussi une croissance des cellules rénales, indiquant une hypertrophie

cellulaire. Ce changement s'accompagne d'une congestion vasculaire (accumulation anormale de sang dans les vaisseaux sanguins), avec une dilatation significative des vaisseaux sanguins. En outre, on observe aussi une expansion des espaces de Bowman, ce qui suggère une altération de la filtration glomérulaire. Des études, comme celle de **Parveen et al. (2016)**, ont rapporté des résultats similaires, confirmant également que les tissus rénaux des rats diabétiques présentaient également les symptômes de la néphropathie diabétique, illustrés par une hypertrophie des éléments glomérulaires et tubulaires, ainsi qu'une augmentation de l'épaisseur des membranes basales glomérulaires. De plus, des recherches menées par **(AL-BAYUOMI et al., 2021)** ont montré que les altérations histopathologiques du diabète induit par l'alloxane, associées à d'autres tests, ont permis de diagnostiquer le diabète, soulignant que la néphropathie diabétique était considérée comme l'une des complications du diabète. Le diabète induit une inflammation rénale, augmentant les cytokines pro-inflammatoires comme le $\text{TNF-}\alpha$ et l'IL-6, tout en diminuant les facteurs protecteurs comme l'IL-10, c'est-à-dire des résultats confirmés par **(Saber et al., 2024)**.

- **Dans la figure 18.C (Lot 4) :** L'analyse microscopique des tissus rénaux des rats traités au glimépiride montre une structure rénale conservée. L'architecture des glomérules reste assez préservée, avec des capsules de Bowman clairement définies. Cependant, on observe une légère congestion vasculaire. Ces observations sont en accord avec les études menées par **(Hagras et al., 2009)**, où les évaluations histologiques ont montré que le glimépiride pouvait atténuer les modifications structurelles rénales associées à la néphropathie diabétique, préservant ainsi l'intégrité glomérulaire et tubulaire. Selon les études de **Esubi et al. (2019)**, les groupes glimépiride ont montré des glomérules normaux sur l'histologie rénale qui étaient similaires au témoin. Ils ont également montré une légère congestion corticale et une hémorragie par rapport à l'insuline. Cela implique que le glimépiride et le glipizide n'étaient pas toxiques pour l'organe mais ont plutôt amélioré l'effet du diabète sur le tissu rénal. En plus des résultats de **(Mir et al., 2008 ; Cefalu et al., 2013)** confirmés que le diabète induit par STZ a provoqué des changements dégénératifs dans l'histologie rénale du lapin après le traitement par glimépiride, la morphologie rénale a été récupérée, ainsi qu'un rapport qui révèle une insuffisance rénale légère et modérée chez les rats traités par glimépiride.
- **Dans la figure 18.D (Lot 1,2,3) :** le rein de rats traité par l'extrait aqueux de moringa présente une architecture rénale bien préservée, avec les glomérules intacts, entourés par des capsules de Bowman non altérées, et les tubules rénaux conservent une morphologie

normale. Plusieurs études ont démontré l'effet néphroprotecteur de l'extrait aqueux de *M. oleifera* chez les rats diabétiques comme celles de **Ayobami et al. (2020)** ont utilisé 100–400 mg/kg et ont observé une restauration de l'architecture rénale et une normalisation des marqueurs biochimiques de la néphropathie diabétique. Des études aussi comme ceux de **(Akpan et al., 2018)**, ont également mis en évidence que Les rats traités avec du *Moringa* ont présenté des degrés variables de réparation tissulaire, avec des améliorations de l'architecture glomérulaire et tubulaire, en particulier à des doses plus élevées. par contre il ya des étude réalisées par **Ezemagu et al. (2023)** ont montrées que Des doses élevées de *Moringa oleifera*, notamment supérieures à 100 mg/kg, ont été associées à une distorsion et une nécrose du tissu rénal dans des modèles animaux. une autre étude de **Saleh et Sarhat .(2019)** montrent que l'administration d'extrait de *Moringa Oleifera* a entraîné une réduction de ces biomarqueurs rénaux. Leurs propriétés néphroprotectrices ont été proposées comme étant médiées par des activités antioxydantes ou de piégeage des radicaux libres en raison de la forte concentration en glucomoringine, phénols et flavonoïdes. Ces résultats ont montré que l'extrait de *Moringa Oleifera* améliorait la capacité des reins à éliminer ces déchets du sang, comme l'indique la réduction des taux sériques d'urée et de créatinine, et conférait ainsi un effet protecteur sur les reins des rats diabétiques.

III.1.6. Résultats des moyennes des trois lots traités par l'extrait aqueux

On observe dans le tableau 6 que les moyennes des trois lots traité par l'extrait aqueux de moringa sont très proches les unes des autres, autour de 1.30, ce qui indique une homogénéité générale des taux moyens de glycémie.

Tableau VI : taux de glycémie dans chaque lot

Lot	Moyenne	Écart-type
LOT1	1.296	0.140
LOT2	1.295	0.140
LOT3	1.311	0.156

- Le LOT3 a un écart-type légèrement plus élevé (0.156g/l), ce qui indique une variabilité un peu plus grande des taux de glycémie dans ce lot par rapport aux deux autres.

- Ces résultats sont en accord avec ceux rapportés par **Khan et al. (2017)**, qui ont prouvé qu'une dose intermédiaire d'extrait aqueux de *Moringa oleifera* (100 à 200 mg/kg) entraîne une diminution notable de la glycémie chez des rats diabétiques, sans lien avec la dose.
- Les valeurs p sont (inférieure à < 0.05) dans le tableau 7 qui montre la comparaison de la moyenne de chaque lot donc), Cela signifie que la moyenne des taux de glycémie dans chaque lots est significativement supérieure à 0.9g/l.

Tableau VII : Comparaison de la moyenne des taux de glycémie dans chaque lot

Lot	Statistique t	Valeur p-value	Conclusion
LOT1	20.16	1.17×10^{-25}	Moyenne significativement > 0.9
LOT2	20.22	1.02×10^{-25}	Moyenne significativement > 0.9
LOT3	18.81	2.52×10^{-24}	Moyenne significativement > 0.9

- Selon **Motulsky ,(2014)** et (**Ghasemi & Zahediasl,2012**), une p-valeur inférieure à 0,05 est généralement le seuil accepté pour conclure à l'existence d'un effet réel et non attribuable au hasard. Cela donne une assise à l'interprétation biologique des résultats, et permet de valider l'existence d'une hyperglycémie significative dans tous les groupes.
- Dans le tableau 8 montre que les moyennes des trois lots traité par l'extrait aqueux de moringa sont très proches et aucune différence significative n'est détectée. Cela indique que, peu importe la dose d'extrait aqueux de Moringa administrée, il n'existe pas de variation notable dans son impact sur le niveau de sucre dans le sang

Tableau VIII : Comparaison entre les lots

Comparaison	T-statistique	P-value	Conclusion
LOT1 vs LOT2	~ 0.05	> 0.05	Aucune différence significative
LOT1 vs LOT3	~ 0.6	> 0.5	Pas de différence significative
LOT2 vs LOT3	~ 0.55	> 0.5	Pas de différence significative

- Selon **Ahmad et al. (2019)**, un traitement de 8 semaines consistant en 50 mg quotidiens de poudre de *Moringa oleifera* a entraîné une déminution notable du taux de glucose sanguin par

rapport aux rats sains. et aussi **Abdellatif et al (2014)** ont également noté que l'administration par voie orale de l'extrait aqueux de feuilles de *M. oleifera* aux rats atteints de diabète a permis de régulariser leurs niveaux élevés de glucose dans le sang.

***CONCLUSION,
RECOMMENDATIONS
PERSPECTIVES.***

Conclusion

À travers cette étude, nous avons évalué l'effet hypoglycémiant de le *Moringa Oleifera* chez des rats albinos de souche Wistar soumis à un régime hypercalorique. Les résultats obtenus permettent de conclure que ce type de régime provoque le diabète de type 2 ou bien une hyperglycémie, aussi une prise de poids significative, ainsi que des altérations morphologiques au niveau hépatique et rénal. A partir de notre étude, nous pouvons confirmer que le régime hypercalorique implique à des maladies métaboliques tel que l'hyperglycémie, une prise de poids significative, ainsi que des altérations morphologiques au niveau hépatique et rénal.

Les résultats obtenus dans cette étude montrent que l'extrait aqueux de MO possède un potentiel prometteur dans la régulation de la glycémie. Une diminution significative du poids corporel chez les rats traités a également été observée, soulignant l'importance du contrôle du poids dans la prise en charge du diabète de type 2. De plus, l'amélioration des altérations tissulaires rénales et la réduction relative du poids hépatique suggèrent un effet protecteur de la plante sur les organes cibles des complications diabétiques.

En conclusion, Ces résultats encourageants appuient l'utilisation potentielle du *Moringa oleifera* comme complément dans les approches thérapeutiques visant la gestion et la prévention des maladies métaboliques. Toutefois, des études cliniques plus poussées restent nécessaires pour valider son efficacité en contexte médical

Recommandations :

- Favoriser la valorisation pharmacologique du Moringa dans le traitement du diabète en tant que complément naturel.
- Effectuer des études cliniques chez l'homme pour confirmer la transposition des effets observés chez l'animal.
- Encourager une consommation raisonnée et encadrée de plantes médicinales, notamment dans les populations à fort recours à la phytothérapie.

Perspectives

- Comparer l'efficacité du moringa à d'autres plantes médicinales antidiabétiques ou en association avec des médicaments classiques.
- Tester différentes formes d'extraits (éthanoliques, huileux, gélules) pour optimiser son effet thérapeutique.

- Faire des études de toxicité à long terme
- Étudier l'impact du moringa sur d'autres systèmes affectés par le diabète, comme :

Le système cardiovasculaire, le système nerveux (neuropathie diabétique), les yeux (rétinopathie diabétique)

REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUES



Références bibliographiques

.A.

- Abd Rani, N. Z., Husain, K., & Kumolosasi, E. (2018). Moringa genus: à review of phytochemistry and pharmacology. *Frontiers in pharmacology*, 9, 108.
- Abarikwu, S. O., Benjamin, S., Ebah, S. G., Obilor, G., & Agbam, G. (2017). Protective effect of Moringa oleifera oil against HgCl₂-induced hepato- and nephro-toxicity in rats. *Journal of Basic and Clinical Physiology and Pharmacology*, 28(4), 337–345. <https://doi.org/10.1515/jbcpp-2016-0033>
- Abla K, Ferdi N (2016). Diabetes and Metabolic Disorders, a Study among Population of Adults in Tebessa.
- Abarikwu, S. O., Benjamin, S., Ebah, S. G., Obilor, G., & Agbam, G. (2017). Protective effect of Moringa oleifera oil against HgCl-induced hepato- and nephro-toxicity in rats. *Journal of Basic and Clinical Physiology and Pharmacology*, 28(4), 337–345. <https://doi.org/10.1515/jbcpp-2016-0033>
- Abd El Latif, A., El Bialy, B. E. S., Mahboub, H. D., & Abd Eldaim, M. A. (2014). Moringa oleifera leaf extract ameliorates alloxan-induced diabetes in rats by regeneration of β cells and reduction of pyruvate carboxylase expression. *Biochemistry and cell biology*, 92(5), 413-419.
- Adedapo, A. A., Mogbojuri, O. M., & Emikpe, B. O. (2009). Safety evaluations of the aqueous extract of the leaves of Moringa oleifera in rats. *Journal of Medicinal Plants Research*, 3(8), 586–591.
- Ahmad, J., Khan, I., & Blundell, R. (2019). Moringa oleifera and glycemic control: A review of current evidence and possible mechanisms. *Phytotherapy research*, 33(11), 2841-2848.
- Akpan, H. B., Akande, A. A., Ojewale, A. O., Oladipupo, F. E., Akinpelu, O. F., & Jimoh, S. O. (2018). Moringa oleifera ameliorates nephropathic changes in alloxan-induced diabetic adult Wistar rats. *Journal of African Association of Physiological Sciences*, 6(2), 110-118.
- Akinmoladun F, et al (2015). Moringa oleifera extract protects kidney against acetaminophen-induced damage in rats. *J Med Plants Res.*;9(6):167–172.



- Anshika, Pandey, R. K., Singh, L., Kumar, S., Singh, P., Pathak, M., & Jain, S. (2022). Plant bioactive compounds and their mechanistic approaches in the treatment of diabetes: a review. *Future Journal of Pharmaceutical Sciences*, 8(1), 52.
- AL-BAYUOMI, A. F., & MDv, N. M. (2021). Effects of moringa oleifera seeds aqueous extract on type-II diabetic nephropathy in adult male albino rat. *The Medical Journal of Cairo University*, 89(June), 1129-1139
- Alam, S., Hasan, M. K., Neaz, S., Hussain, N., Hossain, M. F., & Rahman, T. (2021). Diabetes Mellitus : insights from epidemiology, biochemistry, risk factors, diagnosis, complications and comprehensive management. *Diabetology*, 2(2), 36-50.
- Aldi, Y., Aisyah, A., Abdillah, R., & Alianta, A. A. (2023). Activity of Moringa Oleifera Lam on Liver Function and Histology in White Male Rats. *Pharmacognosy Journal*, 15(5).
- Alejandro, E. U., Mamerto, T. P., Chung, G., Villavieja, A., Gaus, N. L., Morgan, E., & Pineda-Cortel, M. R. B. (2020). Gestational diabetes mellitus : A harbinger of the vicious cycle of diabetes. *International Journal of Molecular Sciences*, 21(14), 5003. <https://doi.org/10.3390/ijms21145003>
- Aljazzaf, B., Regeai, S., Elghmasi, S., Alghazir, N., Balgasim, A., Hdud Ismail, I. M., ... & Alghazeer, R. (2023). Evaluation of antidiabetic effect of combined leaf and seed extracts of Moringa oleifera (Moringaceae) on Alloxan-induced diabetes in mice : A biochemical and histological study. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2023(1), 9136217.
- Al-Malki AL, El Rabey HA. (2015). The antidiabetic effect of low doses of Moringa oleifera seeds in diabetic rats induced by high-fat diet and streptozotocin. *J Food Agric Environ*;13(3):76–81.
- Alqurashi, R., & Alholaibi, M. (2023). Polyphenols from Moringa Oleifera and Mulberry Exhibit Anti-Obesity and Anti-Hyperlipidemic Effects in Rats Fed a High-Fat Diet. *Current Topics in Nutraceutical Research*, 21(1).
- Amina, E. E., Adisa, J. O., Gamde, S. M., Omoruyi, E. B., Kwaambwa, H. M., & Mwapagha, L. M. (2024). Hypoglycemic Assessment of Aqueous Leaf Extract of Moringa oleifera on Diabetic Wistar Rats. *Biochemistry Research International*, 2024(1), 9779021.
- AmeenahGurib-Fakim (2006). Moringa oleifera : A food plant with multiple medicinal uses. *PhytotherapyResearch*, 20(1), 1–15. <https://doi.org/10.1002/ptr.2023>.



- Amjad, M. S., Qureshi, H., Arshad, M., Chaudhari, S. K., & Masood, M. (2015).** The incredible queen of green: Nutritive value and therapeutic potential of *Moringa oleifera* Lam. *J Coast Life Med*, 3(9), 744-751.
- Anwar, F., Latif, S., Ashraf, M., & Gilani, A. H. (2007).** *Moringa oleifera*: a food plant with multiple medicinal uses. *Phytotherapy Research: An International Journal Devoted to Pharmacological and Toxicological Evaluation of Natural Product Derivatives*, 21(1), 17-25.
- Alfredo VO, Gabriel RR, Luis CG, David BA (2009)** Physicochemical properties of a fibrous fraction from chia (*Salvia hispanica* L.). *LWT - Food Science and Technology*, 42(1), 168–173. doi:10.1016/j.lwt.2008.05.012.
- Agroconsult Haïti S.A. (2016).** Analyse des Potentialités de l'Exploitation du *Moringa* en Haïti : Rapport final. Préparé pour le Ministère de l'Agriculture, des Ressources Naturelles et du Développement Rural (MARNDR) et la Banque de la République d'Haïti (BRH). Port-au-Prince, Haïti.
- Atakpama, W., Goussivi E.K., kanda, M., Dourma, M., nare, M., Batawila, K., Akpagana, K. (2014).** *Moringa oleifera* lamarck (moringaceae) : une ressource phylogénétique à usage multiple, in revue *CAMES science de la vie, de la terre et agronomie*,2: p6-14.
- AMARA,F, BENGHANEM,Z. (2012)** . Effet antidiabétique des plantes Médicinales. Mémoier de fin d'étude, Université A. MIRA de Bejaia, Algérie.
- Anwar F, Latif S, Ashraf M, Gilani AH. (2007).** *Moringa oleifera* : a food plant with multiple medicinal uses. *Phytother Res*;21(1):17–25
- **Azeez, T. A. (2024).** Present State and Perspectives of Type 2 Diabetes Management. *Type 2 Diabetes in 2024-From Early Suspicion to Effective Management : From Early Suspicion to Effective Management*, 3.
- Ayobami, A. L., Kade, E. A., Oladimeji, K. A., Kehinde, S., & Gurpreet, K. (2020).** Anti-diabetic Potential of Aqueous Extract of *Moringa oleifera*, *Ocimum gratissimum* and *Vernonia amygdalina* in Alloxan-Induced Diabetic Rats. *bioRxiv*, 2020-08.

.B.



- Bagri, A., Sharma, M. R., Dhakad, P. K., & Sharma, M. M. (2023).** A Review on Moringa Oleifera and its Medicinal Uses.
- Belhadj M, Arbouche Z, Brouri M, Malek R, Semrouni M, Zekri S, Nadir D, Abrouk S. (2019).** BAROMÈTRE Algérie : enquête nationale sur la prise en charge des personnes diabétiques. Médecine Des Maladies Métaboliques, 13(2), 188–194.
- **Begbin, E. K., Odoh, E. A., Zougrou, E. G., Kablan, C. L. A., & Kouakou, K. K. (2021).** Évaluation des activités hypoglycémiantes et anti-hyperglycémiantes de l'extrait aqueux des feuilles de *Cnestis ferruginea vahl ex dc. Connaraceae*) chez la souris saine. Rev Ivoir Sci Technol, 37(2021), 186-95.
- **Bergmeyer H., Bower et cols., (1976).** GPT-ALAT, méthode cinétique sans phosphate pyridoxal. Clin .Chem Acta, p70
- **Bergmeyer, H. U., Scheibe, P., & Wahlefeld, A. W. (1978).** Optimization of methods for aspartate aminotransferase and alanine aminotransferase. Clinical chemistry, 24(1), 58-73
- **Bergmeyer H., Horder M., (1980).** GPT-ALAT, méthode cinétique sans phosphate de pyridoxal. Clin. Chem. Acta, p105-147
- Boulal, A., Ouafiane, A., Oubiri, M., & Ladjel, S. (2021).** Study of the antibacterial and antioxidant capacities of fixed oil of *Moringa oleifera* L. cultivated in the Southwest of Algeria. Asian Journal of Dairy and Food Research, 40(4), 358-364.
- Bhuptawat, H., Folkard, G. K., & Chaudhari, S. (2007).** Innovative physicochemical treatment of wastewater incorporating *Moringa oleifera* seed coagulant. Journal of Hazardous Materials, 142(1–2), 477–482. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2006.08.023>.
- Buettner, R., Schölmerich, J., & Bollheimer, L. C. (2007).** High-fat diets: modeling the metabolic disorders of human obesity in rodents. Obesity, 15(4), 798-808.
- Bichi MH. (2013).** A review of the application of *Moringa oleifera* seeds extract in water treatment. Civil and environmental research. Vol.3, No.8. ISSN 2225-0514.

.C.

- Cefalu, W. T., Leiter, L. A., Yoon, K. H., Arias, P., Niskanen, L., Xie, J., ... & Meininger, G. (2013).** Efficacy and safety of canagliflozin versus glimepiride in patients with type 2 diabetes



inadequately controlled with metformin (CANTATA-SU): 52 week results from a randomised, double-blind, phase 3 non-inferiority trial. *The Lancet*, 382(9896), 941-950.

-**Chami, M. A., Zemmour, L., Midoun, N., & Belhadj, M. (2015).** Diabète sucré du sujet âgé : la première enquête algérienne. *Médecine des maladies Métaboliques*, 9(2), 210-215. [https://doi.org/10.1016/S1957-2557\(15\)30046-8](https://doi.org/10.1016/S1957-2557(15)30046-8)

-**Chaudhary, S., Lindsay, D., Ray, R., & Glass, B. D. (2024).** Do the attitudes and practices of Australian pharmacists reflect a need for education and training to provide care for people who are transgender?. *International Journal of Pharmacy Practice*, 32(1), 61-68.

-**Chukwuebuka, E. (2015).** *Moringa oleifera* “The Mother’s Best Friend”. *International Journal of Nutrition and Food Sciences*, 4(6), 624–630. <https://doi.org/10.11648/j.ijnfs.20150406.14>.

- **Cole, J. B., & Florez, J. C. (2020).** Genetics of diabetes mellitus and diabetes complications. *Nature Reviews Nephrology*, 16(7), 377–390. <https://doi.org/10.1038/s41581-020-0278-5>

-**Coudreau, S. (2009).** Traitements antidiabétiques et prise de poids. *Réalités en nutrition et en diabétologie*, 21, 7-12.

.D.

-**Diab C, SahliNE (2021).** Enquête sur les types de diabète chez les femmes enceintes durant le dernier trimestre de la grossesse, Master en physiopathologie. Faculté de science de la nature et de la vie, Université de Tlemcen

- **Daira, N. E. H., Maazi, M. C., & Chefrour, A. (2016).** Contribution à l’étude phytochimique d’une plante médicinale (*Ammoides verticillata* Desf. Briq.) de l’Est Algérien. *Bulletin de la Société Royale des Sciences de Liège*, 85(1), 276-290.

-**Daryabor, G., Atashzar, M. R., Kabelitz, D., Meri, S., & Kalantar, K. (2020).** The impact of obesity and lifestyle on the immune system and susceptibility to infections such as COVID-19. *Frontiers in Immunology*, 11, Article 1582.

- **Delanaye, P., Cavalier, E., Maillard, N., Krzesinski, J. M., Mariat, C., Cristol, J. P., & Piéroni, L. (2010).** La créatinine: d’hier à aujourd’hui. In *Annales de biologie clinique* (Vol. 68, No. 5). John Libbey Eurotext, Montrouge, France. DOI: 10.1684/abc.2010.0479

.E.



-**Edoga, C. O., Njoku, O. O., Amadi, E. N., & Okeke, J. J. (2013).** Blood sugar lowering effect of *Moringa oleifera* Lam in albino rats. *Int J Sci Technol*, 3(1), 88-90.

-**Esubi, J. U., Olojede, S. O., Lawal, S. K., Medubi, L. J., Adekoya, A. J., Dauda, F. F., ... & Osinubi, A. A. (2019).** Comparative studies on safety of glimepiride and glipizide on renal microarchitecture and oxidative stress markers of pregnant streptozotocin-induced diabetic wistar rats. *Journal of Pharmacy and Pharmacology Research*, 3(1), 3-18.

-**Ezemagu, U. K., Okafor, C. C., Anibeze, C. P., Ojobo, C. M., Okechukwu, G. N., & Ezemagu, E. I. (2023).** Evaluating the Renal Toxicity Profile of *Moringa oleifera* Seed: Associating its Wide Consumption with Renal Failure–Subacute In vivo Study. *Journal of the Anatomical Society of India*, 72(2), 98-104.

.F.

Fakurazi S, Hairuszah I, Nanthini U. (2008). *Moringa oleifera* prevents acetaminophen-induced liver injury through restoration of glutathione level. *Food Chem Toxicol.*;46(8):2611–2615.

- **Forbes, J. M., & Cooper, M. E. (2013).** Mechanisms of diabetic complications. *Physiological reviews*, 93(1), 137-188.

.G.

- **Galicía-García, U., Benito-Vicente, A., Jebari, S., Larrea-Sebal, A., Siddiqi, H., Uribe, K. B., ... & Martín, C. (2020).** Pathophysiology of type 2 diabetes mellitus. *International journal of molecular sciences*, 21(17), 6275.

-**Gnanglè, P. C., Gbemavo, C. D. S. J., Aïhou, K., & Kakaï, R. L. (2013).** Productivity of cotton and sorghum in an agroforestry system of sheatrees (*Vitellaria paradoxa* Gaertn) in northern Benin. *Natural Science*, 5(2), 207–213. <https://doi.org/10.4236/ns.2013.52031>.

- **Gupta, R., Mathur, M., Bajaj, V. K., Katariya, P., Yadav, S., Kamal, R., & Gupta, R. S. (2012).** Evaluation of antidiabetic and antioxidant activity of *Moringa oleifera* in experimental diabetes. *Journal of diabetes*, 4(2), 164-171 .

.H.



-Hagras, M. M., Gamal, S. M., & Amin, H. A. (2009). Histological assessment of the possible protective role of glimepiride against progression of experimentally induced diabetic nephropathy in rats. *The Egyptian journal of hospital medicine*, 36(1), 483-498.

-Haritha, C., Reddy, A. G., Reddy, Y. R., Anjaneyulu, Y., Rao, T. M., Kumar, B. A., & Kumar, M. U. (2013). Evaluation of protective action of fenugreek, insulin and glimepiride and their combination in diabetic Sprague Dawley rats. *Journal of natural science, biology, and medicine*, 4(1), 207 .

-Hêdji, C. C., KpoguèGangbazo, D.N.S, HouinatoM.R ., Fiogbé E.D. (2014). Valorisation de Azollasp, Moringa oleifera, son de riz et de coproduits de volaille et de poisson en alimentation animale, *Journal of Applied Biosciences* 81 : p7277 – 7289, p7277-7289.

- Hong, Z., Xie, J., Hu, H., Bai, Y., Hu, X., Li, T., ... & Tian, Y. (2023). Hypoglycemic effect of Moringa oleifera leaf extract and its mechanism prediction based on network pharmacology. *Journal of Future Foods*, 3(4), 383-391.

.I.

-Ijarotimi O.S, Adeoti O.A et Ariyo.O, (2013) : Comparative study on nutrient composition, phytochemical, and functional characteristics of raw, germinated, and fermented Moringa oleifera seedflour. *Food Science & Nutrition* vol.1.No(6), pp. 452– 463 ; doi : 10.1002/fsn3.70.

- Ilonen, J., Lempainen, J., & Veijola, R. (2019). The heterogeneous pathogenesis of type 1 diabetes mellitus. *Nature Reviews Endocrinology*, 15(11), 635-650.

.J.

- Jaglan, P., Kaushik, D., Kumar, M., Singh, J., Oz, F., Shubham, S., ... & Rani, R. (2025). A critical review on Moringa oleifera : current status, physicochemical attributes, and food industrial applications. *Natural Product Research*, 39(8), 2293-2307.

-Jung, I. L. (2014). Soluble extract from Moringa oleifera leaves with a new anticancer activity. *PloS one*, 9(4), e95492.

-Jung, I.L., Lee, J.H., & Kang, S.C. (2015). A potential oral anticancer drug candidate, Moringa oleifera leaf extract, induces the apoptosis of human hepatocellular carcinoma cells. *Oncology Letters*, 10(3), 1597–1604.



.K.

- Kasolo, J. N., Bimenya, G. S., Ojok, L., Ochieng, J., &Ogwal-Okeng, J. W. (2011).** Phytochemicals and uses of Moringa oleifera leaves in Ugandan rural communities. *Journal of Medicinal Plants Research*, 4(9), 753–757.
- KEBIR, N. (2018).** Propriétés du Lait de chamelle cru sur les profils glucidique etlipidique des rats Wistar rendus diabétiques par l'alloxane.
- Khan, W., Parveen, R., Chester, K., Parveen, S., & Ahmad, S. (2017).** Hypoglycemic potential of aqueous extract of Moringa oleifera leaf and in vivo GC-MS metabolomics. *Frontiers in pharmacology*, 8, 577
- Kumari, D. J. (2010).** Hypoglycaemic effect of Moringa oleifera and Azadirachta indica in type 2 diabetes mellitus. *Bioscan*, 5(20), 211-214 .
- **Kucharska, E. (2013).** Diabetes type 2--criteria concerning the recognition and prevention, as well as therapeutic targets in the light of research results and guidelines formulated by the American Diabetes Association en 2012. *Przegląd lekarski*, 70(6), 404-406.

.L.

- Laleye, O. A. F., Ahissou, H., OlounladeAp., Azando, E. V.B. Et laleye, A. (2015).** Etude bibliographique de trois plantes anti-diabétique de la flore béninoise: Khayasengalensis (Desr) A.Juss(Meliaceae), Momordicacharantia Linn (cucurbitaceae)et Moringa oleifera Lam(Moringaceae).*International journal of Biological and chémical sciences*,9(5): p2682-2700.
- Louni, S. (2009).** Extraction et caractérisation physico-chimique de l'huile de graines de Moringa oleifera [Mémoire de Magister, École Nationale Supérieure Agronomique, Département de Technologie Alimentaire et Nutrition Humaine, El Harrach, Algérie].
- Leone, A., Spada, A., Battezzati, A., Schiraldi, A., Aristil, J., & Bertoli, S. (2015).** Cultivation, genetic, ethnopharmacology, phytochemistry and pharmacology of Moringa oleifera leaves: An overview. *International journal of molecular sciences*, 16(6), 12791-12835.

.M.



- Mamed, M. D. S., Castellsague, M., Perrenoud, L., & Kherad, O. (2020).** Diabète sucré : impact des affects sur les compétences d'autogestion. *Revue Médicale Suisse*, 16(697), 1206. https://www.revmed.ch/view/399718/3539353/RMS_697_1206.pdf
- Mbikay, M. (2012).** Therapeutic potential of *Moringa oleifera* leaves in chronic hyperglycemia and dyslipidemia: a review. *Frontiers in pharmacology*, 3, 24.
- Mbikay M. (2012).** Therapeutic potential of *Moringa oleifera* leaves in chronic hyperglycemia and dyslipidemia. *Front Pharmacol*;3:24.
- Mehenni, O., Smail, N., & Djoudi, F. Z. (2022).** Le diabète sucré dans la commune de Bab El Oued : prévalence et facteurs de risque. *Algerian Journal of medical and health research*, 1(3), 86-96.
- **Miara, M. D., Hammou, M. A., & Aoul, S. H. (2013).** Phytothérapie et taxonomie des plantes médicinales spontanées dans la région de Tiaret (Algérie). *Phytothérapie*, 11(4), 206-218.
- Mir, S. H., Darzi, M. M., Ahmad, F., Chishti, M. Z., & Mir, M. S. (2008).** The influence of glimepiride on the biochemical and histomorphological features of streptozotocin-induced diabetic rabbits. *Pakistan Journal of Nutrition*, 7(3), 404-407.
- Mulugeta, G., & Fekadu, A. (2014).** Industrial and Agricultural Potentials of *Moringa*. *Journal of Natural Sciences Research*, 4(14), 57–63.
- Mondol, D., Islam, M. N., Biswas, S., Jodder, P., Sana, S., Saleh, M. A., & Islam, M. R. (2020).** Investigation of the synergistic effect of glimepiride and rosuvastatin on alloxan-induced diabetic rat. *Journal of Diabetes & Metabolic Disorders*, 19, 1415-1422.
- **Mthiyane, F. T., Dlodla, P. V., Ziqubu, K., Mthembu, S. X., Muvhulawa, N., Hlengwa, N., ... & Mazibuko-Mbeje, S. E. (2022).** A review on the antidiabetic properties of *Moringa oleifera* extracts: focusing on oxidative stress and inflammation as main therapeutic targets. *Frontiers in Pharmacology*, 13, 940572.
- .N.
- Ndhlala, A.R., Mulaudzi, R., Ncube, B., Abdelgadir, H.A., du Plooy, C.P., & Van Staden, J. (2014).** Antioxidant, Antimicrobial and Phytochemical Variations in Thirteen *Moringa oleifera* Lam. Cultivars. *Molecules*, 19(7), 10480–10494.



-**Ndong M, Uehara M, Katsumata S, Suzuki K.(2007).** Effects of oral administration of *Moringa oleifera* Lam on glucose tolerance in Goto-Kakizaki and Wistar rats. *J Clin Biochem Nutr*;40(3):229–33.

-**NELLY, C. B. (2013).** Prise en charge des douleurs articulaires par Aromatherapie et phytotherapie.

.O.

-**Okoduwa, S. I. R., Umar, I. A., James, D. B., Inuwa, H. M., & Habila, J. D. (2016).** Evaluation of extraction protocols for anti-diabetic phytochemical substances from medicinal plants. *World journal of diabetes*, 7(20), 605.. <https://doi.org/10.4239/wjd.v7.i20.605>

-**Oliveira, D. T. D., Fernandes, I. D. C., Sousa, G. G. D., Santos, T. A. P. D., Paiva, N. C. N. D., Carneiro, C. M., ... & Guerra-Sá, R. (2020).** High-sugar diet leads to obesity and metabolic diseases in ad libitum-fed rats irrespective of caloric intake. *Archives of endocrinology and metabolism*, 64(1), 71-81. diabete

-**Omodanisi, E. I., Aboua, Y. G., Chegou, N. N., & Oguntibeju, O. O. (2017).** Hepatoprotective, antihyperlipidemic, and anti-inflammatory activity of *Moringa oleifera* in diabetic-induced damage in male wistar rats. *Pharmacognosy research*, 9(2), 182.

- **Osman, H. M., Shayoub, M. E., & Babiker, E. M. (2012).** The effect of *Moringa oleifera* leaves on blood parameters and body weights of albino rats and rabbits. *Jordan Journal of Biological Sciences*, 5(3), 147-150.

.P.

-**Pamo, E.T., Niba, A.T., Fonteh., F.A., Tedonkeng, F., Kana, J.R., Boukila, B., Tsachoung, J. (2005).** Effet de la supplémentation au moringa oleifera ou aux blocs multinutritionnels l'évolution du poids post part umetlacroissancepré-sevragedescobayes (caviaporcellusl). *Lives stock resresearch for rural Development*, p17.

-**Parveen, R., Agarwal, N. B., Kaushal, N., Mali, G., & Raisuddin, S. (2016).** Efficacy and safety of canagliflozin in type 2 diabetes mellitus : systematic review of randomized controlled trials. *Expert Opinion on Pharmacotherapy*, 17(1), 105-115.

.R.



- Rais, M. A., Awad, A. K., Swed, S., Ali, H. T., & Kashyap, R. (2022). An alarming trend concerning diabetes mellitus in Algeria. *International Journal of Surgery*, 106, 106911.
- Rahman, M. O., Ahmed, S., Mazumder, T., Salam, M. A., Baral, P. K., Rana, M. F., ... & Hussain, M. S. (2022). A comparative evaluation of cardiac and neurological safety status of two commonly used oral hypoglycaemic agents in T2-DM Swiss albino mice model. *Metabolism Open*, 14, 100191.
- Ravichandran, V., Arunachalam, G., Subramanian, N., & Suresh, B. (2009). Pharmacognostical and phytochemical investigations of *Moringa concanensis* (Moringaceae) an ethno medicine of Nilgiris. *J Pharmacogn Phytother*, 1, 76-81.
- Rigalleau V, Lang J, Gin H (2007). Étiologie et physiopathologie du diabète de type 2. *Endocrinologie-Nutrition*.
- .S.
- Saleh, S. S., & Sarhat, E. R. (2019). Effects of ethanolic *Moringa oleifera* extract on melatonin, liver and kidney function tests in alloxan-induced diabetic rats. *Indian Journal of Forensic Medicine & Toxicology*, 13(4), 1009-1013.
- Sabeti, S., Askaripour, M., Khaksari, M., Rajizadeh, M. A., Bejeshk, M. A., Akhbari, M., ... & Khoramipour, K. (2024). Exercise training improves diabetic renal injury by reducing fetuin-A, oxidative stress and inflammation in type 2 diabetic rats. *Heliyon*, 10(6).
- Simões, A. R., de Souza, A. T., Meurer, E. C., Scaliante, M. H. N. O., & Cortelo, T. H. (2025). *Moringa oleifera* : technological innovations and sustainable therapeutic potentials. *Caderno Pedagógico*, 22(1), e13594-e13594.
- Sierra-Campos, E., Valdez-Solana, M., Avitia-Domínguez, C., Campos-Almazán, M., Flores-Molina, I., García-Arenas, G., & Téllez-Valencia, A. (2020). Effects of *Moringa oleifera* leaf extract on diabetes-induced alterations in paraoxonase 1 and catalase in rats analyzed through progress kinetic and blind docking. *Antioxidants*, 9(9), 840.
- Stohs, S. J., & Hartman, M. J. (2015). Review of the safety and efficacy of *Moringa oleifera*. *Phytotherapy Research*, 29(6), 796-804.
- Suryasa, I. W., Rodríguez-Gámez, M., & Koldoris, T. (2021). Health and treatment of diabetes mellitus. *International journal of health sciences*, 5(1), 572192.



-Shigehara, T., Zaragoza, C., Kitiyakara, C., Takahashi, H., Lu, H., Moeller, M., Holzman, L.B. et Kopp, J.B. (2003). Inducible podocyte-specific gene expression in transgenic mice. *Journal of the American Society of Nephrology : JASN* 14(8) : 1998-2003.

-Schlienger, J. L. (2014). Diabète et phytothérapie : les faits. *Médecine des maladies Métaboliques*, 8(1), 101-106. [https://doi.org/10.1016/S1957-2557\(14\)70696-0](https://doi.org/10.1016/S1957-2557(14)70696-0)

.T.

-Trees for Life. (2013). Étude des pratiques et croyances alimentaires pour comprendre la malnutrition à Madagascar : bénéfices de l'introduction des feuilles de *Moringa oleifera* [Rapport]. Consulté le 2 octobre 2013, via MOAM.INFO

.V.

- Vanzela, E. C., Ribeiro, R. A., de Oliveira, C. M., Rodrigues, F. B., Bonfleur, M. L., Carneiro, E. M., ... & Boscherio, A. C. (2010). Pregnancy restores insulin secretion from pancreatic islets in cafeteria diet-induced obese rats. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 298(2), R320-R328. <https://doi.org/10.1152/ajpregu.00256.2009>.

-Verma AR, Vijayakumar M, Mathela CS, Rao CV. (2009) In vivo hepatoprotective activity of *Moringa oleifera* leaves. *Phytother Res*;23(3):409–415.

-Vincent D, Bayrou O, Chaprelon AC et Terlaud C., (2001). Diabète non insulino-dépendant (DNID, diabète de type 2). *Le Vademecum Thérapeutique: la conduite pratique du traitement*. Edition Masson. Paris, pp. 215-223.

-Vives-Pi, M., Rodríguez-Fernández, S. et Pujol-Autonell, I. (2015). How apoptotic β -cells direct immune response to tolerance or to autoimmune diabetes: a review. *Apoptosis : an international journal on programmed cell death* 20(3): 263-272 .

-Verhulst, M. J. L., Loos, B. G., Gerdes, V. E. A., & Teeuw, W. J. (2019). Evaluating all potential oral complications of diabetes mellitus. *Frontiers in Endocrinology*, 10, 56. <https://doi.org/10.3389/fendo.2019.00056>

.W.



-Whiting, D. R., Guariguata, L., Weil, C., & Shaw, J. (2011). IDF diabetesatlas: global estimates of the prevalence of diabetes for 2011 and 2030. Diabetesresearch and clinical practice, 94(3), 311-321.

.Y.

Yusoff, M. M. (2016). Aqueousenzymatic extraction of Moringa oleifera oilwith high pressure processingpre-treatment, these de doctorat en phylosophie, department aliment et sciences Alimentaires, universite de Reading, angleterre, p214

.Z.

-Ziyadeh, F. N. (2004). Mediators of diabetic renal disease: the case for TGF- β as the major mediator. Journal of the American Society of Nephrology, 15(1_suppl), S55-S57

Annexes

Annexes 01 :

- **Matériel non biologiques**

- ✓ Seringues stériles de 3 et de 5 ml
- ✓ Tubes héparines
- ✓ Tubes EDTA
- ✓ Tubes sec
- ✓ Micropipettes avec les embouts jaunes et bleues
- ✓ Portoir des tubes
- ✓ Centrifugeuse
- ✓ Sonde de gavage
- ✓ Spectrophotomètre
- ✓ Réfrigérateur
- ✓ Poubelle
- ✓ Ciseaux
- ✓ Trousses de dissection
- ✓ Balance analytique
- ✓ Gants et bavettes
- ✓ Boîtes en plastique et en verre
- ✓ Papier aluminium
- ✓ Des épingles
- ✓ Glucomètre
- ✓ Cotton
- ✓ Les cages

- **Réactifs et solutions**

- ✓ Alcool (50°-70°-90°-100°)
- ✓ Eau distillée
- ✓ Bétadine
- ✓ Chloroforme
- ✓ Formol (CH₂O)
- ✓ Eau physiologique
- ✓ Hématoxyline
- ✓ Eosine
- ✓ Paraffine
- ✓ Eukitt

- **Appareillages utilisées**



Centrifugeuse



Micropipettes



Balance



Trousse de dissection



Cloche



Etuve



Station d'enrobage



Microtome



Microscope



Station d'enrobage

Annexe 2 :

Les rats wistar :

Les rats Wistar sont une souche albinos (*Rattus norvegicus*), couramment utilisée comme modèle animal dans la recherche scientifique. Ils sont très appréciés en laboratoire en raison de leur facilité d'élevage, de leur docilité, de leur croissance rapide et de leur grande tolérance aux manipulations expérimentales.

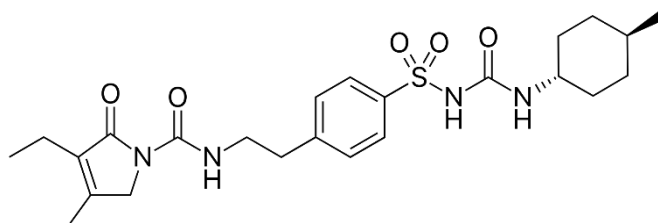
Le régime cafétéria :

Le régime cafétéria hypercalorique est un type de régime alimentaire utilisé dans la recherche expérimentale, composé d'aliments riches en calories, en graisses saturées, en sucres simples et en sel. Il est appelé ainsi parce qu'il imite les aliments « de cafétéria » ou de type fast-food, tels que les biscuits, les chips, le fromage, les saucisses, le chocolat, les pâtisseries industrielles, etc. Ce régime est utilisé pour induire un état de diabète de type 2 ou de pré-diabète chez les rats, en simulant les habitudes alimentaires occidentales malsaines. Chez les rats Wistar, le régime cafétéria provoque :

- Une obésité (prise de poids importante)
- Une résistance à l'insuline
- Une hyperglycémie modérée à sévère
- Des troubles du métabolisme lipidique (dyslipidémie)
- Une stéatose hépatique (foie gras)

Glimépiride :

Le glimépiride est un médicament antidiabétique oral utilisé pour traiter le diabète de type 2. Il appartient à la classe des sulfonylurées et agit en stimulant la libération d'insuline par le pancréas, ce qui aide à réduire le taux de sucre dans le sang.

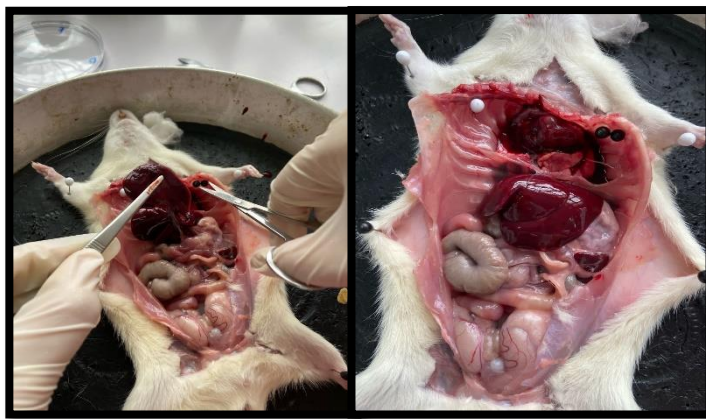


Annexe 3 :

La dissection des rats

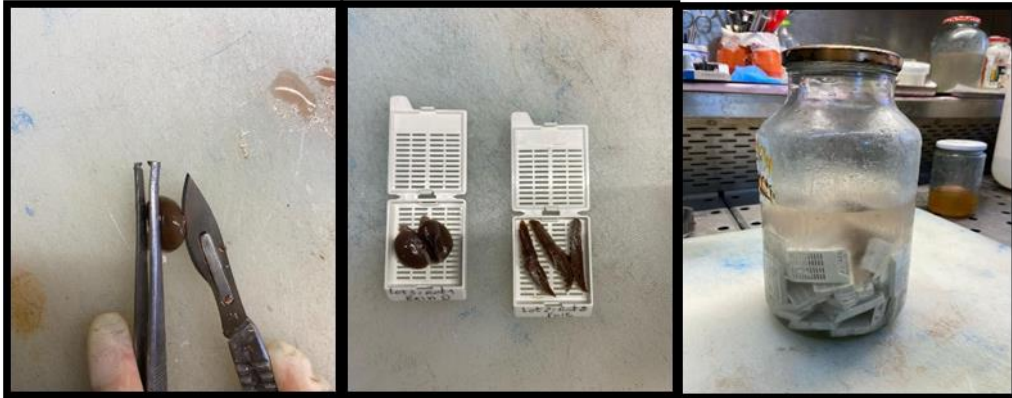
Après le sacrifice de l'animal, la dissection a été réalisée étapes suivantes :

- 1- Placer le rat dans une planche à dissection, dont son côté dorsal contre la planche.
- 2- Fixer les pattes de rat sur la planche en utilisant des épingles.
- 3- À l'aide d'un ciseau et d'une pince, réaliser une incision ventrale en coupant successivement la peau, puis la paroi musculaire, pour accéder aux organes interne.



Annexe 04 :

L'étude des coupes histologique



La macroscopie



Mise des cassettes dans le circulateur



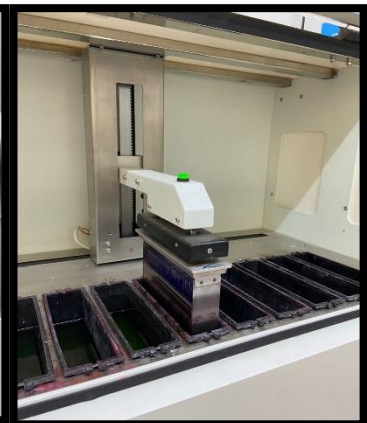
L'enrobage



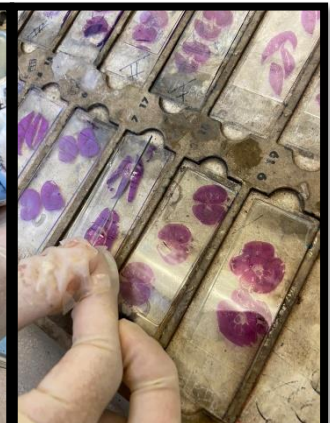
Coupes au microtome



Le déparaffinage



La coloration HE



Le montage des lames



Observation par microscope

Les étapes :

- **Examen Macroscopique** : Après avoir effectué l'observation macroscopique , on a réalisés des coupes de fragement des organes etudier (foie et reins), puis les placé dans une cassette histologique fermée et immergée dans du formol à 10 % afin d'assurer la fixation du tissu.
- **Mise dans le Circulateur** : Les cassettes sont placées dans le circulateur pendant 23 heures. Cet appareil permet de réaliser successivement les étapes de fixation, déshydratation, clarification et infiltration en paraffine des tissus.
- **L'enrobage** : L'enrobage est réalisé à l'aide d'un appareil contenant de la paraffine chaude. Les fragments d'organes sont transférés des cassettes vers des moules métalliques, puis recouverts de paraffine fondue à l'aide de l'appareil. Ensuite, une fois la paraffine terminer , les blocs lcontenant les tissus sont démoulés,et transférer au congélateur
- **Les coupes au microtome** :apres lenrobage, les coupes sont effectués a l'aide d'un microtome ,d'abors on a enlevées l'excès de paraffine avant de faire les coupes . Les coupes obtenues sont transférées dans un bain-marie chauffé à 43–44 °C avant d'être déposées sur des lames déjà préparer pour chaque blocs .
- **Déparaffinage** : Le déparaffinage est réalisé en plaçant les lames dans une étuve à 90 °C pendant 1h, afin de faire fondre la paraffine et préparer les tissus pour la coloration.
- **Coloration HE** :la coloration HE est effectuée à l'aide d'un automate de coloration.
- **Montage des lames** : Le montage est réalisé en déposant une goutte Eukitt sur la lame suivie par quelques gouttes de xylène,après on dépose une lamelle sur la lame afin de préserver la coupe et permettre l'observation microscopique.
- **Examen microscopique** :enfin, Les lames sont observées au microscope optique pour interpréter les résultats des coupes histologique .

Annexe 05 :

- **Tableau I:** Moyenne du poids corporel des rats en g

Lots	Phase d'adaptation	Phase d'induction du diabète	Phase du traitement
lot 1	180	280	260
lot 2	160	220	200
lot 3	175	290	270
lot 4	178	288	268
lot 5	200	250	300
lot 6	140	150	155

- **Tableau II :** poids des organes de lot 1

	Foie	Rein gauche	Rein droite
Rat 1	7.050	0.978	0.972
Rat 2	7.217	1.031	0.955
Rat 3	8.562	0.833	0.886
Rat 4	9.640	1.000	1.016
Rat 5	5.454	0.993	0.999

- **Tableau III :** poids des organes de lot 2

	Foie	Rein gauche	Rein droite
Rat 1	6.592	0.986	1.071
Rat 2	6.063	0.909	0.917
Rat 3	6.049	0.809	0.890
Rat 4	8.427	1.032	1.072
Rat 5	7.512	0.848	0.865

- **Tableau IV :** poids des organes de lot 3

	Foie	Rein gauche	Rein droite
Lot 1	5.579	0.724	0.784
Lot 2	3.662	0.588	0.662
Lot 3	4.683	0.643	0.606
Lot 4	6.362	0.793	0.803
Lot 5	3.525	0.592	0.640

- **Tableau V :** poids des organes de lot 4

	Foie	Rein gauche	Rein droite
Lot 1	5.603	0.808	0.854
Lot 2	6.065	0.858	0.828
Lot 3	6.480	1.49	1.261

Lot 4	9.276	0.948	0.952
Lot 5	8.842	1.016	0.994

- **Tableau VI** : poids des organes de lot 5

	Foie	Rein gauche	Rein droite
Lot 1	6.617	1.136	1.034
Lot 2	7.880	0.787	0.811
Lot 3	7.388	0.863	0.793
Lot 4	6.052	0.791	0.880
Lot 5	4.552	0.748	0.808

- **Tableau VII**: poids des organes de lot 6

	Foie	Rein gauche	Rein droite
Lot 1	7.066	0.635	0.660
Lot 2	6.087	0.718	0.680
Lot 3	7.515	0.866	0.962
Lot 4	6.662	0.815	0.774
Lot 5	4.920	0.727	0.705

- **Tableau VIII** : Lot 1 Vs Lot 4

Variable	U-statistique	P-value	Interprétation
Glycimie	27,000	0,917	Pas de différence significative
Creatinine	26,500	0,833	Pas de différence significative
Trygléciride	20,000	0,117	Pas de différence significative
ASAT	23,000	0,347	Pas de différence significative
ALAT	17,000	0,028	✓ Différence significative (p < 0.05)

- **Tableau IX**: Lot 1 Vs Lot 5

Variable	U-statistique	P-value	Interprétation
Glycimie	23,000	0,347	Pas de différence significative
Creatinine	27,000	0,917	Pas de différence significative
Trygléciride	20,500	0,142	Pas de différence significative
ASAT	23,000	0,347	Pas de différence significative
ALAT	16,000	0,016	✓ Différence significative (p < 0.05)

- **Tableau 9** : Lot 1 Vs Lot 6

Variable	U-statistique	P-value	Interprétation
Glycimie	5,000	0,117	Pas de différence significative

Creatinine	2,500	0,036	✓ Différence significative (p < 0.05)
Trygliciride	5,000	0,117	Pas de différence significative
ASAT	8,000	0,347	Pas de différence significative
ALAT	2,000	0,028	✓ Différence significative (p < 0.05)

- **Tableau X : Lot 2 Vs Lot 3**

Variable	U-statistique	P-value	Interprétation
Glycimie	7,000	0,251	Pas de différence significative
Creatinine	1,500	0,021	✓ Différence significative (p < 0.05)
Trygliciride	10,500	0,675	Pas de différence significative
ASAT	3,000	0,047	✓ Différence significative (p < 0.05)
ALAT	6,000	0,173	Pas de différence significative

- **Tableau XI : Lot 2 Vs Lot 4**

Variable	U-statistique	P-value	Interprétation
Glycimie	8,000	0,347	Pas de différence significative
Creatinine	7,500	0,293	Pas de différence significative
Trygliciride	9,000	0,465	Pas de différence significative
ASAT	3,000	0,047	✓ Différence significative (p < 0.05)
ALAT	11,000	0,754	Pas de différence significative

- **Tableau XII : Lot 2 Vs Lot 5**

Variable	U-statistique	P-value	Interprétation
Glycimie	5,000	0,117	Pas de différence significative
Creatinine	5,000	0,116	Pas de différence significative
Trygliciride	11,500	0,834	Pas de différence significative
ASAT	5,000	0,117	Pas de différence significative
ALAT	12,000	0,917	Pas de différence significative

- **Tableau XIII: Lot 2 Vs Lot 6**

Variable	U-statistique	P-value	Interprétation
Glycimie	0,000	0,009	✓ Différence significative (p < 0.05)
Creatinine	0,000	0,009	✓ Différence significative (p < 0.05)
Trygliciride	10,000	0,602	Pas de différence significative
ASAT	6,000	0,175	Pas de différence significative

ALAT	9,000	0,465	Pas de différence significative
------	-------	-------	---------------------------------

- **Tableau XIV : Lot 3 Vs Lot 4**

Variable	U-statistique	P-value	Interprétation
Glycimie	10,500	0,675	Pas de différence significative
Creatinine	5,000	0,114	Pas de différence significative
Trygléciride	3,000	0,047	✓ Différence significative (p < 0.05)
ASAT	11,000	0,754	Pas de différence significative
ALAT	9,000	0,463	Pas de différence significative

- **Tableau XV : Lot 3 Vs Lot 5**

Variable	U-statistique	P-value	Interprétation
Glycimie	7,000	0,251	Pas de différence significative
Creatinine	9,000	0,459	Pas de différence significative
Trygléciride	5,500	0,142	Pas de différence significative
ASAT	9,000	0,465	Pas de différence significative
ALAT	7,000	0,249	Pas de différence significative

- **Tableau XVI : LOT 3 VS LOT 6**

Variable	U-statistique	P-value	Interprétation
Glycimie	0,000	0,009	✓ Différence significative (p < 0.05)
Creatinine	0,500	0,012	✓ Différence significative (p < 0.05)
Trygléciride	1,000	0,016	✓ Différence significative (p < 0.05)
ASAT	12,000	0,917	Pas de différence significative
ALAT	4,000	0,075	Pas de différence significative

- **Tableau XVII : LOT 4 VS LOT 5**

Variable	U-statistique	P-value	Interprétation
Glycimie	10,000	0,602	Pas de différence significative
Creatinine	10,000	0,599	Pas de différence significative
Trygléciride	7,000	0,251	Pas de différence significative
ASAT	12,000	0,917	Pas de différence significative
ALAT	12,000	0,917	Pas de différence significative

- **Tableau XVIII : LOT 4 VS LOT 6**

Variable	U-statistique	P-value	Interprétation
Glycimie	8,000	0,347	Pas de différence significative
Creatinine	,500	0,011	✓ Différence significative (p < 0.05)
Trygléciride	9,000	0,465	Pas de différence significative
ASAT	10,000	0,602	Pas de différence significative
ALAT	8,000	0,347	Pas de différence significative

- **Tableau XIX : LOT 5 VS LOT 6**

Variable	U-statistique	P-value	Interprétation
Glycimie	12,000	0,917	Pas de différence significative
Creatinine	0,000	0,009	✓ Différence significative (p < 0.05)
Trygléciride	9,000	0,465	Pas de différence significative
ASAT	12,000	0,917	Pas de différence significative
ALAT	6,000	0,175	Pas de différence significative

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جامعة سعد دحلب البليدة (1)
Université SAAD DAHLEB-Blida 1



Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département de Biologie

Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme de Master dans le domaine SNV

Filière : Sciences Biologiques

Option : Biochimie

Thème

**Étude de l'effet hypoglycémiant du « *Moringa Oleifera* »
Sur un modèle animal**

Présenté par :

Soutenu le : 08 /07/2025

M^{lle} Ouzar Lyna

M^{lle} Berdaoui Lyna

Devant le jury :

Nom et Prénom

Grade

Lieu

Qualité

M^{me} Edaikra

MCA

USDB1

Président (e)

M^{me} Drouche I

MCB

USDB1

Examineur (e)

M^{me} Hamzi W.

MCA

USDB1

Promotrice

M^{me} Saidi F

MCA

USDB1

Invitée

Année Universitaire 2024/2025

