

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de L'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



N°Ref :

Centre Universitaire Abdelhafid Boussouf- Mila

Institut des Sciences et de la Technologie

Département des Sciences de la Nature et de la Vie

Mémoire préparé en vue de l'obtention du diplôme de

Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : Biochimie Appliquée

Thème :

**Tests phytochimiques, dosage des poly-phénols et étude des
activités biologiques des extraits du piment fort**

(*Capiscum annum L.*)

Présenté par :

Boughachiche Mohamed

Devant le jury :

Président : BOUNAMOUS Azzedine Pr Centre universitaire Mila

Examinatrice : BOUCHERIT Hanane MCB Centre universitaire Mila

Promoteur : KELLAB Rabah MAA Centre universitaire Mila

Année Universitaire : 2022/2023

REMERCIEMENTS

SALAM SUR SON PROPHETE MOHAMMED

" الحمد لله الذي هدانا لهذا وما كنا لنهتدي لولا ان هدانا الله "

Nous tenons à remercier Allah le tout puissant de nous avoir accordé la force, le courage et la patience pour achever ce travail, et tous eux qui ont contribués à la

Réalisation de ce travail en particulier à:

*NOTRE encadreur **Mr. Kellab Rabah** pour avoir accepté de nous encadré, et qui a proposé le thème de ce mémoire,*

Et pour ses conseils qui ont amélioré la réalisation de ce mémoire.

Nous remercions également messieurs les membres de jury pour l'honneur qu'ils nous ont fait en acceptant de siéger à notre soutenance,

Tout particulièrement

***Madame boucherit Hanane** , pour nous avoir fait l'honneur de présider le jury de*

Ce mémoire.

*. **madame boukaria sabah**, qui a bien voulu examiner ce travail.*

Enfin nous remercions tous ceux qui nous ont aidés de près ou de Loin pour l'élaboration de ce travail.

Dédicace

*Je remercie ALLAH de m'avoir
illuminé le chemin de savoir et
de m'avoir*

*Donné le foie et le courage pour arriver jusque-là.
Je dédie ce présent travail premièrement et avant
tout aux deux êtres les plus chers sur cette terre, mes
parents qui n'ont jamais*

*Cessé de me soutenir tout au long de mes études.
A mon chère frère mahmoud dieu qui protège
A mon bras droit ma femme mouna , pour ca soutien
inconditionnel, sa patience illimitée et ses encouragements
incessants jusqu'à l'achèvement de cetravail. A mes enfants
taha et zine.*

A mes sœurs fatiha, rabia,fouzia et hassina et leur famille.

*A mes chère amis mohamed, kamel et lotfi épouses et
leurs enfants*

A mes chers professeurs

*A toute la famille **BOUGHACHICHE***

A ceux que j'aime du fond de cœur.

Table de matières

Introduction	1
.....	1
I. LePancréas	1
I.2. Insuline.....	2
II. diabète.....	4
I	
III. Facteursderisques	6
I. Généralités	11
II. Les avantages et les inconvénients de la phytothérapie.....	12
II.1. Les avantages.....	12
II.2. Les inconvénients	13
III. Les substances bioactives des plantes	Erreur ! Signet non défini.
III.1. Les tannins.....	16
III.2. Les flavonoïdes	16
III.3. Les acides phénoliques.....	16
III.4. Les anthocyanes	16
III.5. Les mucilages.....	17
III.6. Les saponines	17
III.7. Les coumarines.....	17
III.8. Les glucosides cardiotoniques.....	17
III.9. Les anthraquinones.....	17
III.10. Les alcaloïdes	17
III.11. Les terpènes et les stéroïdes	18
I. Histoireetorigine dupiment	17
II. Systématique et botanique	18
II.1. Caractères généraux.....	18
II.2. Nomenclature vernaculaire	19
II.3. Exigences écologiques.....	19

II.4. Fertilisation et irrigation	20
II. 4.1. Rôle des principaux éléments minéraux	20
II. 4.2. Estimation des besoins et modalités pratique de la fumure	21
II .4.3. Les besoins en eau	21
III. Génétique du piment (<i>Capsicum annum L.</i>)	21
III.1. Relations cytogénétiques	21
III.2.Génétique des caractères	22
III.3. Qualité et sélection du piment	22
I. Importance de la culture.....	24
I.1. Valeur nutritive.....	24
I.2.Les divers usages	25
I.3. Effets délétères	29
Objectifscientifique	31
I. Matériel et Méthodes	31
I.1.Matérielvégétal	31
I.1.1.Lechoix dela plante	31
II. Méthodesd'extractionetd'analyse	33
II. 1. ExtractionparSoxhlet	33
II.1.1. Modeopérateur.....	33
II.1.2. Etudephytochimique	33
II.1.2.1.Phytochimiequalitative	33
II.2.2. Phytochimiequantitative	36
III. Dosagedespolyphénols	37
III.1. Moded'opérateur	37
III.2. Expressiondesrésultats	37
IV. Dosagedesflavonoïdestotauxparla méthodedetrichlorured' Aluminium	37
V. Évaluationdel'activité antioxydante.....	38
VI. L'activitéantibactérienne	39
VI.1. Lessouchesbactériennestestées.....	39
VI.2. Lesmilieuxdeculture	40
VI.3.Revivificationmicrobiologiquedessouchesbactérienne	40
VI.4. Vérificationdelapuretédessouchesbactériennes	40

VI.4.1. Pré-enrichissement des souches bactériennes	40
VI.4.2. Préparation des suspensions bactériennes	41
VI.4.3. Le protocole de 1 ^{re} activité antibactérienne	41
VII. Matériel animal	44
VII.1. Local de travail	44
VII.2. Les animaux d'expérimentation	44
IX. Produit médical	45
IX.1. Définition de l'alloxane	45
IX.2. Mécanisme d'action	46
IX. Méthode d'évaluation de l'activité anti-hyperglycémiant de l'extract de piment	47
IX.1. Induction chimique du diabète	47
IX.2. Mesure de la glycémie	48
IX.3. Gavage des extraits végétaux	49
IX.5. Evolution du poids corporel	49
IX.6. Prélèvements sanguins	50
IX.7. Abattage et prélèvements sanguins	50
X. Méthodes de dosage des paramètres biochimiques du sang	50
X.2. Dosage de la cholestérolémie	52
Caractérisation physico-chimiques	
I-Tests qualitatifs	53
II-Tests quantitatifs	55
II-1- Le taux de l'humidité et de la matière sèche	55
II-2. Le rendement	56
II-3- Dosage des polyphénols	57
II-4- Dosage des flavonoïdes totaux par la méthode de trichlorure d'Aluminium	60
II-5- L'Activité antioxydante	62
III- L'activité antibactérienne de l'extraits	67
III-1- Résultats des tests microbiologiques	67
III-2-. Evaluation de l'activité antibactérienne de l'extract de piment fort	68
III-3-. Pouvoir antibactérien d'extraits de <i>capsicum annuum L.</i>	69
II. GLYCEMIE durant la période d'acclimatation	72
III. Poids et glycémie après induction du diabète poids en g et traitement	72

Résumé

Les chercheurs se sont penchés sur l'axe de l'identification de nouveaux principes actifs à caractère curatif ou préventif. Ainsi, l'utilisation des plantes médicinales a propriétés biologiques élevées, et sans effets secondaires, peuvent être néfastes pour la santé.

A cet effet, il s'est avéré de première nécessité de choisir ce légume, *Capsicum annuum L.* de la famille des Solanacées ou Solanaceae, très utilisée vu sa richesse en métabolites secondaires qui font de lui un véritable concurrent dans le traitement traditionnel contre pas mal de maladies comme le rhum, les maux de la gorge, diabète, inflammation, arthrite, antioxydant...etc. malgré, qu'elle reste très peu exploitée. L'extrait méthanolique du piment fort a prouvé tout le bien qu'on pense de sa richesse, du fait qu'il est testé sur des lapins de race locale *Oryctolagus cuniculus domesticus*, de sexe mâle et femelle rendus diabétiques par injection d'alloxane. Après traitement par cet extrait méthanolique du piment, il est enregistré une diminution de la glycémie chez les animaux traités et la même observation pour la cholestérolémie et la tryglycéridémie dont les taux ont diminués. Cependant, il ne faut pas oublier ses propriétés antioxydantes, antidiabétique et sa richesse en métabolites.

Les mots clés: *Capsicum annuum L.*, Extraction, métabolites secondaires ; Antidiabétique, Alloxane, Glycémie, activité antioxydante.

Abstract

The researchers focused on the axis of identifying new active ingredients of a curative or preventive nature. Thus, the use of medicinal plants with high biological properties, but without side effects, can be harmful to health.

For this purpose, it turned out to be essential to choose this vegetable, *Capsicum annum* L. from the Solanaceae or Solanaceae family, widely used given its richness in secondary metabolites which make it a real competitor in the traditional treatment against not illnesses such as colds, sore throats, diabetes, inflammation, arthritis, etc. despite, that it remains very little exploited. The methanolic extract of hot pepper has proven everything we think of its richness, because it is tested on rabbits of the local breed *Oryctolagus cuniculus domesticus*, male and female, made diabetic by injection of alloxan. After treatment with this methanolic pepper extract, a decrease in glycemia is recorded in the treated animals and the same observation for cholesterolemia and tryglyceridemia, the levels of which have decreased. However, we must not forget its antioxidant properties, antidiabetic and its richness in metabolites.

Key words: *Capsicum annum* L., Extraction, secondary metabolites; Antidiabetic, Alloxane, Glycemia, antioxidant activity.

الملخص

ركز الباحثون على محور تحديد المكونات النشطة الجديدة ذات الطبيعة العلاجية أو الوقائية. وبالتالي ، فإن استخدام النباتات الطبية ذات الخصائص البيولوجية العالية ، ولكن بدون آثار جانبية ، يمكن أن يكون ضارًا بالصحة من عائلة *Solanaceae* أو *Solanacees*.

لهذا الغرض ، اتضح أنه من الضروري اختيار هذه الخضار ، الفليفلة الحولية *L.* وتستخدم على نطاق واسع نظرًا لغناها بالمستقلبات الثانوية مما يجعلها منافسًا حقيقيًا في العلاج التقليدي ضد الأمراض مثل نزلات البرد. والتهاب الحلق والسكري والالتهابات والتهاب المفاصل وما إلى ذلك. على الرغم من أنه لا يزال مستغلًا قليلاً جدًا. أثبت المستخلص الميثانولي للفلل الحار كل ما نفكر فيه عن ثرائه ، لأنه تم اختباره على الأرانب من السلالة المحلية *Oryctolagus cuniculus* الداجن ، ذكورًا وإناثًا ، المصابة بداء السكري عن طريق حقن الألوكسان. بعد العلاج بمستخلص الفلفل الميثاني ، يتم تسجيل انخفاض في نسبة السكر في الدم في الحيوانات المعالجة ونفس الملاحظة لكولسترول الدم وتريجليسيريد الدم ، حيث انخفضت مستوياتهما. ومع ذلك ، يجب ألا ننسى خصائصه المضادة للأكسدة ومضادات السكر وثرائه في المستقلبات.

الكلمات المفتاحية: الاستخلاص ، المستقلبات الثانوية ؛ مضاد لمرض السكر ، ألوكسان ، سكر الدم ، نشاط مضاد للأكسدة، الفليفلة الحولية

Liste des abréviations

Abs : absorbance

ADP : adénosine di-phosphate

ATP : adénosine triphosphate

AlCl₃ : trichlorure d'aluminium

4-AF : phénol4-aminophénazone

CHE : cholestérol estérase

CHOD : cholestérol oxydase

DAP : dihydroxyacétone

DO : densité optique

DOD : densité optique de dosage

DPPH : 1.1 diphényl picryl-hydrazyle

EAB : extrait aqueux brut

E ETH : extrait éthanolique

EGA : équivalent d'acide gallique

E METH : extrait méthanolique

FeCl₃ : chlorure ferrique

FCR : folin ciocalteu

H₂O₂ : peroxyde d'hydrogène

H₂SO₄ : acide sulfurique

HgCl₂ : chlorure de mercure

I₂ : diode

GLUT 2 : glucose transporteur

GK: glycérol kinase

GOD: glucose oxydase

GPO : glycérophosphate déshydrogénase

KI : iodure de potassium

LPL : lipoprotéine lipase

Mg⁺⁺ : magnésium

MNT : malade non traité

MS : matière sèche

Na₂CO₃ : carbonate de sodium

OMS : organisation mondiale de la santé

POD : peroxydase

PP : poly phénol

T : témoin

TG : triglycérides

IC : capacité inhibitrice

DID : Diabète Insulino Dépendant

H : Humidité

AVK: Anticoagulant Vitamine K

HDL: High-density lipoprotein

LDL: Low density lipoprotein

HTA: Hyper Tension Arterial

ATCC: American Type Culture Collecte

BN: Bouillon Nutritif

GN: Gellose Nutritive

MH: Mueller Hinton

DMSO: le diméthylsulfoxyde

G+: gramme positif

G-: gramme négatif

HPLC : chromatographie à haute performance

Liste des unités

% : pour cent

°C : Degré Celsius

$\mu\text{g/ml}$: Microgramme par millilitre.

Cm : centimètre

mm : millimètre

Mg : milligramme

Mg/ml : milligramme par millilitre

Mg/dl : milligramme par décilitre

ml/kg : millilitre par kilogramme

g/l : gramme par litre

h : heure

mn : minute

ml : millilitre

nm : nanomètre

mmol/l : millimol par litre

$\mu\text{g/ml}$: microgramme par millilitre

μl : microlitre

g : gramme

ug EAG /mg : microgramme equivalent en acide galique par milligramme

ug EAQ/mg : microgramme equivalent en acide Quercitine par milligramme

DA : dalton

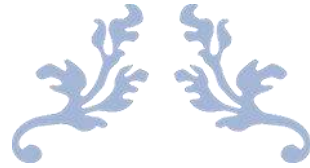
Liste des figures

Figure 1 Anatomie générale du Pancréas	2
Figure 2 Mécanismes d'action de l'insuline sur les tissus cibles	3

Figure 3 Des mécanismes du diabète de type 1 et 2.....	5
Figure 4 Physiopathologie de la forme commune du diabète de type 2.....	7
Figure 5 la phytothérapie.....	12
Figure 6 plante (Capsicum annuum L.).....	18
Figure 7 Poudre et fruit de Capsicum (Capsicum annuum L.).....	26
Figure 8 Fleur de Capsicum annuum L.....	30
Figure 9 Les fruits du piment fort murs	31
Figure 10 Diagramme représentant les différentes étapes de la préparation de la matière première.....	32
Figure 11 Mécanisme réactionnel intervenant lors du test DPPH+ entre l'espèce radicalaire DPPH+ et un antioxydant.....	38
Figure 12 Principe de la méthode de diffusion par disques 8	42
Figure 13 préparation des disques dans les boites de géloses MH.....	43
Figure 14 Lapins au niveau de l'animalerie	45
Figure 15 L'alloxane.....	46
Figure 16 Induction du diabète.....	48
Figure 17 Gavage de l'extrait aux lapins diabétiques	49
Figure 18 Dosage des paramètres biochimiques.	54
Figure 19 Teneur en eau et le taux de matière sèche du pigment fort.....	55
Figure 20 Le rendement de l'extrait hydro-méthanolique	56
Figure 21 Courbe d'étalonnage de l'acide gallique.....	58
Figure 22 Dosage des polyphénols.....	59
Figure 23 Courbe d'étalonnage de la quercétine.....	61
Figure 24 Teneurs en flavonoïdes totaux de piment fort.	61
Figure 25 Activité anti oxydante d'E.Méthn	63
Figure 26 Courbe de la variation du taux d'inhibition selon la concentration	66
Figure 27 POIDS et Glycémie a l'arrivée des lapins	71
Figure 28 GLYCEMIE durant la période d'acclimatation	72
Figure 29 POIDS APRES INDUCTION DU DIABETE EN G ET TRAITEMENT	74
Figure 30 taux de glycimie apres induction	74

Liste des tableaux

Tableau 01: Génétique des caractères	21
Tableau 02: les vitamines du piment en g	24
Tableau 03: les minéraux	25
Tableau 04 :la composition du piment fort	25
Tableau05: Tableau descriptif des différentes souches bactériennes testées.....	39
Tableau 06: Tableau descriptif des milieux de culture utilisés.....	39
Tableau 07: Profil phytochimique du piment fort.....	44
Tableau 08: Absorbance des différentes concentrations en acide gallique	57
Tableau 09: Résultats du dosage des polyphénols de piment fort.....	58
Tableau 10: Résultats du dosage des flavonoïdes du piment fort	59
Tableau 11: taux d'inhibition Selon la dilution utilise	61
Tableau 12: variation taux d'inhibition et absorbance selon la concentration	65
Tableau 13: résultat des testes de test de l'activité antibactérienne	67
Tableau 14: Degrés de sensibilités des souches testés vis-à-vis des extraits obtenus.....	71
Tableau 15 : valeur de triglycéride en g/l de chaque lapin après l'abattage.	72
Tableau 16 : valeur de cholestérol en g/l de chaque lapin après l'abattage.....	73
Tableau 17 : valeur phosphatase alcaline en UI de chaque lapin après l'abattage.....	74
.Tableau 18 : valeur urée en g/l de chaque lapin après l'abattage.....	76
Tableau 19 : valeur créatine en g/l de chaque lapin après l'abattage.....	77
Tableau 20 : valeur TGO en UI de chaque lapin après l'abattage.....	78
Tableau 21 : valeur TGP en UI de chaque lapin après l'abattage.....	79



Introduction



Introduction

Le diabète, syndrome endocrinien, s'avère le plus répandu à travers le monde. Il est, aussi, connu comme un trouble métabolique caractérisé par la présence d'une hyperglycémie attribuable à un défaut de la sécrétion d'insuline ou de l'action de l'insuline, ou les deux. Cependant, il faut mentionner que cette maladie chronique est liée à des complications micro-vasculaires ou dysfonctionnement ou encore une constriction micro-vasculaire cardiaque chez les patients qui présentent des artères coronaires épicaudiques normales à long terme assez spécifiques touchant les yeux, les reins et les nerfs, ainsi qu'à un risque accru de maladie cardiovasculaire(1). Longtemps, son traitement était restreint au changement de régime alimentaire, l'injection de l'insuline ou la prise des médicaments hypoglycémiques oraux dont l'efficacité est révélée mais la mortalité ne cesse d'augmenter (2), Cet état a conduit l'Organisation Mondiale de la Santé a un souci majeur de la santé publique lors de la 66ème assemblée des Nations Unies en 2011 d'où un recours s'avère nécessaire à la médecine traditionnelle ou phytothérapie qui se présente comme médecine alternative dont les effets secondaires sont presque négligeables. Ainsi, parmi les composés isolés et identifiés comme étant des hypoglycémisants sont classés dans les groupes chimiques appropriés ayant des activités pharmacologiques. Ces derniers, sont généralement des mucilages, des glycanes, des protéines, des pectines, des flavonoïdes, des stéroïdes et des triterpénoïdes, des alcaloïdes, ainsi, que d'autres composés azotés et de diverses substances à effet hypoglycémique. Ils constituent a cet effet, un vaste réservoir de principes actifs pouvant être utilisés pour soigner de nombreuses pathologies quand on sait qu'une espèce végétale peut produire à elle seule des centaines voire des milliers de molécules bioactives différentes (3).

De ce fait, le règne végétal est présumé comme une source inépuisable de substance bioactives à caractères préventif ou curatif et d'une immense variété de phyto-médicaments potentiels, tout en étant accessible au plus grand nombre de chercheurs du globe terrestre. Notons, ainsi que, malgré son ancienneté et le développement de divers domaines tels que la biotechnologie et la chimie computationnelle, l'étude de la chimie des plantes reste toujours d'une valeur d'actualité. A cet effet, elle évolue a grand pas et prend de l'ampleur sans cesse avec l'amélioration des techniques d'investigation (méthodes de préparation et analytiques, tests de dépistage d'activité) et de l'accès à l'information scientifique. La pharmacognosie et la phytochimie sont d'une adéquation totale avec les objectifs d'une recherche moderne de composés à utilisation thérapeutique.

Introduction

Parmi les nombreuses manières d'appréhender l'étude des végétaux aucune ne prévaut sur les autres, c'est ce qui fait dans l'ensemble l'intérêt de notre domaine, situé à l'interface de nombreuses sciences appliquées, comme la pharmacie, la chimie, la biologie et la médecine.

Ainsi, de nouveaux principes actifs des plantes, sont mis en évidence qui, vu leur riche composition chimique et leurs propriétés à caractère pharmacologique, seront utilisés comme base de phyto-médicaments ce qui répond bien aux besoins du moment pour soigner de nombreuses pathologies dont le diabète (2). A cet effet, l'usage du piment fort pour le traitement du diabète, date des papyrus d'Ebers approximativement 1550 avant Jésus Christ, reconnu traditionnellement pour ses activités biologiques et antidiabétiques. Le but de cette modeste recherche se propose d'approfondir les connaissances sur une famille botanique, des **Solanacées** à large consommation et une répartition géographique très étendue à travers le monde. Cependant, il est du rôle du biologiste mais en particulier du phytochimiste d'apporter des éclaircissements au niveau du métabolisme secondaire des végétaux, afin de vérifier l'existence d'une cohérence chimique au sein de cette famille car c'est à ce niveau que s'exprime l'immense variabilité structurale des molécules, impliquées dans le développement de nouveaux médicaments.

Il est intéressant de constater que les nombreux emplois traditionnels du piment fort sont répandus à travers le monde et ont parfois convergé, même en l'absence de tout contact entre les différentes cultures. C'est pourquoi une intense recherche est menée depuis l'antiquité sur cette famille considérée jusqu'à ce jour comme source de substances bioactives à large spectre, afin, d'élargir l'arsenal thérapeutique dans la lutte contre les différentes formes de maladies chroniques comme traitement préventif contre les maladies cardiovasculaires, certains cancers et le diabète.

C'est dans ce contexte que s'inscrit le thème intitulé

Tests phytochimiques, dosage des polyphénols et étude des activités biologiques des extraits hydrométhanolique du piment fort.

Ainsi, le travail comporte trois principaux chapitres dont le premier I est consacré à une synthèse bibliographique se basant sur

- ✓ Étude bibliographique de la première maladie endocrinienne ou diabète.

Introduction

- ✓ La phytothérapie ou encore traitement par les plantes médicinales grâce à leur principes actifs.
- ✓ Généralités sur le piment et caractérisation pharmacologique de la plante étudiée.

Alors que le chapitre II, est réservé

- ✓ Aux travaux de laboratoire où il est présenté matériel et méthodes

Enfin, le chapitre III nous renseigne sur

- ✓ Résultats et interprétation.

Enfin, on termine par une conclusion.

Références Bibliographiques

1. R. Goldenberg, Z. Punthakee/Can J Diabetes 37 (2013) S369eS372.
2. Gbekley E. f. Holaly, Karou Damintoti Simplicie, Gnoula Charlemagne, Agbodeka Kodjovi, Anani Kokou, Tchacondo Tchadjobo, Agbonon Amegnona, Batawila Komlan, Simpore Jacques. Étude ethnobotanique des plantes utilisées dans le traitement du diabète dans la médecine traditionnelle de la région Maritime du Togo. Pan African médical journal. 2016.
3. Karou SD. Activités antibactériennes, antioxydantes et antiplasmodiales d'extraits de quatre plantes de la pharmacopée traditionnelle du Burkina. Thèse de Doctorat, Université de Ouagadougou, Burkina 2006 ; 109p.



Chapitre 1

Diabète



Introduction

Le substrat énergétique essentiel pour l'organisme humain reste toujours le glucose. Ainsi, son transport, grâce à une famille de protéines transmembranaires dites GLUT, est facilité dans les cellules. Il faut signaler, cependant, que de nombreuses pathologies sont associées à des anomalies de son transporta savoir les maladies euro-dégénératives, cancers et diabète(19). Il est une maladie métabolique qui se traduit par une hyperglycémie chronique (2) qui entraîne des dommages à long terme avec plusieurs complications. A cet effet, la dérégulation de l'homéostasie du glucose peut résulter d'altérations de l'insu lino-sécrétion, de l'action de l'insuline ou des deux. Les mécanismes physiopathologiques peuvent conduire aux diverses formes de diabète dont le métabolisme et le contrôle de la glycémie(7).

I. Le Pancréas

Le pancréas est une glande mixte (amphicrine) dont la partie exocrine contribue à la fonction digestive de synthétise et donc, libère le suc pancréatique riche en pro-enzymes tandis que la partie endocrine sécrète dans la circulation systémique des hormones nécessaires aux métabolismes cellulaires et notamment les glucides(15). Il est un organe abdominal profond situé en arrière de l'estomac, composé de trois parties distinctes à savoir la tête qui s'insère dans le cadre du duodénum, le corps et la queue qui se prolongent jusqu'au bord de la rate(3). A cet effet, on distingue quatre types cellulaires (α , β , γ et δ) qui ne sont pas représentés de manière uniforme, dont les cellules β , sont majoritaires avec 75%(11). Notons que ces cellules des îlots de Langheransont à l'origine de la sécrétion de nombreuses hormones telles que l'insuline, le glucagon, la somatostatine et le polypeptide pancréatique(10).

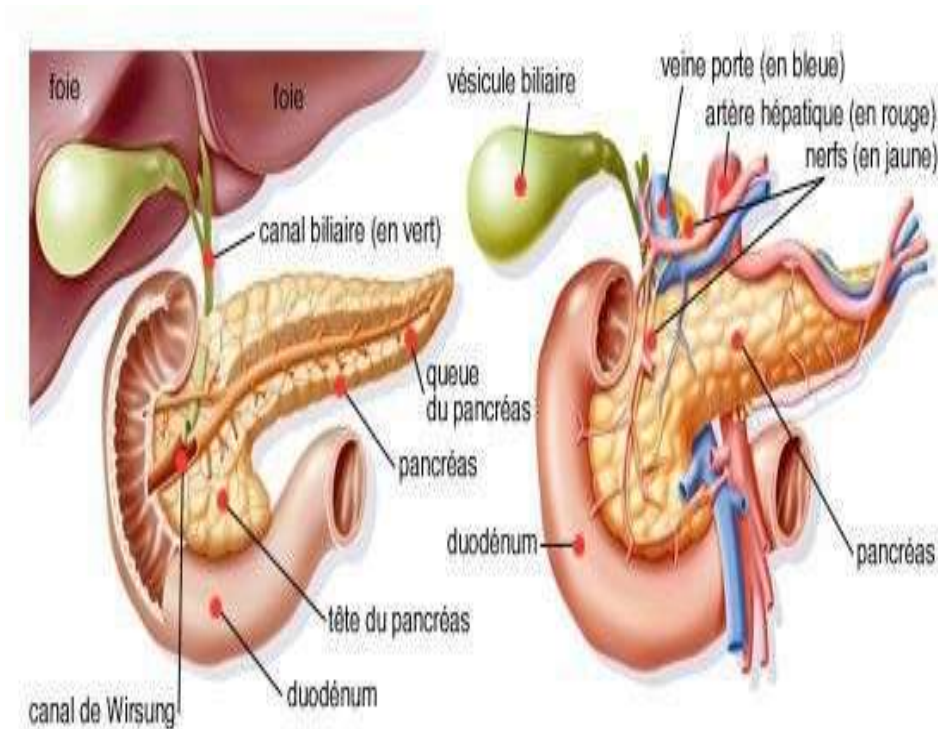


Figure 1 Anatomie générale du Pancréas (3)

II. Insuline et son mécanisme d'action

L'insuline, hormone hypoglycémisante, est sécrétée par les cellules endocrines du pancréas (les cellules β des îlots de Langerhans) (9) suite à la réponse à une augmentation de la glycémie mais comme elle peut être aussi stimulée par différentes hormones digestives. Elle est synthétisée sous forme d'une pro-hormone, la pro-insuline, qui sera activée puis sécrétée sous forme d'insuline et de peptide C (12)

Le glucose entre dans les cellules β via des transporteurs GLUT2 où il sera phosphorylé par la glucokinase puis métabolisé en pyruvate dans le cytoplasme. Ce dernier atteint par la suite, les mitochondries où il est métabolisé en CO_2 et H_2O via le cycle de l'acide citrique, ce qui entraîne la formation d'ATP par phosphorylation oxydative (6, 22). Elle a un rôle majeur dans la régulation de l'homéostasie du glucose et agit à un niveau de trois organes cibles : le foie, le muscle et le tissu adipeux. Elle stimule l'entrée du glucose dans les tissus cibles, son stockage sous forme de glycogène et de triglycérides et son oxydation via la glycolyse mais, aussi, stimulée par différentes hormones digestives (Site web 1).

Elle agit en se fixant sur des récepteurs membranaires spécifiques de la classe des tyrosines kinases (fig 1). Ainsi, le complexe « insuline –

récepteur»; stimule l'activité intrinsèque de la tyrosine-kinase, qui favorise l'autophosphorylation du récepteur et l'adhésion des molécules intracellulaires. Ces molécules activent une série de processus en cascade au niveau intracellulaire de réactions de phosphorylation et de déphosphorylation entraînant l'effet biologique (stimulation du transport de glucose, effets mutagènes, etc.) (17)

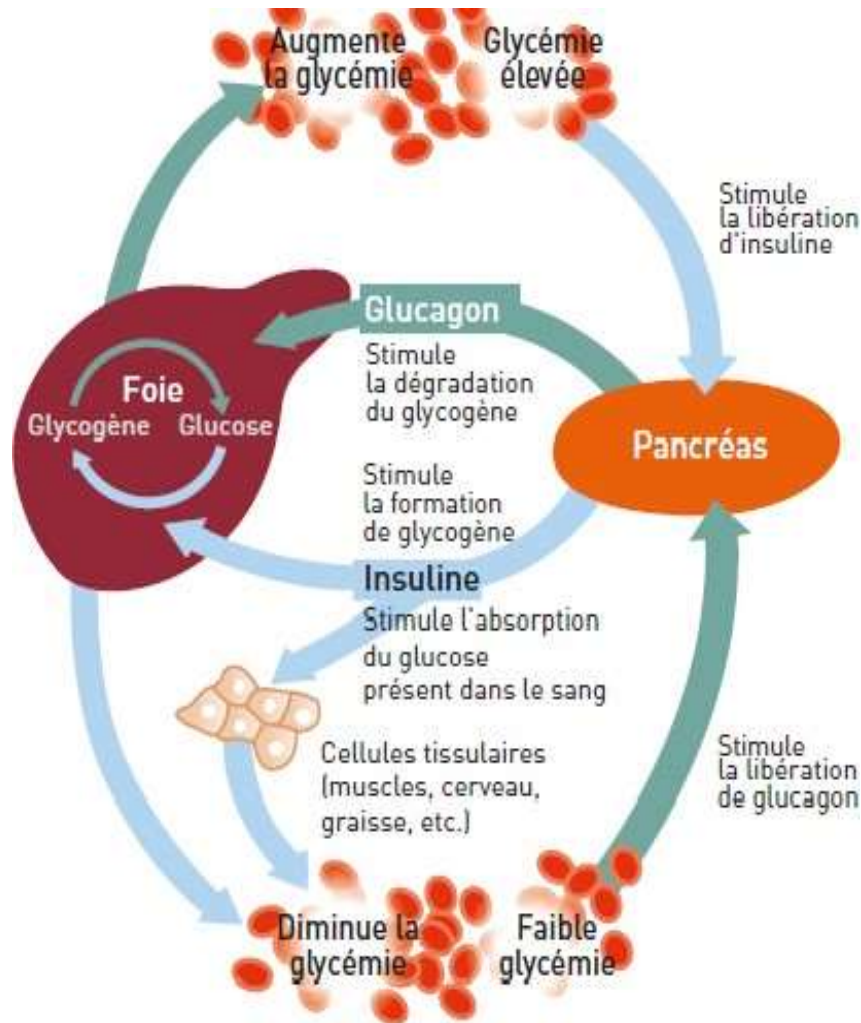


Figure 2 Mécanismes d'action de l'insuline sur les tissus cibles (13).

L'insuline, hormone anabolisante par excellence, permet la captation de glucose, depuis le compartiment sanguin par stimulation de la translocation des transporteurs de glucose insulino-sensibles GLUT4 du cytoplasme vers les membranes cellulaires, et tout en facilitant par la suite son entrée dans la cellule.

Cependant, elle fait baisser la concentration d'acides aminés dans le sang et stimule la synthèse des protéines tout en favorisant le transport actif d'acides aminés du sang vers les cellules musculaires et d'autres tissus. Par contre, elle inhibe le catabolisme protéique, d'où il

en résulte la diminution de la synthèse d'urée et de la gluconéogenèse à partir d'acides aminés glucoformateurs(18).

III. Diabète

III.1 Définition

Le terme diabète vient du grec << dia-baino >> qui veut dire << passer à travers >>. Il est une maladie métabolique caractérisée par une hyperglycémie chronique (soit une glycémie à jeun supérieure à 1,26 g/l (7 mmol/l)(24). Associée à un dysfonctionnement métabolique au niveau de la sécrétion du glucose ou à une pathologie anatomique, celle-ci reste responsable de sécrétion d'insuline par les cellules β des îlots de Langerhans du pancréas(23).

III.2. Classification

Il peut empêcher l'utilisation correcte par le corps de l'énergie fournie par les aliments ingérés ou survient lorsque le pancréas ne sécrète plus d'insuline ou le corps devient résistant à l'insuline (1). Malgré que la physiopathologie est l'origine de cette carence insulinaire, en plus des facteurs génétiques et environnementaux, les travaux de recherche révèlent désormais l'importance de l'épigénétique, de la fonction intestinale et du microbiote comme des facteurs clés dans le développement des différents types de diabète (5).

En 1997, une classification du diabète, basée sur une classification thérapeutique plutôt qu'étiologique) fut proposée.

Ainsi, il est défini comme le diabète de type 1, de type 2, gestationnel et d'autres types(25).

III.2.1. Diabète de type 1

Il est insulino-dépendant, juvénile, maigre, cétonique. Cependant, il peut toucher toutes les tranches d'âge mais reste plus fréquent chez les jeunes de 9 à 15 ans avec un amaigrissement ou perte de poids trop marqué. Parfois, il peut être lié ou non à la destruction auto-immune progressive des cellules bêta des îlots de Langerhans par infiltration lymphocytaire(16), alors que les macrophages entraînent une réduction absolue de l'insuline sur plusieurs années(27). Notons, aussi que, cette maladie peut être associée à d'autres maladies auto-immunes (vitiligo, maladie de Basedow, Thyroïdite, maladie de Biermer)(24).

III.2.2. Le diabète de type 2

Il est le plus fréquent des diabètes, dont 90 % des cas touchent toutes les tranches d'âge(8). Le diabète de type 2 est souvent associé à une hypertension artérielle essentielle et/ou à une

hypertriglycéridémie(24). Il reste, une maladie, très longtemps silencieuse et pouvant évoluer pendant des années sans provoquer aucune manifestation (14).

III.2.3. Diabète gestationnel

Il est, généralement, transitoire et correspond à un trouble de la tolérance glucidique apparaissant entre la 24^{ème} et la 28^{ème} semaine de grossesse mais disparaît dans les semaines suivant l'accouchement, mais par la suite ces femmes risquent d'avantage de développer un diabète type 2(26).

Il touche 3 à 20 % des femmes enceintes et se produit pendant la grossesse n'ayant pas de diabète auparavant mais risque de développer le diabète de type 2 dans les années qui suivent(15).

L'hyperglycémie chronique est associée à des complications organiques spécifiques cardiovasculaires (le cœur et les vaisseaux)(21).

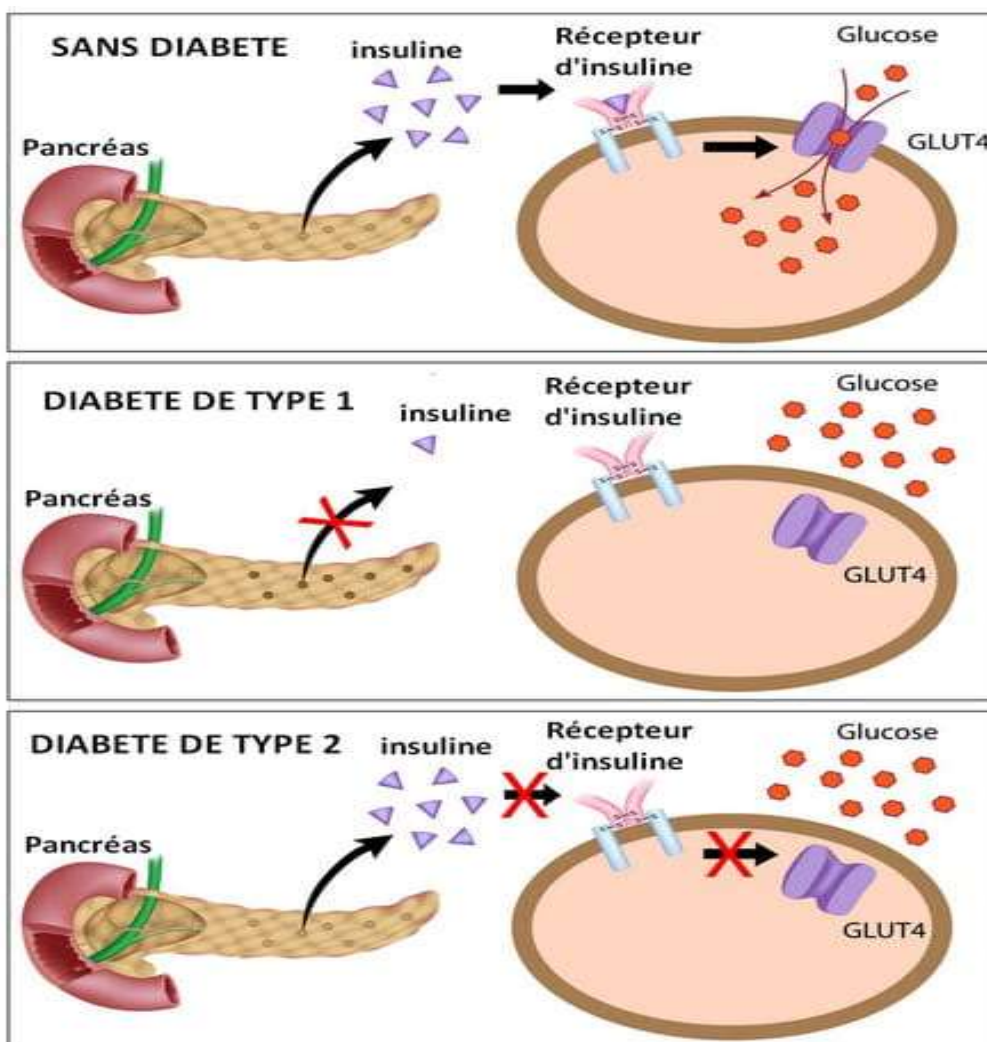


Figure 3 : Des mécanismes du diabète de type 1 et 2

III.2.4. Autres types spécifiques de diabète

Ils sont rares et concernent les diabètes iatrogènes (corticoïdes, Immunosuppresseurs, etc.), les diabètes par atteinte du pancréas endocrine (hémochromatose, mucoviscidose, etc.), le diabète génétique mono-génique, le diabète du glucagon (rarissime), le diabète par inhibition fonctionnelle de l'insulino-sécrétion (hypokaliémie, somatostatine), le diabète par insulino-résistance secondaire (hypercorticisme, acromégalie, hyperthyroïdie) et le diabète par défaut génétique de l'action de l'insuline(4).

IV. Facteurs de risque

Causes et facteurs favorisants du diabète. Le diabète est favorisé par une prédisposition génétique. Le diabète de type 1 survient suite à une réaction anormale du système immunitaire. La survenue du diabète de type 2 est essentiellement liée au mode de vie : surpoids, sédentarité, hypertension artérielle, etc.

IV.1. Facteurs de risque associés au diabète de type 1

Les causes exactes du diabète de type 1 ne sont pas connues. Toutefois, vous êtes plus à risque de développer la maladie si un membre de votre famille en souffre.

IV.2. Facteurs de risque associés au diabète de type 2

Il existe plusieurs facteurs de risque associés au diabète de type 2 dont certains d'entre eux sont, aussi, des facteurs de risque liés aux maladies du cœur, à l'AVC et à d'autres maladies chroniques.





Les facteurs de risque communs au **diabète** et aux **maladies du cœur** sont :

- l'**hypertension artérielle**;
- le **poids malsain**;
- l'**hypercholestérolémie**.

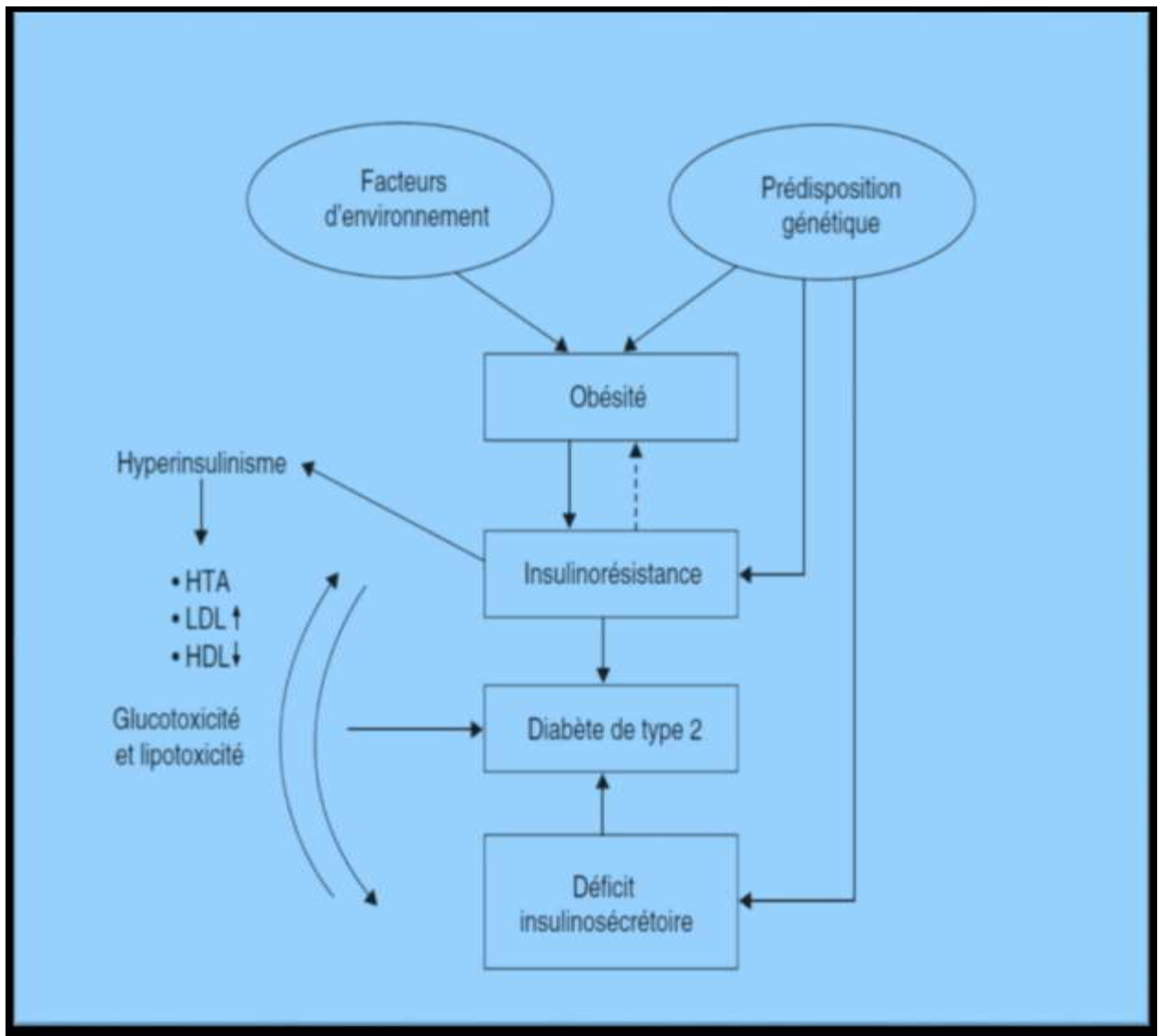


Figure5 : Physiopathologie de la forme commune du diabète de type 2.(20)

Références Bibliographiques

- (1) Anne-Christine Della Valle 2021, journal des femmes. <http://www.journal>, (Consulté Juin 2023).
- (2) Annick M., Lecokqet Jourdain-Menninger D., 2012 .Evaluation de la prise en charge du diabète. Inspection générale des affaires sociales, Tom IRapport, 033p.
- (3) Arcady-gynéco, 2009, anatomie de pancréas disponible.
- (4) Baudry Valentin, 2014, Evaluation des pratiques des patients diabétiques pendant le jeûne du Ramadan dans les dispensaires sud de Mayotte. Thèse pour l'obtention du diplôme d'état de docteur en médecine. Université de Bordeaux 2 Victor Segalen France. 2014.
- (5) Elsevier Masson SAS 2018. Mécanismes d'action insuline (Consulté Juin 2023)
- (6) Devos, P., & Preiser, J. C. (2002). Prise en charge de la glycémie du patient en état critique.
- (7) Diatloff-Zito C. et Marquis E. (2002). Diabète néonatal et diabète du nourrisson insulino-dépendants: aspects génétiques et physiopathologiques, implications. *Pathol Biol*, 50, 233-242.
- (8) ©Diabète Québec – Novembre 2021 Équipe des professionnelles de la santé de Diabète, (Consulté JUIN 2023)
- (9) Ganongetjobi, 2005, Physiologie médicale. 2^{ème} Ed, De Boeck Université. Bruxelles, p327
- (10) Klein M, (2009). Relations entre le diabète sucré de type 2 et l'amyloïde chez le rat insulino-résistant. *C.R. Biologie*, 325, 529-546 Thèse d'état en vitrine. Unide Toulouse, France.
- (11) Lacaine F, Sauvanet, A., & Delpero, J. (2009). Chirurgie du pancréas et de la rate. *Ed Masson Elsevier. Paris. P:14/147*
- (12) M Wang et al 2019, Associations between stressful life events and diabetes, *Journal of diabetes investigation*.
- (13) Mann, E., & Bellin, M. D. (2016). Secretion of insulin in response to diet and hormones.
- (14) O. Braillard, 2017, Diabète de type 2, Service de médecine de premier recours – DM CPRU-HUG
- (15) OMS (Organisation Mondiale de la Santé), Diabète Consulté MAI 2023
- (16) Rodier, M. (2001). Le diabète de type 1. Médecine Nucléaire – Imagerie fonctionnelle et métabolique.
- (17) Saltiel, A.R. and Kahn, C.R. (2001) Insulin Signaling and the Regulation of Glucose and Lipid Metabolism. *Nature*, 414, 799-806. [http:// dx.doi.org/ 10.1038/ 414799 a](http://dx.doi.org/10.1038/414799a)
- (18) Sherwood L, Lockhart A, (2006), Physiologie Humaine, 2^{ème} édition. Paris

Références bibliographiques

- (19) Slimani et al, 2002, Modélisation multi compartimentale et stratégies expérimentales pour l'étude du transport du glucose chez le rat insulino-résistant.
- (20) Société Française d'Endocrinologie, 2016. Diabète sucré de types 1 et 2 de l'enfant et de l'adulte Complications. <http://www.s fendocrino.org> (Consulté JUIN 2023).
- (21) Mann, E., & Bellin, M. D. (2016). Secretion of insulin in response to diet and hormones.
- (22). Tokarz, V. L., MacDonald, P. E., & Klip, A. (2018). The cell biology of systemic insulin function. *J Cell Biol*, 217(7), 2273-2289.
- (23). Fagot-Campagna A, Romon I, Fosse S, Roudier C. Prévalence et incidence du diabète, et mortalité liée au diabète en France. Synthèse épidémiologique
- (24). Grimaldi A., Hartemann-Heurtier A., Halbron M., Sachon C., 2009. Guide pratique du diabète. 4^{ème} édition, P. 139.
- (25). (1) Buysschaert M, Vandeleene B, Parus I, Hermans MP. Le diabète sucré d'une réalité D'aujourd'hui à un défi de demain. *Louvain Med*. 1999; 118 : S189-S195.
- (26). Naylor C.D., Sermer M., Chen E., Farine D., 1997. Selective screening for gestational diabetes
- (27) Zidi, Sourour 2010, Contribution à l'étude de l'effet antidiabétique potentiel d'un extrait aqueux de *Crataegus azarolus* chez des rats wistar avec un diabète induit à l'alloxane.. Université Badji Mokhtar.
- Siteweb1:** <https://www.naturaforce.com/se-desintoxiquer-du-sucre/reduire-diabete/>, Haute autorité de santé octobre 2014 Prévention et dépistage du diabète de type 2 et des maladies liées au diabète (Site Consulté Juin 2023).
- Siteweb2:** <https://www.who.int/fr>, (site Consulté Juin 2023).



Chapitre 2

PHYTOTHERAPIE



I. Généralités

Le mot phytothérapie provient deux mots (phyton = végétal et Therapein = soigner) qui signifient essentiellement « soigner avec les plantes ». La phytothérapie désigne la médecine basée sur les extraits des plantes et les principes actifs naturels(2).

Les plantes médicinales sont employées, pendant des siècles, comme remèdes pour les maladies humaines car elles contiennent des principes actifs de valeur thérapeutique.

La phytothérapie est l'un des éléments constitutifs des médecines traditionnelles et ancestrales. Elle puise, notamment, ses origines dans les pharmacopées chinoise et indienne. En Chine et en Inde, à travers les siècles, le savoir concernant les plantes s'est organisé, documenté et transmis de génération en génération. Aujourd'hui, le recours à la médecine par les plantes connaît un regain d'intérêt dans les pays occidentaux, particulièrement pour traiter les déséquilibres entraînés par la vie moderne, qu'il s'agisse du stress ou des problèmes de poids(6).

Aujourd'hui, les progrès de la biochimie, des analyses organiques et pharmacologiques et de la physiologie végétale permettent d'amorcer une classification rationnelle des plantes.

Des actions largement attribuées aux plantes ont détruit certaines légendes mais solidement ancré certains usages anciens(8).

Le recours mondial à la médecine traditionnelle est un chiffre qui permet d'atteindre son importance(13).



Figure 04 : la phytothérapie site web 1

II. Les avantages et les inconvénients de la phytothérapie

II.1. Les avantages

La phytothérapie offre de multiples avantages et ce malgré les énormes progrès réalisés par la médecine moderne. Cependant, malgré les énormes développements réalisés dans la thérapeutique ultramoderne, la phytothérapie est proposée pour de multiples avantages. N'oublions pas que de tout temps, l'homme n'a pas eu que les plantes pour se soigner, qu'il s'agisse de maladies bénignes, rhume ou toux ou plus sérieuses, telles que la tuberculose ou la malaria. Aujourd'hui, les traitements à base des plantes reviennent au premier plan, car l'efficacité des médicaments tels que les antibiotiques (considérés comme la solution quasi universelle aux infections graves) décroît, les bactéries et les virus se sont peu à peu adaptés aux médicaments et leur résistent de plus en plus. Cependant, la phytothérapie repose sur des remèdes naturels est bien acceptée par l'organisme, et souvent associée aux traitements classiques. Elle connaît un renouveau exceptionnel, spécialement dans le traitement des maladies chroniques comme l'asthme ou l'arthrite(11).

II.2. Les inconvénients

La phytothérapie est une thérapeutique souvent peu toxique mais qui exige un certain nombre de précautions(17)

- ✓ Une bonne connaissance des plantes car certaines peuvent être toxiques ou manifestent

des réactions allergiques à certains sujets

- ✓ S'assurer du diagnostic et être attentif aux doses, en particulier pour les jeunes enfants,

les femmes enceintes ou allaitant et les personnes âgées.

- ✓ Certaines plantes ne peuvent être utilisées en même temps que d'autres médicaments ou présentent une certaine toxicité si le dosage est augmenté ou si le temps de traitement est prolongé.

A propos, des effets indésirables il s'agit de réactions généralement bénignes. Lorsqu'un herboriste prescrit un traitement à base de plantes peuvent être toxiques, telles que la digitale ou la belladone. Il importe que, le patient ne dépasse pas les doses indiquées pour que les troubles soient, aussi, négligeables que possible car il s'agit souvent liés à une utilisation abusive et trop prolongée de la plante médicinale. Ainsi, des néphropathies et des interactions avec des médicaments sont fréquemment signalées (**site wib1**).

III. Différents types de Phytothérapie

Il existe divers types de plantes médicinales ou aromatiques employées en médecine traditionnelle (22)

III.1. Aromathérapie

Thérapeutique utilisant les essences des plantes, substances aromatiques secrétées par de nombreuses familles de plantes, dont l'utilisation se fait souvent à travers la peau.

III.2. Gemmothérapie

Elle est fondée sur l'utilisation des extraits alcooliques de tissus jeunes de végétaux tels que les bourgeons et les racines.

III.3. Herboristerie

L'herboriste se sert de la plante fraîche ou séchée. Elle utilise soit la plante entière, soit une partie comme l'écorce, les fruits, les fleurs sous forme de décoction, d'infusion, ou de macération.

III.4. Homéopathie

Elle a recours aux plantes d'une façon prépondérante, mais non exclusive ; les trois quarts des souches sont d'origine végétale, le reste étant d'origine animale et minérale.

III.5. Phytothérapie pharmaceutique

Elle utilise des produits d'origines végétales obtenus par extraction et dilués dans de l'alcool éthylique ou autre solvant. Ils sont présentés sous forme de sirop, de gouttes, de gélules, de lyophilisats.

IV. Les plantes médicinales

IV.1. Définition

La pharmacopée européenne, les définit comme plantes dont au moins une de ses parties possède des propriétés médicamenteuses ou « drogue végétale »(23).

IV.2. Le pouvoir thérapeutique des plantes

L'action de la phytothérapie sur l'organisme dépend des principes actifs qui sont d'une importance capitale car ils sont la base de la mise en évidence de médicaments vitaux. A cet effet, les plantes médicinales sont devenues une matière première pour l'industrie pharmaceutique, donc, il paraît impossible d'imaginer le monde sans la quinine employée dans la lutte de la malaria ou sans la digoxine anti-rythmique, ou encore l'éphédrine que l'on retrouve dans de nombreuses prescriptions contre les rhumes(24).

IV.3. Efficacité des plantes entières

Dans ce cas, s'il paraît, important, de maîtriser l'action des divers principes actifs, pris isolément, alors que pour la phytothérapie, à la différence de la médecine classique, elle recommande d'utiliser la plante en entier, appelée aussi «totum», plutôt que des extraits obtenus au laboratoire. Il faut, noter que la plante entière, avec tous ses principes actifs, est plus efficace, car des chercheurs ont mentionné que ces molécules de nombreux végétaux, telles que celles du ginkgo, agissent de manière complexe et combinée pour produire un effet thérapeutique global.

Les plantes contiennent des centaines, voire même des milliers de substances chimiques actives, de ce fait souvent, déterminer en détail l'action d'une plante est très difficile, sinon impossible, même si son effet médical est, en revanche, bien connu(24).

V. La Phytochimie

V.1. Définition

Science qui étudie la structure, le métabolisme et les fonctions, ainsi que les méthodes d'analyses, de purification et d'extraction des substances naturelles issues des plantes. Elle est indissociable des autres disciplines telles que la pharmacognosie. (Site web2)

V.2. Principe actif

Il est considéré comme une molécule, à intérêt thérapeutique curatif ou préventif pour l'homme ou l'animal, contenue dans une drogue végétale ou dans une préparation à base de cette dernière et utilisé pour la fabrication des médicaments, (24).

Elle est, cependant, issue de plantes fraîches ou séchées, dont on utilise les racines, les écorces, les sommités fleurées, feuilles, fleurs, fruits, ou encore les graines(23) donc ils se trouvent dans toutes les parties de la plante, mais de manière inégale. Cependant, tous les principes actifs d'une même plante n'ont pas les mêmes propriétés(22).

V.2.1. Définition des principes actifs

Ce sont des produits du métabolisme secondaire, qui résultent de processus ayant principalement leur origine dans l'assimilation de l'azote. Ces produits semblent, parfois inutiles à la plante, mais leurs effets thérapeutiques sont remarquables(25).

Le principe actif est une molécule contenue dans une drogue végétale ou dans une préparation à base de celle-ci et utilisée pour la fabrication des médicaments(26). Elle est, d'un intérêt thérapeutique curatif ou préventif pour l'homme ou l'animal, et issue des plantes fraîches ou séchées, tels les racines, les écorces, les sommités fleurées, les feuilles, les fleurs, les fruits, ou encore les graines(27).

V.2.2. Nature des principes actifs

Les plantes sont toujours utilisées comme phytomédicaments. Cette matière végétale accumule des métabolites dits secondaires, de nature organique qui sont une source importante de molécules tels que les polysaccharides, les acides aminés, les flavonoïdes, les saponosides, les acides gras, les alcaloïdes(28), ou de nature minérale, tels que le chrome organique et le vanadium, ainsi que, le

magnésium, le cuivre, le sélénium et le fer. Signalons que, c'est d'abord la chimie dite d'extraction qui a permis d'isoler des composants à partir des plantes telle que la morphine du *Papaver somniferum*.

V.2.2.1. Les tannins

Les tannins sont des poly phénols caractérisés par leur saveur astringente et leur capacité de tanner la peau et leur réaction de précipitation avec les protéines.

Ils représentent un large groupe de métabolites secondaire dans le monde végétal. Leur pouvoir astringent explique leurs propriétés vasculo-protectrices, anti diarrhéique et la préparation des tissus endommagés.

V.2.2.2. Les flavonoïdes

Le terme flavonoïdes provient du latin «**flavus**» qui signifie jaune. Les flavonoïdes représentent une large classe dans le règne végétal. Ce sont des pigments responsables de la coloration des fleurs, les fruits et parfois les feuilles(4). Les flavonoïdes assurent une multitude d'actions, et ont des propriétés anti-inflammatoires, antivirales, antidiabétiques, antimicrobiennes, antiallergiques, anticancéreuses et anti-oxydantes(11).

V.2.2.3. Les acides phénoliques

Ils sont des métabolites aromatiques secondaires présents chez toutes les céréales(5). Les acides phénoliques sont constitués d'un noyau benzène et un groupe hydroxyle. Ils dérivent de deux groupes d'acides : les acides cinnamiques et les acides benzoïques(18). Ils sont fortement des anti-inflammatoires, antiseptiques, analgésique(11) et antivirales(14).

V.2.2.4. Les anthocyanes

Les anthocyanes sont issus de l'hydrolyse des anthocyanidines. Ce sont des pigments naturels solubles dans l'eau et qui sont responsables de la couleur bleu, rouge et pourpre des fleurs et des fruits(4).

Les anthocyanes sont largement reconnus par leurs propriétés anti-oxydantes qui pourraient jouer un rôle bénéfique dans la santé humaine, notamment dans le domaine des risques cardiovasculaires(3). Ils possèdent aussi des activités anti-inflammatoires.

V.2.2.5. Les mucilages

Ce sont des substances polymériques complexes de nature glucidique avec une structure fortement ramifiée. Ils interagissent fortement avec l'eau formant un système colloïdal ayant un aspect visqueux qui calme les irritations de la toux et les bronchites. Ils sont utilisés pour traiter les maladies infectieuses du tube digestif. De plus ils exercent une action anti-inflammatoire.

V.2.2.6. Les saponines

Le terme saponine provient du latin « sapo » qui signifie savon. Ils sont des molécules hétéro-osidiques et forment des mousses par leur interaction avec l'eau.

Ils saponines ayant d nombreuses activités tensioactives, antiseptiques et hémolytique(3).

V.2.2.7. Les coumarines

Les coumarines sont des substances organiques aromatiques présents chez de nombreuses espèces végétales. Ils sont repartis dans toutes les organes de la plante et s'accumulent surtout dans les fruits et les racines. Ils ont des propriétés anticoagulantes, anti-tumoraux, anticancéreuses et antimicrobiennes et anti-inflammatoires.

V.2.2.8. Les glucosides cardiotoniques

Plusieurs plantes médicinales telles que les digitales sont riches en glucosides cardiotoniques, ces derniers ayant une action puissante sur le cœur car il maintenir le rythme cardiaque dans le cas d'affaiblissement et aussi possèdent une activité diurétique(5).

V.2.2.9. Les anthraquinones

Ce sont des pigments cristallins issus de l'hydrolyse des anthocyanidines, ils ont un effet sur la constipation, ils possèdent aussi une puissance anti-oxydante qui nettoie l'organisme des radicaux libres et maintenir une bonne circulation du sang(4).

V.2.2.10. Les alcaloïdes

Ils sont des substances organiques ayant un atome d'azote hétérocyclique. Ils sont solubles dans l'eau et l'alcool, possèdent des caractères pharmaceutiques très répondeurs certains alcaloïdes ont des effets antibactériens, anticancéreux, antalgiques(4).

V.2.2.11. Les terpènes et les stéroïdes

Les terpènes sont des molécules organiques lipidiques dérivants de la condensation de plusieurs molécules d'isoprène, ils constituent le principe odoriférant des végétaux

Les stérols sont des dérivées des tri-terpènes et sont des substances organiques qui possèdent des atomes de carbone synthétisés à partir d'un tetra-terpène acyclique(21).

Références Bibliographiques

1. Buyschaert M, Vandeleene B, Parus I, Hermans MP. Le diabète sucré d'une réalité d'aujourd'hui à un défi de demain. *Louvain Med.* 1999; 118: S189-S195.
2. Boudjema K., Benmansour F., Ghezali S., Ouamar L., Hali L et Fazouane F, 2020. Phytochemical Screening and evaluation of some biological activities of plant extracts *Adiantum capillus veneris L.* et *Tamarix gallica L.* *African Review of Science, Technology and Development*, 5(2) : 70-85.
3. Bruneton J. *Pharmacognosie, Phyto-chimie, Plantes médicinales.* Ed TEC et DOC, 3^{ème} édition. 1999
4. Bruneton J. (2009). *Pharmacognosie - Phytochimie, plantes médicinales*, 4e éd., revue et augmentée, Paris, Tec & Doc - Éditions médicales internationales. p 128.
5. Barboni T. (2006). Contribution de méthodes de la chimie analytique à l'amélioration de la qualité de fruits et à la détermination de mécanismes (EGE) et de risques d'incendie. Thèse de doctorat. Spécialité : Chimie théorique, physique et analytique. Université de Corsica – Pasquale Paoli. p 287
6. Dweck A.C (2002). *Herbal medicine for the Skin. Their chemistry and Effects on Skin and Mucus Membranes.* *Personal care Magazine.* 3(2), 19-21.
7. Fagot-Campagna A, Romon I, Fosse S, Roudier C. Prévalence et incidence du diabète, et mortalité liée au diabète en France. *Synthèse épidémiologique*
8. FOUCHÉ J G, MARQUET A, HAMBUCKERS A, (2000) les plantes médicinales, de la plante au médicament. *Observatoire du monde des plantes* sart-tilman.
9. Grimaldi A., Hartemann-Heurtier A., Halbron M., Sachon C., 2009. *Guide pratique du diabète.* 4^{ème} édition, P. 139.
10. Halimi JM., Joly D., Choukroun G., Combe C., Dussol B., Fauvel J.P., Quere S., Fiquet B., 2011. Quel est le profil des patients diabétiques de type 2 suivis en Néphrologie recevant un double blocage du système rénine angiotensine. *Néphrologie & Thérapeutique*, 7(5): p.372-373.
11. Iserin P., Masson M., Restellini J. P., Ybert E., De Laage de Meux A., Moulard F., Zha E., De la Roque R., De la Roque O., Vican P., Delesalle – Féat T., Biaujeaud M., Ringuet J., Bloth J. et Botrel A. 2001. *Larousse des plantes médicinales : identification, préparation, soins.* Ed Larousse. p10-12.
12. Naylor C.D., Sermer M., Chen E., Farine D., 1997. Selective screening for gestational diabetes

Références bibliographiques

- 13.** Nostro A., Germanio M. p., D'angelo V., Marino A. et Cannatelli M.A. (2000). Extraction Methods and bio antography for evaluations of medicinal plant antimicrobial a activity. Letters en micro biologie appliqué.30 (5), p: 379.
- 14.** Nowitz T., Bottet J. Encyclopédie des plantes médicinales : identification, préparation, soins. Edition Larousse. 2000.
- 15.** Ouedraogo M., Ouedraogo a S., Ouedraogo S M., Zoubga A.Z., Ouedraogo G E.T.2001
- 16.**OrbanJ.C.,IchaiC.,2008.Complicationsmétaboliquesaiguësdu diabèteRéanimation ,17:p761-767.
- 17.** Rustan, AC et CA Drevon, 2005. Acides gras: structures et propriétés. Dans: Encyclopédie des sciences de la vie, John Wiley and Sons (Eds.). John Wiley and Sons, New York, États Unis d'Amérique, pp. 1-7.
- 18.** Wichtl M., Anton R. Plantes thérapeutiques. Edition Tec et Doc, 2003
- 19.** Yoshikawa, I., Hoshi, M., Ikenaga, M. (1996). Différence distincte dans l'efficacité biologique relative des neutrons ²⁵² Cf pour l'induction du croisement mitotique et de la réversion intragénique de l'allèle blanc-ivoire chez *Drosophilamelanogaster*. Mutat. Rés. 357(1-2) : 35—42.
- 20.**Yang C., Li H., Wang Z., Zhang W., Zhou K., Meng J., Zhao Y., Pan J., Lv X.,LiangH.,JiangX.,2012.Glycatedalbuminis potential diagnostic toolfordiabetes mellitus.ClinicalMedicine, 12 (6): p.568–571.
- 21.** Zidi, Sourour Contribution à l'étude de l'effet antidiabétique potentiel d'un extrait aqueux de crataegus azarolus chez des rats wistar avec un diabète induit à l'alloxane. Université Badji Mokhtar,2010.
- (22).** Jutiviboonsuk A., Zhang H., Tan T.G., Ma C., Van Hung N., Cuong N.M., Bunyaphatsara N., Soejarto D ., Fong H S., 2005. Bioactiveconstituents from roots of *Bursera tonkinensis*. *Phytochemistry*, 66: 2745 - 2751.
- 23.** Cavin A., 1999. Investigation phytochimique de trois plantes Indonésiennes aux propriétés antioxydant et antiradicalaire : *Tinospora crispa* (Ménispermacées), *Merremia emarginata* (Convolvulacées) et *Oropea enneandra* (annonacées). Thèse de Doctorat : Lausanne, 241 P.
- 24.**Iserin P., Masson M., Restellini J. P., Ybert E., De Laage de Meux A., Moulard F., Zha E., De la Roque R., De la Roque O., Vican P., Deelesalle –Féat T., Biaujeaud M., Ringuet J., Bloth J. et Botrel A. 2001. Larousse des plantes medicinales : identification, préparation, soins. Ed Larousse. p10-12.

Références bibliographiques

- 25.** De Borée., 2012. Atlas illustré des plantes médicinales & curatives. Édition Susaeta S.A, Paris, p: 18-20.
- 26.** Pelt J. M., 1980. Les drogues, leur histoire et leurs effets. Édition Doin, Paris, 221p.
- 27.** Benghanou M., 2012. La phytothérapie entre la confiance et méfiance. Mémoire professionnel infirmier de la sante publique : institut de formation paramédical CHETTIA (Alger), 56 p.
- 28.** Narayan K.R., Reddy M.S., Chaluvadi M.R., et Krishna D.R., 2001. Bioflavonoids classification, pharmacological, biochemical effects and therapeutic potential. *Indian journal of pharmacology*, 33: 2-16.
- web1:**<https://www.larousse.fr/encyclopedie/medical/phytoth/15365>.(Consulté le04/06/2023)



Chapitre 3

GENERALITES SUR LE PIMENT



I. Histoire et origine du piment

Après un long voyage de 500 ans, le piment (et sa force) est aujourd'hui consommé et cultivé partout dans le monde. Son histoire et son évolution du point de vue commercial montrent un beau parcours qui a fait de lui une épice très appréciée dans plusieurs pays.

Le piment (*capsicum*) est originaire d'Amérique tropicale (4,5), il est parmi les premiers maraichages à être cultivés en Amérique du Sud, soit depuis plus de 7000 ans avant J.C (2), alors que, son appellation reste très diversifiée selon les pays étrangers (6).

Ainsi, ses vestiges sont trouvés dans les sites archéologiques du Sud-est du Mexique (7) alors que son introduction dans l'ancien monde a suscité les plus grands débats, à cette époque. Tandis que, certaines espèces cultivées en Europe reviennent aux expéditions de Christophe Colomb (8) ensuite, les Espagnols et les portugais, l'ont répandu rapidement dans le monde (9).

Le piment (*capsicum*) serait originaire de la Bolivie et des régions avoisinantes (1,2). Il s'est rapidement étendu à toute l'Amérique du sud, l'Amérique centrale et le Mexique, grâce à l'action des oiseaux (1). Il existe en tout 140 variétés de piments qui se différencient par leurs saveurs et la force de leur piquant. Du plus doux au plus fort en passant par les piments moyennement brûlants, on a recensé un large niveau de piquant pour chaque cultivar.

Ainsi, il faut signaler que les épices (substance d'origine végétale, aromatique ou piquante, contiennent des substances organiques appelées arômes qui stimulent les perceptions olfactives et gustatives) (11) sont originaires pour la plupart, des régions tropicales d'Asie (Inde, Indonésie, Asie du Sud-est) et d'Amérique (Mexique, Pérou, Antilles). Dans l'Antiquité, en Mésopotamie, les Assyriens et Babyloniens utilisaient déjà des épices dans la nourriture, en médecine et en parfumerie. Le commerce des épices était alors comparable en importance à celui de l'or ou des pierres précieuses. Les égyptiens se servaient aussi des épices pour embaumer les morts et confectionner des parfums et des onguents.

Au XIX^{ème} siècle, la culture des épices s'est très largement étendue et l'Indonésie, reste un fournisseur important, mais supplantée sur le marché international par l'Amérique latine (3).

À cet effet, il faut signaler que, *Capsicum*, depuis 1994, l'usage du piment en tant qu'épice dans le monde, a enregistré une hausse de 21%.

Le piment fait partie de la famille des solanacées, comme la tomate, l'aubergine, l'alkékenge, la pomme de terre, le tamarillo, ou... le tabac. Cependant, le mot vient probablement du mot Capsa, un terme latin désignant une boîte à livres ayant la forme du fruit.

On utilisait les piments pour leurs propriétés médicinales, comme condiment ou comme légume. Cependant, plusieurs composants d'épices (piments) ont des activités antimicrobiennes et antioxydantes, sont, alors, utilisées comme antiseptiques, analgésiques et anti-inflammatoires mais également indiquées pour lutter contre les maladies de stress(10).

II. Systématique et botanique



Figure 5 plante (*Capsicum annuum* L.)

II.1. Caractères généraux.

Le piment appartient au genre *Capsicum* de la grande famille des *Solanaceae* comme les aubergines (*Solanum melongena*, *S. aethiopicum*), la tomate (*Lycopersicon esculentum*), la pomme de terre (*Solanum tuberosum*) ou encore le tabac (*Nicotiana tabacum*).

Dans la sous-classe des *Aristidae*, en particulier, le groupe des Dicotylédones évoluées sont caractérisés par la gamopétalie (pétales soudés), les *Solanaceae* appartiennent à l'ordre des Polémoniales, à port herbacé et à ovaire supère(12)..

La classification du genre est assez confuse car on trouve près de vingt formes spécifiques, ainsi que, d'importantes variétés botaniques(13). Ce dernier signale que de deux à cinq(14) espèces à

savoir *C. annuum*, *C. baccatum*, *C. chinense*, *C. frutescens*, *C. pubescens*. sont domestiquées et plus cultivées suivant les régions où le peuple est habitué à une importante consommation. *Capsicum annuum* est, comme son nom l'indique, une plante annuelle. Elle forme des petites fleurs blanches qui donnent ensuite des fruits très colorés.

La saveur piquante de certaines espèces qualifiées de « piments forts » est liée à la présence de la Capsaïcine (C₁₈H₂₇NO₃), substance irritante du groupe des vanillyl-amides localisée au niveau du placenta(15) et dont la plus forte concentration se rencontre au voisinage des graines(16). Chez les *Capsicum*, les graines sont lisses, plus plates que celles d'aubergine alors que la germination est identique à celle de la tomate et de l'aubergine.

Les feuilles sont glabres et lancéolées alors que les fleurs sont blanches en général et semblables à celles d'aubergine mais avec des dimensions plus réduites.

Les *Capsicum* produisent des fruits de forme et de taille variables ; verts avant leur maturité pour prendre des colorations jaunes, rouges ou violacées aux stades les plus avancés.

Les fruits peuvent être allongés, flexueux, coniques, globuleux à 3 ou 4 loges (lisses ou flexueux), sphériques ou plats côtelés.

II.2. Nomenclature vernaculaire

Du fait de sa grande distribution, le piment *Capsicum annuum* L. est bien connu à travers le monde et sous des appellations différentes suivant les zones géographiques ; **Deghi mirch** en Hindi, **Pilipili hoho** en Swahili, **Sipen ngonpo** en Tibétain.

II.3. Exigences écologiques

Le piment est l'une des plantes maraîchères les plus thermophiles, caractérisée par un développement optimal à des températures variant entre 16 et 26° C(17).

À cet effet, il est à signaler que même si la plante n'est pas très sensible au photopériodisme, pour des amplitudes nycto-diurnes faibles (ordre de 5° C), son comportement peut varier, cependant, selon le niveau de la moyenne journalière(18). À cet effet, les plants, surtout s'ils sont jeunes avec un zéro végétatif de 14° C, requièrent de la lumière inférieure à 50% du rayonnement solaire naturel(17).

Ainsi, la même source recommande la culture de *Capsicum annuum* L. durant les mois frais et dans la mesure du possible, sous ombrage naturel (papayers, jeunes bananiers ou haies d'arbustes) ou artificiel (grillages artificiels).

Le piment s'adapte bien à la saison sèche et a climats sahéliens dans les régions localisées entre 25 à 30 ° de latitude. La culture se développe de plus en plus en savane durant la saison sèche.

La plante s'adapte aux sols souples, profonds et à humidité circulante (19), mais beaucoup mieux à une large gamme de sols bien drainés(20). *C. annuum*, à ce moment, peut avoir une bonne croissance dans les plaines sableuses. L'humus est d'une importance élevée pour cette culture qui s'avère trop exigeante par rapport à d'autres Solanacées telles les aubergines ou la tomate, par contre le pH convenable semble se situer entre 6.5 et 7.

II.4. Fertilisation et irrigation

II. 4.1. Rôle des principaux éléments minéraux

II. 4.1.1. L'azote

Élément de croissance important mais son excès doit être évité en, particulier, durant les phases de floraison et de fructification. Toutefois, il faut mentionner que sa carence est à l'origine de courtes branches, rabougries et peu nombreuses avec de petites feuilles déformées(21). Alors que la couleur évolue progressivement du vert clair à un vert plus ou moins jaunâtre et se détachent prématurément, en plus les fruits sont petits, maigres et chlorosés.

II. 4.1.2. Le phosphore P

Il stabilise la plante (croissance racinaire) et la fructification, d'où il doit être optimisé en cette phase de développement, du fait qu'en cas de carence(21), des symptômes apparaissent telles que les feuilles sont de petites taille, resserrées et incurvées de l'intérieur. Les fruits sont, à ce moment, déformés, d'où, la nécessité d'une nutrition correcte donne à la plante une résistance contre certaines maladies.

II. 4.1.3. Le potassium K

Élément de croissance et de fructification, de premier degré, dont la disponibilité peut être influencée par de fortes teneurs en sodium du sol (cas des sols salés), cependant, sa carence perturbe la croissance de la plante (Le nombre de feuilles est très réduit, avec une petite taille et de couleur jaunâtre), alors que de petites lésions nécrotiques peuvent se développer le long des nervures et entraînent une défoliation(21).

II. 4.2. Estimation des besoins et modalités pratique de la fumure

Les conditions optimales des apports recommandées sont

L'azote doit être fractionné tout au long du cycle, alors que le phosphore est d'un apport de 60 % environ, surtout au début de la phase reproductive, par contre le potassium est d'une disponibilité remarquable lors de la floraison, sans oublier le calcium et magnésium.

II .4.3. Les besoins en eau

Ils peuvent se répartir en besoins intrinsèques qui correspondant à la quantité d'eau consommée par plante-sol(22), tandis que les besoins en termes d'irrigation sont en fonction du mode d'apport (irrigation de surface, aspersion ou micro-irrigation), du climat, du type de sols et des éventuelles pertes inhérentes.

III. Génétique du piment (*Capsicum annum* L.)

III.1. Relations cytogénétiques

Tous les *Capsicum* ont un nombre de chromosomes identique : $2n = 2x = 24$.

De nombreuses études ont montré qu'il existe deux groupes distincts l'un à fleurs violettes et l'autre à fleurs blanches¹⁸, de ce fait, que le croisement de *C. annum* ne peut avoir lieu qu'avec le groupe d'espèces à fleurs violettes. Par contre, il se croise facilement avec *C. chinense* et difficilement avec *C. baccatum*.(23)

Ces mêmes auteurs évoquent, aussi, les différences de translocations entre espèces, *C. annum* différant de *C. chinense* et de *C. baccatum* respectivement par une et trois translocations. Les possibilités de croisements interspécifiques et la fertilité des hybrides issus de ces croisements et les caryotypes de quelques espèces nous renseignent davantage sur les possibilités ou non de certains croisements interspécifiques(24).

III.2. Génétique des caractères

Elle pourrait se résumer aux caractères recensés dans le tableau suivant :

Tableau 1 : Génétique des caractères (25).

Caractère	Nombre de gènes	Types d'action du gène
Orientation du fruit	Monogénique (up+ up+)	Etat pendant domine érigé
Couleur du fruit	Monogénique	Rouge domine orange
Longueur du pédicelle	Monogénique	Court domine long
Saveur piquante	Monogénique	Piquante domine douce
Forme du fruit	Monogénique	Raccourcie ou arrondie domine forme anguleuse
Apex du fruit	Monogénique	Pointe incomplète domine carrée
Texture de la chair	Monogénique	Douce, molle, fruit facilement séparé du calice domine fruit fortement attaché au calice
Tenure de la plante	Monogénique	Erigé, grand, élevé domine écrasé
Envergure de la plante	Monogénique	Déployé domine érigé
Lobes des fruits	Monogénique	Multilobé domine bilobé
Production des grains	Monogénique	« graineux » domine sans grains
Stérilité complète		Fertilité complète domine stérilité
Stérilité femelle		Fertilité femelle domine stérilité

III.3. Qualité et sélection du piment

Ils sont nombreux et variables suivant les habitudes de consommation et d'usages des fruits de piment (*Capsicum annuum* L.). Ils déterminent, ainsi, les objectifs de sélection. Et au-delà de la recherche d'idéotypes adaptés aux conditions culturales des zones tropicales chaudes et humides qui s'avèrent.

Références bibliographiques

1. L'origine des piments | Dame Besson

www.damebesson.com/fr/pour-aller-plus-loin/lorigin...

2. Le piment et son histoire, un beau parco...

blog.pourdebon.com/origine-du-piment/

3. Droniou-cassaro M. 2012. Les épices, les symposiarques. p. 2.³

4. De A. (2003). *Capsicum* :The genus *Capsicum*. *Medicinal and aromatic plants - industrial profiles*,33.

5. Kothari S.L, Joshi A, Kachhwaha S, Ochoa-Alejo N. (2010). Chilli peppers - A review on tissue culture and transgenesis. *Biotech. Advan*, 28,35–48.

6. Fortin J. (1996). L'encyclopédie visuelle des aliments. Ed. Québec/Amérique internationale.

7. Coon, D. (2003). Chile Peppers: Heating up Hispanic foods. *FoodTech*, 57(1):39-43.

8. Bosland P W et Votava E J. (2000). Peppers : Vegetable and Spice Capsicums. *CAB International*. 204.

9. Stummel R et Bosland Pw. (2007). Ornamental pepper « *Capsicum annuum* ». N.O. Anderson (ed.), *Flower Breed and Genet*, 561–599.

10. Patel D., Desai S. 2016. Phytochemical screening, in vitro anti-microbial and anti-inflammatory activity of methanolic extract of *aster lanceolatus* wild leaves. *International Journal of Medicine Research*, 1(1): 26-30.

11. Bernard A. 2012. Les épices c'est malin, cannelle clou de girofle, poivre... leurs bienfaits et toutes leurs utilisations méconnues pour la santé, la beauté et la maison, p.16.

12. GUIGNARD J-L., 1996. Botanique. 10^e édition révisée. Collection « ABREGES ». Masson, Paris, 278 p

13. PURSEGLOVE J.W., 1984. Tropical Crops : Dicotyledons. Ed. Longman Group Ltd, Singapore, 719 p

14. CHAINE-DOGIMONT C., 1993. Etude génétique de trois systèmes de résistance par hypersensibilité ou séquestration aux trois virus principaux infectant le piment (*Capsicum annuum* L.). Thèse de docteur, INA-PG. Paris, 194 p

15. ANU A. & PETER K. V., 2000. The chemistry of paprika. *Capsicum & Eggplant Newsletter* n° 19, juin 2000. P Belletti, Ed. University of Turin (DIVAPRA-Agricultural Genetics) ,Italy, pp 19-22

Références bibliographiques

- 16.** MESSIAEN C.M., 1975. Le potager tropical, tome 2 : cultures spéciales. Collection « Techniques vivantes ». Presses Universitaires de France, 197 p
- 18.** CHAUX C. & FOURY C., 1994. Productions Légumières. Tome 3 : Légumineuses potagères - Légumes fruits. Coll. « AGRICULTURE D'AUJOURD'HUI : Sciences, Techniques, Applications ». Tec & Doc. Lavoisier, Paris, France. 563 p
- 17.** MESSIAEN C.M., 1975. Le potager tropical, tome 2 : cultures spéciales. Collection « Techniques vivantes ». Presses Universitaires de France, 197 p
- 19.** LAUMONNIER R., 1979. Les cultures légumières et maraîchères, tome III. 3e édition. Collection « Encyclopédie Agricole » Editions J-B. Baillière, Paris, France, 276 p
- 20.** WILLIAMS C.N., UZO J.O., PEREGRINE W.T.H., 1991. Vegetable Production in the Tropics. «Intermediate Tropical Agriculture series». Ed. Longman Scientific & Technical. Malaysia, 179 p
- 21.** MITRA S. K., 1990. Chilli. In : MITRA S. K., SADHU M. K., BOSE T. K., 1990. Nutrition of vegetable crops. Ed. Naya Prokash. Calcutta, India, pp 101 - 105
- 22.** TROPICASEM, 2001. En savoir plus sur le piment : gestion de l'eau et irrigation en culture intensive. Tropiculture n° 54, mars 2001. Edition Tropicasem, Dakar / Sénégal, pp 4-5
- 23.** POCHARD E., PALLOIX A., DAUBEZE A.M., 1992. Le piment. Dans : GALLAIS A. et BANNEROT H., éditeurs., 1992. Amélioration des espèces végétales cultivées : objectifs et critères de sélection. Ed. INRA, Paris, pp 420 - 434
- 24.** GREENLEAF W. C., 1986. Pepper Breeding. In: Mark J-Basset, Ed., 1986. Breeding Vegetables Crops, Part I. AVI Publishing. Pp 67-134
- 25.** PETER K.V., 1998. Genetics and Breeding of vegetables. Indian Council of Agricultural Research, New Delhi. India, 333 p



Chapitre 4

Caractérisations

pharmacologiques de la
spéculation étudiée



I. Importance de la culture

I.1. Valeur nutritive

L'une des principales caractéristiques nutritionnelles du piment est sa richesse en vitamines. Il est considéré comme le légume frais qui contient le plus de vitamine C après le persil(1), alors que la provitamine A (carotène) atteint, aussi, des niveaux intéressants allant jusqu'à 3,5 mg / 100 g chez les piments rouges quant aux vitamines du groupe B (de 0,02 à 0,7 mg selon les vitamines) ainsi que de la vitamine E (1,4 mg / 100 g) sont variables.

Par ailleurs, de nombreux minéraux sont identifiés et oligo-éléments dont le potassium, le phosphore, le magnésium, le calcium, alors que, le fer, le cuivre, le manganèse et le zinc sont, aussi, rencontrés.

Cependant, sa richesse en vitamines fait de lui, un fruit énergétiquement modeste, alors que les glucides (glucose et fructose, tandis que le saccharose n'apparaît que sous forme de traces), varient entre 2,2 et 4,7 g par 100 g(1). Il faut signaler que les protéides végétaux représentent environ 0,7 à 1,9 % du total, par contre, les lipides (ou graisses) ne dépassent pas 0,2 à 0,4 g aux 100 g mais les fibres sont relativement abondantes (2 g aux 100 g).

Tableau 2 : les vitamines du piment en mg.

Vitamine C (acide ascorbique)
Provitamine A (carotène)
Vitamine B1 (thiamine)
Vitamine B2 (riboflavine)
Vitamine B3 ou PP (nicotinamide)
Vitamine B5 (acide panothénique)
Vitamine B6 (pyridoxine)
Vitamine B9 (acide folique)
Vitamine E (tocophérols)

Tableau 3 : Les minéraux

Potassium	170.0
Phosphore	26.00
Calcium	9.000
Magnésium	13.00
Sodium	2.000
Chlore	18.00
Fer	0.400
Cuivre	0.100
Zinc	0.200
Manganèse	0.100

Tableau 4 : les composants du piment en g

Glucides	3.50
Protides	1.10
Lipides	0.30
Eau	91.0
Fibres alimentaires	2.00

I.2. Les divers usages

Le piment fort est cultivé pour de multiples usages, il est recommandé, principalement en tant que légume ; consommé cru ou non, mur ou non, ses fruits sont transformés en poudre, séchés ou fermentés(2). Il est un excellent laxatif, analgésique mais aussi, utilisé à usage médicinal comme stimulant histaminique(3).

Les plantes médicinales représentent la première source de matière première essentielle pour la découverte de nouvelles molécules nécessaires à la mise au point de futurs médicaments(14). Reposant souvent sur une approche empirique, les propriétés biologiques des plantes et des substances naturelles qu'elles renferment, ont fait l'objet de nombreux travaux. Ils renferment de nombreux principes actifs qui sont largement utilisés en thérapeutique, comme des agents préventifs antioxydants, antimicrobien, anti-inflammatoire(15).

Signalons que parmi celles-ci il y a le piment qui est en fait un nom vernaculaire pour désigner différentes espèces de *Capsicum* qui fournissent des fruits piquants comme *Capsicum annuum*, une espèce qui comprend des centaines de variétés, tels que le piment d'Espelette, poblano, Cayenne, jalapeño, serrano... Les poivrons sont aussi des *Capsicum annuum*.

Ainsi, le piquant du piment vient de la capsaïcine, composant actif et chimique de la famille des alcaloïdes, contenue en majorité sur les membranes internes du fruit, en particulier sur la partie blanchâtre, appelée placenta. Elle est la responsable des sensations de brûlure et reste le composant majoritaire dans les graines, raison pour laquelle elles sont aussi piquantes.

A cet effet, les chercheurs ont pensé à mesurer la force d'un piment, le pharmacologue américain, **Wilbur Scoville** a inventé une échelle qui aide à reconnaître le degré de chaleur d'un piment selon sa teneur en capsaïcine qui peut varier de zéro, pour les piments doux, à plus de 2 millions pour des variétés de piments très forts.

Cependant, il existe une autre méthode inspirée de l'échelle de Scoville, plus simple qui aide à reconnaître la force d'un piment.

Il existe des variétés qui ont une saveur plus piquante, même, les plus grands amateurs de saveur



Figure 6 Poudre et fruit de *Capiscum* (*Capiscum annum L.*)

de feu n'arrivent pas à s'accommoder ces piments explosifs car ils sont très riches en capsaïcine, molécule insoluble dans l'eau qui génère la brûlure, se fixe sur des récepteurs sensoriels, qui envoient des messages au cerveau. Les neurotransmetteurs déclenchent, ainsi, une alerte indiquant que la bouche est en feu et le corps produit une réaction avec de la transpiration et des yeux larmoyants(4).

De manière générale, les piments forts permettent de limiter l'utilisation du sel en cuisine. En effet, le piment apporte de la capsaïcine, un alcaloïde irritant qui serait responsable de certains bénéfices pour la santé. De ce fait, la protéine TRPV1 s'exprime par les cellules nerveuses sensibles à la capsaïcine du tube digestif. Elle favoriserait, aussi, la circulation sanguine car la consommation de piments est inversement associée avec l'hypertension artérielle (4)

La capsaïcine a des effets anti-cancer, du fait qu'elle active la protéine TRPV1, présente à la surface des cellules épithéliales, et inhibe la formation de tumeurs colorectales et fonctionnerait comme un suppresseur de tumeur dans l'intestin, du moment qu'une prise de 3 mg/kg de capsaïcine par voie orale chez les animaux malades a supprimé la prolifération des cellules épithéliales et a permis aux souris de vivre plus longtemps(7).

Il faut noter qu'ils contiennent, aussi, des caroténoïdes, précurseurs de la vitamine A, et de la vitamine C, antioxydante (10 g de piment apportent entre 10 et 15 % des besoins journaliers conseillés en vitamine C pour les adultes)(2). En 2019, une étude italienne, signale que les personnes qui consomment des piments au moins 4 fois par semaine ont un risque de mortalité pour toutes causes et par maladies cardiovasculaires diminué de 23 % par contre 34 % pour celles qui n'en consomment pas(7,16). Ainsi, la même source signale que l'effet potentiellement protecteur du piment vis-à-vis du risque de mortalité semble être indépendant du type d'alimentation.

La même source mentionne qu'elle aurait un effet brûle-graisse, ce qui explique qu'elle est étudiée en tant que complément alimentaire pour perdre du poids, du fait, qu'elle augmente la dépense énergétique de 70 kcal/jour chez des hommes en surpoids. Ainsi, ses effets bénéfiques pourraient s'expliquer par plusieurs mécanismes biologiques à savoir l'augmentation de l'absorption intestinale (et donc réduction des prises alimentaires), la stimulation de la thermogénèse, du catabolisme des lipides et du métabolisme de base, l'action sur les centres nerveux qui contrôlent l'appétit, modifications bénéfiques du microbiote intestinal. Il est indiqué, cependant, que

la consommation de piment semble également aider à réguler les taux d'insuline après un repas : une alimentation épicée limite les pics d'insuline post-prandiaux(5).

La capsaïcine a pour cible un nocicepteur spécifique n'existant que chez les mammifères(4); les oiseaux, qui n'y sont pas sensibles(5), peuvent ainsi disperser les graines des piments beaucoup plus loin, et il semble que cela ait favorisé l'évolution de ce mécanisme de défense(6). La capsaïcine empêche également le développement des mycoses utilisant les perforations de la peau dues aux insectes(7).

Cependant, le piment doit être consommé avec modération en raison de ses effets sur le tube digestif car il pourrait augmenter la perméabilité intestinale(8). Une consommation excessive de piment a des effets néfastes sur l'estomac.

Enfin, une étude chinoise parue en 2019 suggère que la consommation d'une alimentation très pimentée pourrait augmenter le risque de démence (9).

Alors que sur le plan médical le piment est très utilisé surtout en médecine traditionnelle. Les piments forts provoquent une forte salivation, participent à la digestion et sont laxatifs. La capsaïcine, principe actif, stimule les muqueuses de la bouche, de l'estomac et des intestins (mouvements péristaltiques).

Tous les piments contiennent des composés phytochimiques connus collectivement sous le nom de capsaïcinoïdes. La médecine moderne utilise la capsaïcine pour traiter la douleur, les désordres respiratoires, le zona, les maux de dents et l'arthrite(3).

Au laboratoire, la capsaïcine a permis l'apoptose de cellules cancéreuses chez le rat(15).

Chez la souris, le piment (la capsaïcine en particulier) pourrait permettre une perte de poids en cas d'obésité(16,17).

Des chercheurs ont utilisé la capsaïcine du piment pour tuer les cellules nerveuses du pancréas de souris ayant un diabète de type 1, permettant aux cellules productrices d'insuline de recommencer à produire de l'insuline(18,19). Il est constaté que la quantité d'insuline nécessaire pour abaisser la glycémie après un repas est réduite si le repas contient du piment(20). Elle diminue le contenu en lipides de certaines cellules hépatiques(21).

Les vertus anti-inflammatoire, antioxydants, anticancéreuses et régulatrices de la glycémie, via la capsaïcine, est corrélée avec

✓ Une longévité améliorée.

✓ Une baisse de la mortalité cardio-vasculaire, une association retrouvée dans plusieurs pays(22,23,24). Après l'ajout de piment à l'alimentation, le LDL, ou « mauvais » cholestérol, résiste plus longtemps à l'oxydation, ce qui retarde le développement d'un risque majeur pour les maladies cardio-vasculaires(25). Un risque considérablement réduit (-23%) de mourir d'un cancer(26).

Traditionnellement, les épices et le piment permettent de contrôler les niveaux de contamination microbienne des aliments des pays avec peu ou pas de réfrigération(27). La capsaïcine inhibe la croissance d'*Helicobacter pylori*(11).

I.3. Effets délétères

- Une ingestion chronique de piment peut induire un reflux gastro-œsophagien(28).
- Par ailleurs, une consommation élevée de piment peut être associée au cancer de l'estomac(29). Des aflatoxines et composés N-nitroso, cancérigènes, se retrouvent fréquemment dans la poudre de piment(30).
- L'ingestion de petites quantités de piment peut aggraver temporairement l'état de patients souffrant d'hémorroïdes (douleur, démangeaisons et saignements) (31). La même source mentionne qu'une consommation élevée de piments peut provoquer des irritations et des brûlures anales lors de la défécation.

La consommation de piments ou d'autres épices peut aggraver l'inflammation des maladies articulaires comme la bursite et la goutte.



Figure 7 Fleur de *Capsicum annuum* L

Références Bibliographiques

1. www.aprifel.com : Fiches nutritionnelles pour produits ; le poivron. Consulté le 15 juin 2023
2. Pochard e., palloix a., daubeze a.m., 1992. Le piment. Dans : gallais a. et bannerot h., éditeurs., 1992. Amélioration des espèces végétales cultivées : objectifs et critères de sélection. Ed. INRA, Paris, pp 420 - 434
3. Dupriez h., leener ph. de, 1987. Jardins et vergers d'Afrique. Terres et Vie / CTA. Editions L'harmattan. Nivelles, Belgique, 354 p
4. [http //: www. Au jardin](http://www.AuJardin.com) : culture et plantation des différentes variétés de piments.
Consulté le 14 juin 2023
5. Le Truffaut. Encyclopédie pratique illustrée du jardin. Bordas. 2000.
6. Morana et al. Antioxidant, Anti-Obesity, Nutritional and Other Beneficial Effects of Different Chili Pepper: A Review. *Molecules*. 2022.
7. Bonacchio et al. Chili Pepper Consumption and Mortality in Italian Adults. *The Journal of the American College of Cardiology*. 2019.
8. Shi et al. Chilli intake is inversely associated with hypertension among adults. *Clin Nutr ESPEN*. 2018.
9. Szallasi. Capsaicin for Weight Control: “Exercise in a Pill” (or Just Another Fad)? *Pharmaceuticals*. 2022.
10. Ahuja. Effects of chili consumption on postprandial glucose, insulin, and energy metabolism. *Am. J. Clin. Nutr*. 2006.
11. De Jong et al. Ion channel TRPV1-dependent activation of PTP1B suppresses EGFR-associated intestinal tumorigenesis. *J.C.I*. 2014.
12. Souccar et Houlbert. La meilleure façon de manger. Éditions Thierry Souccar. 2015.
13. Shi et al. High Chili Intake and Cognitive Function among 4582 Adults: An Open Cohort Study over 15 Years. *Nutrients*. 2019.
14. Maurice N. 1997- L'herboristerie d'antan à la phytothérapie moléculaire du XXIe siècle. Ed. Lavoisier, Paris, p. 12-14.

Références bibliographiques

15. Shiva Rani S. K., Neeti Saxena, Udaysree. 2013. Antimicrobial Activity of Black Pepper (*Piper nigrum* L.). *Global Journal of Pharmacology* 7 (1): 87-90, 2013.
16. Bonaccio *et al.*, *Journal of the American College of Cardiology*, 2019.
17. Marie-Pierre Arvy et François Gallouin, *Épices, aromates et condiments*, Paris, Belin, coll. « Botanique », 2003, 412 p. (ISBN 2-7011-3063-8).
18. Food and Agriculture Organization of the United Nations, *Chillies and peppers, dry, production quantity (tons) - for all countries*.
19. Kenneth F. Kiple *et al.* - *The Cambridge World History of Food*, Cambridge University Press, p. 287.
20. Éric Birlouez, *Petite et grande histoire des légumes*, Quæ, coll. « Carnets de sciences », 2020, 175 p. (ISBN 978-2-7592-3196-6), Ces légumes que nous devons au Nouveau Monde, « Piments et poivrons : chaudes couleurs », p. 123-131.
21. Luc Ruidant, « *Manger pimenté permettrait de vivre plus longtemps* », sur *lejournal du medecin.com*, 19 novembre 2020 (Consulté le 19 AVRIL 2023)
22. J. J. Tewksbury et G. P. Nabhan, « *Directed deterrence by capsaicin in chillies* », *Nature*, vol. 412, n° 6845, 2001, p. 403–404
23. John Roach, « *Fungus Puts the Heat in Chili Peppers, Study Says* », *Discover Magazine*, 11 août 2008 (Consulté le 13 Juin 2023).
24. Perry L. *et al.*, 2007 - Starch fossils and the domestication and dispersal of chili pepper (*Capsicum* spp. L.) in the Americas. *Science* 315: 986–988 .
25. Diego Alvarez Chanca - *The letter of Dr. Diego Alvarez Chanca, dated 1494, relating to the second voyage of Columbus to America*, Smithsonian miscellaneous collections, Vol. XLVIII, p. 525.
26. « *Capsaicin as an inhibitor of the growth of the gastric pathogen Helicobacter pylori* »

Références bibliographiques

27. Kenneth F. Kiple *et al.*, 2000 - *The Cambridge World History of Food*, Cambridge University Press, p. 285.

28. « *Pourquoi le piment nous brûle-t-il la bouche ?* » (Consulté le 5 mars 2023).

29. Billing J., Sherman P.W., 1998 - Antimicrobial functions of spices: why some like it hot. *The Quarterly review of biology* 73 (1): 3–49.

30. Hsu C.L., Yen G.C., 2007 - Effects of capsaicin on induction of apoptosis and inhibition of adipogenesis in 3T3-L1 cells. *J. Agric. Food Chem.* 55 (5): 1730–6.

31. Bonaccio M, Di Castelnuovo A, Costanzo S *et al.* *Chili pepper consumption and mortality in Italian adults* , *J Am Coll Cardiol*, 2019;74:3139-3149



Travail de laboratoire





Matériel et méthodes



Objectif scientifique

Cette étude porte sur les tests du screening phytochimique de l'extrait hydro-méthanolique du piment *Capsicum annum* L. afin de mettre en évidence sa richesse en différentes substances bioactives, pour ensuite, doser les poly-phénols et enfin, les activités biologiques. Vérifier, par la suite, l'effet, pharmacologique sur les paramètres biochimiques et pondéraux chez les lapins de souche locale "*Oryctolagus cuniculus domesticus*

"rendus diabétiques par injection d'une substance diabéto-gène, l'alloxane.

Enfin, à partir des tests biologiques, nous signalerons, l'effet positif de l'extrait hydrométhanolique qui a montré une bonne activité anti-hyperglycémique, cholestérolémique, triglycéidémique, antibactérienne et antioxydante.

I. Matériel et Méthodes

I.1. Matériel végétal

I.1.1. Le choix de la plante

I.1.1.1. Le piment

La spéculation choisie pour cette étude est représentée par le piment fort ou *Capsicum annum* L.



Figure 8 : Les fruits du piment fort murs

Le piment est acheté, sous forme séchée, chez un arboriste au niveau du Marché couvert de Mila.

Les fruits secs sont récupérés dans un sac et propre pour servir ultérieurement à l'extraction.

Les légumes sont placés sur un journal pour sécher à l'air libre mais cependant, à l'abri de la lumière directe du soleil, et à température ambiante, pendant plusieurs jours. Pour s'assurer que le séchage des échantillons est total, il s'est avéré nécessaire de les sécher une deuxième fois dans une étuve à 80°C pendant 96h, afin que ces fruits soient totalement secs. Ensuite, ils sont broyés à l'aide d'un mixeur jusqu'à l'obtention d'une poudre fine et homogène pour que l'extraction soit fiable (la préparation de l'extrait pour effectuer les tests phytochimiques ainsi que les activités biologiques... etc.)

Les différentes étapes de la préparation de la matière première sont représentées ci-dessous.

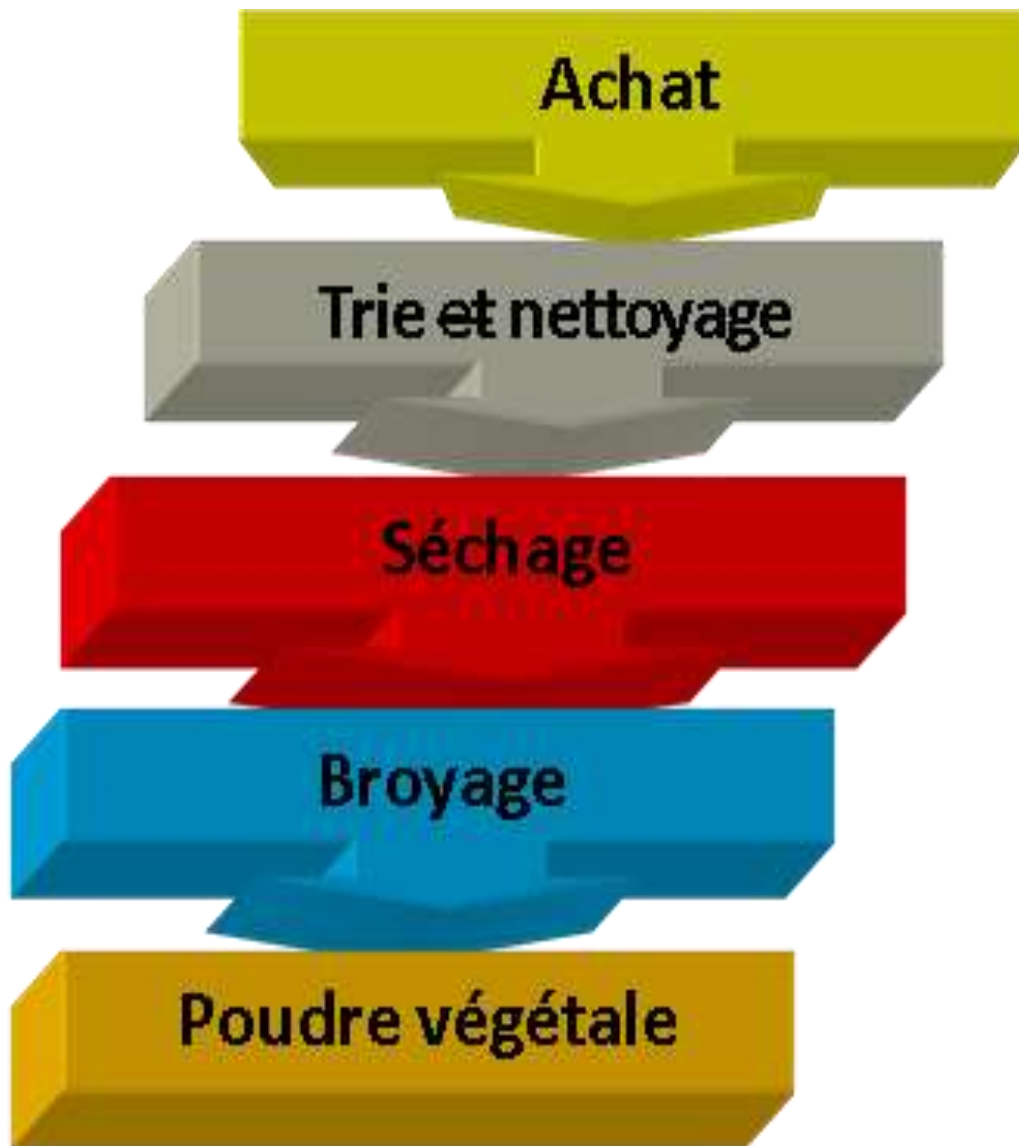


Figure 9 : Diagramme représentant les différentes étapes de la préparation de la matière première

II. Méthodes d'extraction et d'analyse

L'extraction solide-liquide est une opération de transfert de matière entre une phase qui contient la matière à extraire « solide », et un solvant d'extraction « liquide ». Le but de cette opération est d'extraire et de séparer un ou plusieurs composants mélangés à un solide dans un solvant, plusieurs méthodes d'extraction sont mises au point pour la distillation des molécules des plantes. Cependant, les composés volatiles sont connus comme étant thermosensibles et vulnérables aux réactions chimiques. La perte de certains constituants, la dégradation de quelques composés insaturés par effet thermique ou par hydrolyse, ainsi que, la présence de résidus de solvants organiques plus ou moins toxiques peuvent être engendrés par ces techniques d'extraction.

II. 1. Extraction par Soxhlet

II.1.1. Mode opératoire

Dans ce cas, il faut mettre 30g de poudre végétale dans la cartouche poreuse, alors que, dans le ballon sont mis 350ml de méthanol plus 150ml d'eau (70 de méthanol et 30 d'eau).

Une fois l'extraction terminée, on procède à la préparation de l'extrait

- a- Concentration (évaporation) par rota-vapeur à 60°C
- b- L'extrait concentré est mis à sécher dans l'étuve à 45°C jusqu'à séchage complet
- c- Grattage de l'extrait sec est mis dans les tubes eppendorf et conservé à

une température de +4°C afin d'être utilisé plus tard.

II.1.2. Etude phytochimique

Une recherche phytochimique est effectuée, parallèlement aux différents tests biologiques. Ainsi, ils consistent à détecter les différentes familles de composés existantes dans la partie étudiée de la plante par des réactions de précipitation ou de coloration en utilisant divers réactifs spécifiques aux différentes molécules.

La phytochimie de la plante est réalisée en utilisant un mélange de solvant (méthanol) et de l'eau.

II.1.2.1. Phytochimie qualitative

La phytochimie qualitative consiste en la mise en évidence des différentes familles de composés par la réalisation de réactions chimiques caractéristiques.

➤ **Tanins**

A 2 ml de la solution à tester ajouter 2 à 3 gouttes de solution de FeCl_3 à 2%. Un test positif est révélé par l'apparition d'une coloration bleu-noire et un précipité (laisser reposer quelques minutes) (9).

➤ **Saponosides**

-**Test 1** : 5 ml de la solution à tester sont bien mélangés avec 10 ml d'eau distillée pendant 2 mn. La formation d'une mousse persistante après 15 mn confirme la présence de saponosides (9)

-**Test 2** : Evaporer 10 ml d'extrait éthanolique. Traiter le résidu obtenu avec 10 ml de chloroforme anhydre. Mélanger 5 ml de la solution chloroformique avec 5 ml d'anhydride acétique. Ajouter quelques gouttes d'acide sulfurique concentré. Agiter puis laisser reposer. L'apparition d'une coloration violacée fugace virant au vert confirme la présence de stéroïdes.

-**Test 3** : 5 ml de la solution à tester sont mélangés avec 2 ml de chloroforme et 3 ml d'acide sulfurique concentré. Une couleur rouge-marron de la couche d'interface indique la présence de terpènes hétérosidiques (6)

➤ **Flavonoïdes**

Traiter 5 ml de l'extrait avec quelques gouttes de HCl concentré. Ajouter une quantité de tournures de magnésium (Laisser agir). La présence des flavonoïdes est confirmée par l'apparition d'une couleur rouge ou orange (6)

➤ **Glucosides cardiotoniques**

Ce test est basé sur la réaction de Keller-Kiliani. A 1 ml de chaque extrait ajouter 5 ml d'acide acétique contenant des traces de FeCl_3 et 5 ml d'acide sulfurique contenant des traces de FeCl_3 . La présence de glucosides cardiotoniques est confirmée par la formation de deux phases, une colorée en brun rouge (acide acétique) et la deuxième en bleu-vert (acide sulfurique) (4)

➤ **Coumarines**

Placer 1g d'échantillon de la plante humide dans un tube à essai. Couvrir le tube avec un papier imbibé d'une solution de NaOH et le placer dans un bain marie pendant quelques minutes. Ajouter 0,5 ml de NH_4OH (10%). Mettre deux taches sur un papier filtre et examiner sous la lumière ultraviolette. La fluorescence des taches confirme la présence de coumarines (3)

➤ **Anthracénosides**

Ce test est réalisé sur l'extrait méthanolique. En premier lieu, prendre 25 ml de l'extrait méthanolique, ajouter 15 ml d'HCl 10%, porter à reflux pendant 30 mn, refroidir la solution et l'extraire 3 fois avec 15 ml d'éther di-éthylique, afin d'obtenir deux phases, aqueuse et étherique.

Le test de la présence des anthracénosides est basé sur la réaction de Borntrager. Evaporer 8 ml de la phase étherique, récupérer le résidu avec 2 ml d'eau chaude, ajouter quelques gouttes d' NH_4OH à 10%. Le test est positif par l'apparition d'une coloration rouge orangée.

➤ **Alcaloïdes**

Deux réactifs sont utilisés : réactif de Mayer et réactif de Wagner qui sont préparés comme suit :

✦ **Réactif de Mayer**: 5 g de KI et 1,358 g de HgCl_2 solubilisés dans 100 ml d'eau distillée.

✦ **Réactif de Wagner**: 2 g de KI et 1,27 g de I_2 solubilisés dans 100 ml d'eau distillée.

Ce test se fait par ajout de quelques gouttes de chaque réactif, séparément, à

l'extrait étudié. L'apparition d'un précipité confirme la présence des alcaloïdes (4)

➤ **Amidon**

Traiter l'extrait avec le réactif d'amidon. L'apparition d'une coloration bleue violacée indique la présence d'amidon (3)

✦ **Réactif d'amidon**: 1,2 g de I_2 et 2,5 g de KI solubilisés dans 500 ml d'eau distillée.

Le test est positif par l'apparition d'une coloration rouge-orangée

➤ **Anthraquinones**

Bouillir 1 g de la plante pendant quelques minutes en présence de 10 ml de KOH 0,5 N et 1 ml de H_2O_2 à 5%. Refroidir le mélange, filtrer puis acidifier le filtrat avec l'acide acétique.

Extraire la solution acide obtenue avec 10 ml de benzène. Agiter l'extrait benzénique en présence de 5 ml de NH_4OH . Une réaction positive est révélée par la formation d'une couleur rouge au niveau de la couche alcaline.

➤ **Mucilages**

Mélanger 1 ml d'extrait aqueux et 5 ml d'alcool absolu. Un test positif est révélé par l'apparition d'un précipité floconneux.

➤ **Acides aminés**

Ce test est basé sur la réaction des acides aminés avec la ninhydrine. À 1 ml de la solution à tester

(solubilisée dans l'eau distillée) ajouter 1ml de solution de ninhydrine préparée dans l'acétone (ou éthanol) dont la concentration est de 1%. Chauffer dans le bain marie et observer le changement de couleur. La présence des acides aminés est confirmée par l'apparition d'une couleur violette (8).

➤ **Stéroïdes et tri-terpènes**

Une macération, pendant 24h d'un (01)g de poudre dans 20ml d'éther di-éthylique, suivie d'une filtration de ce mélange et complétée à 20ml d'éther di-éthylique.

La réaction de Libermann-Buchard consiste à évaporer à sec 10ml de l'extrait au bain marie. Le résidu est repris avec un (01) mld'acide acétique et un (01) mld de chloroforme, puis recueillie la solution dans un tube à essai. Ajouter, à l'aide d'une pipette, 1 à 2 mld'acide sulfurique concentré au fond du tube à essai sans agiter. La formation d'un anneau rouge-brunâtre ou violet indique la présence de stéroïdes et de tri-terpènes.

II.2.2. Phytochimie quantitative

II.2. 2.1. Humidité

Cette méthode analytique est basée sur le séchage complet du matériel végétal frais à une température de 80°C jusqu'à l'obtention d'un poids stable. L'humidité est le pourcentage en eau perdue après séchage par rapport à la matière fraîche. (8)

a. Mode opératoire

Après l'emballage de cinquante (50) grammes d'échantillon dans le papier aluminium pesé au paravent. Ce dernier est placé dans l'étuve à 80°C jusqu'à séchage total, ensuite, l'échantillon est retiré et mis à température ambiante, puis pesé avec la même balance analytique.

b. Expression des résultats

La formule suivante exprime le taux d'humidité en (%)

$$H(\%) = [(M2-M3) / (M2-M1)] \times 100.$$

M1: La masse du papier aluminium sans échantillon en gramme;

M2: La masse du papier aluminium avec la prise d'essai avant le séchage

M3: La masse du papier aluminium avec le piment fort après séchage

H: Humidité.

III. Dosage des polyphénols

Le dosage des poly-phénols totaux est effectué avec le réactif colorimétrique folin-ciocalteu (20). Les poly-phénols sont déterminés par spectrophotomètre, selon la méthode de folin Ciocalteu. Ce réactif de couleur jaune est constitué par un mélange d'acide phosphotungstique et d'acide phosphomolybdique. Lorsque les poly-phénols sont oxydés, ils réduisent le réactif folin-Ciocalteu en un complexe ayant une couleur bleue constituée d'oxyde de tungstène et de molybdène. L'intensité de la couleur est proportionnelle aux taux des composés phénoliques oxydés.

III.1. Mode opératoire

Dans un tube à essai mélanger **100 µl** d'extraits plus **500 µl** du réactif de folin ciocalteu à 10 % (v/v). Le mélange est incubé pendant 4 min. On ajoute ensuite **400 µl** de Na₂CO₃ (carbonate de sodium) à **7.5 % (v/v)** puis le mélange est soumis à une autre incubation pendant 2h à l'obscurité. La lecture se fait dans la longueur d'onde **765 nm**.

Le blanc de test contient **100 µl** d'éthanol **500 µl** de folin et **400 µl** de NaCO₃.

III.2. Expression des résultats

Les concentrations en composés phénoliques totaux de l'extraits sont déterminées en se référant à la courbe d'étalonnage obtenue à différentes concentrations d'acide gallique dans le méthanol. Les résultats sont exprimés en microgramme d'équivalent en acide gallique par 1 milligramme d'extraits sec ($\mu\text{gEAG}/\text{mgd'extract}$).

IV. Dosage des flavonoïdes totaux par la méthode de trichlorure d'Aluminium

La détermination de la teneur en flavonoïdes de l'extrait de piment est effectuée par la méthode de trichlorure d'aluminium (AlCl₃) (6). Ainsi, un millilitre d'extrait dilué dans le méthanol, et le flavonoïde standard (rutine/quercétine, aussi, préparé dans du méthanol) est ajouté à 1 ml d'AlCl₃ (Solution méthanolique de 2%). Après 10 minutes de réaction, l'absorbance est lue à **430 nm**.

Lacourbed'étalonnageesteffectuéeeparlaquercétineàdifférentes concentrations (0-10µg/ml),danslesmêmesconditionsetlesmêmesétapesdedosage.Lesrésultatssont exprimés en mg d'équivalent de quercétine par 100 g de poids sec de la matière sèche (mgER/100g) (Toutes les mesures sont répétées 3 fois).

Cependant, le mode opératoire se fait comme suit

1mld'échantillondiluéestmêlangéséparémentavec1mldesolutionméthanoliquedechlorure d'aluminium à 2%. Après une incubation à température ambiante pendant 30 minutes,l'absorbance du mélange réactionnel est mesurée à 430 nm avec un spectrophotomètre et lateneurenflavonoïdesestexpriméeenµgparg'équivalent en quercétine.

V. Évaluationdel'activité antioxydante

La méthode du DPPH (diphényl picryl-hydrayl) est basée sur la réduction d'une solution alcoolique del'esèce radicalaire stable DPPH• en présence d'un antioxydant donneur d'hydrogène (AH), qui aboutit à la formation d'une forme non-radicalaire, le DPPH-H (diphénylpicryl-hydrazine). La réduction duDPPH+ en DPPH-H induit un changement de sa couleur violette en jaune, dont l'intensité de la couleurjaune est proportionnelle à la capacité des antioxydants présents dans le milieu à donner des protons. Ainsi plus la perte de couleur est rapide plus le donneur d'hydrogène est considéré comme unantioxydant fort. (11)

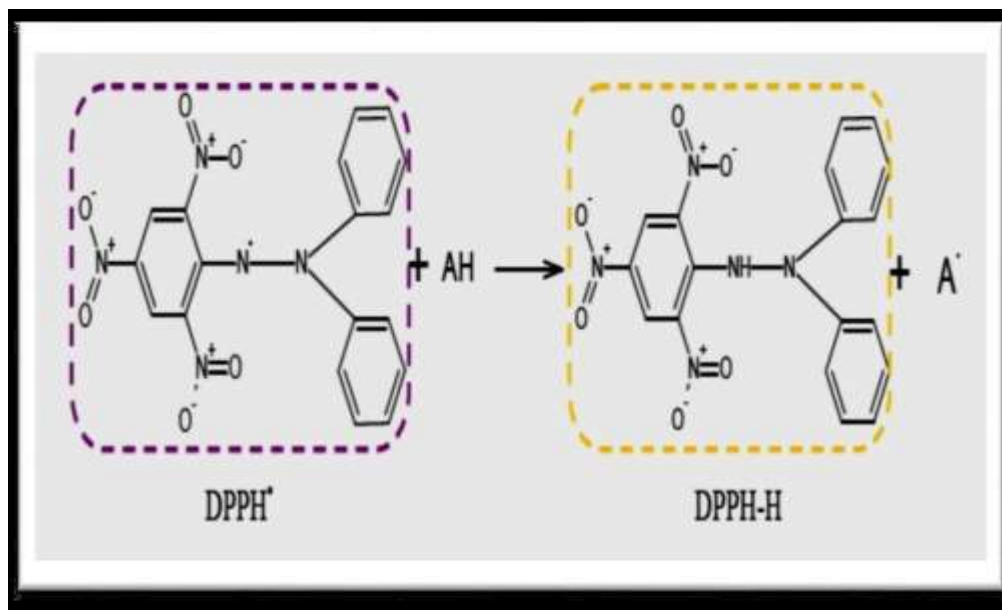


Figure 10 :Mécanisme réactionnel intervenant lors du test DPPH+ entre l'esèce radicalaire DPPH+ et un antioxydant.

Le DPPH est caractérisé par son adaptation à plusieurs échantillons dans une courte durée, il est assez sensible pour détecter les ingrédients actifs à des basses concentrations, à cet effet, il est employé pour le criblage des activités anti-radicalaires des extraits végétaux(10)

A cet effet, un volume de 1 ml de l'extrait (avec dilution convenable) est incubé (30 mn) avec 5 ml d'une solution méthanolique de DPPH (33 mg/l). Les absorbances à 517 nm sont enregistrées. Les résultats obtenus pour l'extrait testé sont comparés à ceux obtenus pour l'Acide Ascorbique pris comme un antioxydant standard. L'activité anti-radicalaire est estimée selon l'équation suivante(16)

$$\text{Activité anti-radicalaire (\%)} = \frac{(\text{Abs contrôle} - \text{Abs échantillon})}{\text{Abs contrôle}} \times 100$$

La concentration effective à 50%, EC50=IC50/mg de DPPH/ml.

VI. L'activité antibactérienne

VI.1. Les souches bactériennes testées

L'activité antibactérienne de l'extrait est testée sur des souches de références appartenant à l'American Type Culture Collection (ATCC). L'ensemble de ces souches sont décrites dans le tableau 5

Tableau 5: Tableaux descriptifs des différentes souches bactériennes testées.

Les bactéries testées	Gram
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> ATCC 27853	Négatif
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 0827	Positif
<i>Escherichia coli</i> ATCC 25922	Négatif
<i>Bacillus subtilis</i> ATCC 6633	Positif

VI.2. Les milieux de culture

Les différents milieux de culture utilisés pour l'activité antibactérienne sont rassemblés dans le tableau 6

Tableau 6: Tableau descriptif des milieux de culture utilisés

Milieu de culture	Utilisation
Gélose de Muller-Hinton (MH)	Etude de la sensibilité des bactéries aux Agents antimicrobiens
Gélose nutritive (GN)	Repiquage des colonies
Bouillon Nutritif (BN)	Réactivation et enrichissement des Souches bactériennes testées

VI.3. Revivification microbiologique des souches bactériennes

Afin de pouvoir utiliser les souches bactériennes testées, elles sont réactivées dans le bouillon nutritif ; pour cela un repiquage dans des tubes contenant du BN est effectué à partir des milieux de conservation des souches, qui sont ensuite incubées à 37°C pendant 24h.

VI.4. Vérification de la pureté des souches bactériennes

Les souches bactériennes testées sont repiquées à partir des cultures contenues dans le BN sur le milieu de gélose nutritive (GN), suivies d'une incubation à 37°C pendant 24h.

VI.4.1. Pré-enrichissement des souches bactériennes

A partir des tubes de BN contenant les souches revivifiées, un pré-enrichissement est effectué sur un milieu d'isolement (GN) pour chacune des souches.

Afin d'obtenir des colonies bien isolées qui serviront à la standardisation de l'inoculum, l'ensemencement est réalisé par la méthode de quadrants. Ensuite l'incubation des boîtes de Pétri se fait à 37°C pendant 18h préférentiellement et au plus tard 24h, afin d'obtenir

des colonies jeunes en phase de croissance exponentielle.

VI.4.2. Préparation des suspensions bactériennes

Une suspension bactérienne de densité équivalente au standard 0,5 de (10^8 UFC mL⁻¹) est préparée à partir d'une culture pure et jeune dont l'âge est de 18h.

Ainsi, à l'aide d'une anse de platine, racler quelques colonies bien isolées et parfaitement identiques à partir des boîtes de Pétriensemencées précédemment;

- ✓ Déposer les colonies dans un volume d'eau physiologique stérile à 0,9% de chlorure de sodium (NaCl);

- ✓ Bien homogénéiser la suspension bactérienne;

- ✓ Réaliser une standardisation de la suspension à l'aide d'un spectrophotomètre réglé sur une longueur d'onde de 625nm et une densité optique ajustée à 0,08–0,10.

- ✓ Cette densité mesurée à 625nm est équivalente à 10⁸ UFC/ml

- ✓ L'ajustement de l'inoculum bactérien se fait en fonction de la charge soit par ajout de la culture si la DO est faible ou de l'eau physiologique stérile s'il est trop chargé.

L'ensemencement doit se faire en moins de 15min après la préparation de l'inoculum.

VI.4.3. Le protocole de l'activité antibactérienne

Selon le protocole de **Sokmen (21)**, l'étude est réalisée par la méthode de diffusion sur gélose, conçue initialement pour les antibiotiques, par des disques imprégnés d'extraits (**Fig 21**), appelée arôme ou encore méthode de disques.

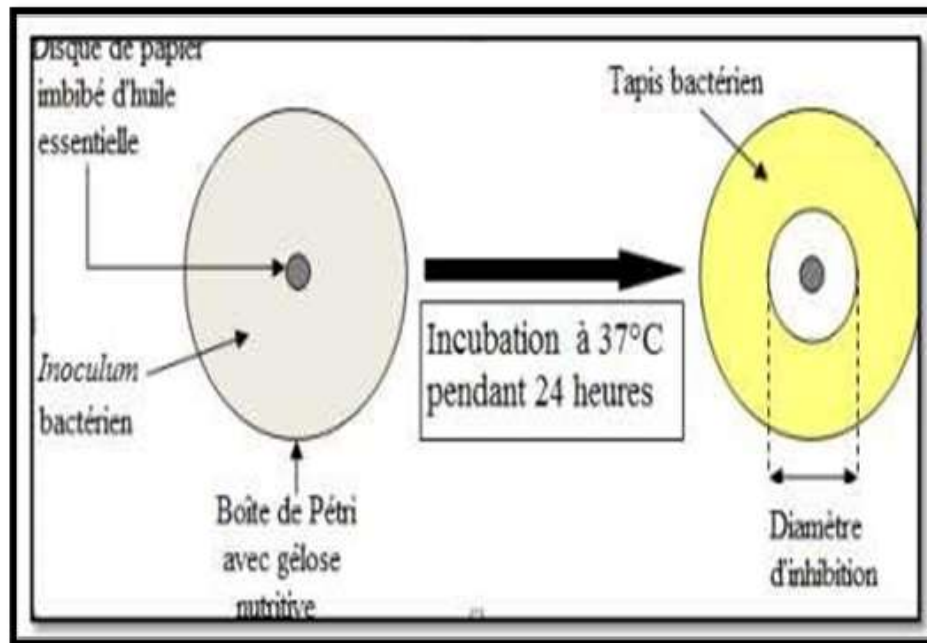


Figure 11 Principe de la méthode de diffusion par disques (8)

Cette méthode est reconnue par sa fiabilité et sa reproductivité, en plus, elle constitue surtout une étape préliminaire à des études plus approfondies, car elle permet d'accéder à des résultats essentiellement qualitatifs. Elle facilite, également, de mettre en évidence l'effet antimicrobien des extraits et de déduire la résistance et la sensibilité des souches microbiennes.

Le protocole suivi est comme suit:

- ✓ Des géloses de Mueller Hinton (MH) coulées dans des boîtes de Pétri sont ensemencées uniformément à l'aide d'une micropipette de 100 μ l de chaque suspension bactérienne standardisée, qui sont étalées à l'aide d'un râteau de pipette Pasteur.

Des disques de papier Whatman stériles de 6 mm de diamètre, imprégnés avec 5 μ l d'une préparation d'extrait additionnée de DMSO à raison de 5% (v/v) sont laissés sécher pendant quelques instants (pas trop longtemps pour éviter l'évaporation de l'extrait).

- ✓ Pour chaque souche bactérienne testée, ces disques sont déposés au milieu des boîtes de Pétri contenant les géloses ensemencées.

D'autres disques chargés de 5µl de DMSO sont déposés dans des boîtes de géloses MH préalablementensemencées de chaque souche bactérienne testée, pour servir de témoins négatifs.

Les témoins positifs sont réalisés par dépôt de disques d'antibiotiques dans des boîtes ensemencées avec les suspensions bactériennes standardisées. Le test est répété deux fois



Figure 12 : Préparation des disques dans les boîtes de géloses MH

✓ L'incubation des boîtes se fait dans l'étuve à 37°C pendant 24h.

La lecture des résultats s'est faite 24 heures après l'incubation par la mesure des diamètres des zones d'inhibition, ceci en mesurant la moyenne des deux diamètres perpendiculaires passant par le milieu du disque, qui sont ainsi déterminés comme un halo translucide autour du disque à l'aide d'une règle en (mm).

Suivant le diamètre de la zone d'inhibition exprimé en (mm) autour de chaque disque, la lecture des résultats est faite comme suit (5)

–Résistante(-): diamètre \leq 8mm.

–Modérément sensible(+): diamètre compris entre 8 et 14mm.

–Sensible(++): diamètre compris entre 14 et 20mm.

–Extrêmement sensible(+++): diamètre $>$ 20mm.

VII. Matériel animal

VII.1. Local de travail

Ce travail s'est déroulé au niveau d'un local aménagé en animalerie au centre universitaire Abdelhafid Boussouf de Mila qui est préalablement préparé afin d'assurer l'entretien hygiénique et prophylactique du lieu où aura lieu l'élevage des lapins pour le maintien des conditions qui leur en seront favorables.

VII.2. Les animaux d'expérimentation

L'étude est menée sur des lapins, de souche locale, *Oryctolagus cuniculus domesticus*, de sexe mâle et femelle, élevés dans les mêmes conditions et âgés environ de 6 mois.

VII.3. Entretien des animaux

Depuis le **05/02/2023**, les lapins sont mis au niveau de l'animalerie où ils sont nourris avec un régime commercial équilibré et fabriqué par SIMet l'eau de robinet pendant 10 jours. Pour éviter toute sorte de stress, ils sont mis dans des conditions bien déterminées et contrôlées avec une température de $25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ et un rythme nyctéméral (12h/12h).

L'activité antidiabétique, de piment fort concerné est effectuée en réalisant un ensemble de tests sur ses lapins qui sont élevés dans un clapier pour l'élevage de lapins GOMEZ Y CRESPO. Ces derniers

sont nettoyés quotidiennement pour éviter les risques de contamination. 10 jours après, les lapins sont acclimatés aux nouvelles conditions d'élevage.



Figure 13 Lapins au niveau de l'animalerie

IX. Produit médical

IX.1. Définition de l'alloxane

C'est un produit chimique, le plus couramment utilisé pour l'induction du diabète expérimental, il s'agit d'un composé organique basé sur un squelette de l'hétérocyclique de la pyrimidine. C'est un dérivé de l'urée qui provoque sélectivement une nécrose pancréatique des cellules β des îlots de Langerhans (11).

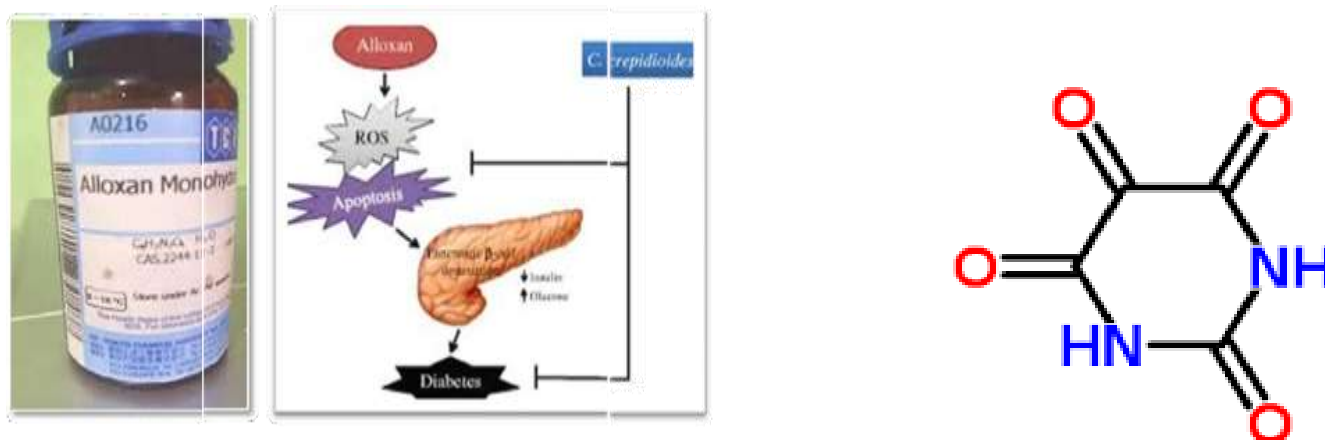


Figure 14 : L'alloxane

Tableau7:Propriétéschimiques d'alloxane.(11)

Nom chimique	2,4,5,6(1H,3H)-pyrimidinetétraonemonohydrate.
Structure chimique	$C_4H_2N_2O_4$
Masse moléculaire	160,09g/mol.
Point de fusion	253°C

IX.2. Mécanisme d'action

L'alloxane, par une analogie structurale au glucose, pénètre à travers les transporteurs de glucose GLUT2 des cellules β pancréatiques(13) Au cytosol, il est, ainsi, réduit en aldéhyde (22) Cette réduction est assurée par plusieurs agents tels que le glutathion réduit, la cystéine, l'acide ascorbique et les groupements SH des protéines. En plus, il a un groupe de 5 carbonyles centraux qui réagissent très avidement avec des groupes thiol. La glucokinase est l'enzyme thiol le plus sensible de la cellule β (18). A des concentrations élevées, il peut inhiber de nombreuses enzymes fonctionnellement importantes, ainsi que d'autres protéines et fonctions cellulaires. A ce moment, ce produit chimique se lie avec deux groupements thiol du site actif de la glucokinase formant un pont disulfure et inactivant l'enzyme.

IX. Méthode d'évaluation de l'activité anti-hyperglycémique de l'extrait de piment

IX.1. Induction chimique de diabète

Après une semaine, soit le **14/02/2023** et un jeûne de 16h à 9h, ils sont rendus diabétiques, par administration sous cutanée d'une dose de 250 mg/kg de poids vif, soit un volume de 2 ml/kg d'une solution d'alloxane diluée dans une solution saline à 0.9%. Le groupe témoin, cependant, n'est pas traité par la solution diabétogène, l'alloxane.

Cependant, une solution de sérum glucosé de concentration de 05% est ajoutée dans l'eau de boisson des lapins, pendant 24 h, afin, de surmonter l'hyperglycémie induite par l'alloxane suite à la destruction des cellules β des îlots de Langerhans pancréatiques. Alors que l'aliment est donné ad-libitum ou à volonté aux animaux, trente (30) minutes après l'administration du médicament. Par contre, au bout de sept jours, les lapins sont suivis par la mesure de la glycémie et le poids corporel.



Figure 15 : Induction du diabète

IX.2. Mesure de la glycémie

La glycémie de base (G0) de chaque lapin est déterminée à l'aide d'un lecteur glucomètre à bandelettes réactives (**Vitalcheck**). Ainsi, sur une goutte de sang prélevée, d'une veine marginale de l'oreille de chaque lapin, après nettoyage avec de l'alcool, en utilisant des lames bistouris, est déposée sur la bandelette du glucomètre, afin, de lire le taux de glucose sanguin. Généralement, le glucomètre est constitué d'une couche absorbante sur laquelle la goutte du sang est déposée, finement poreuse ou recouverte d'une membrane sur sa face interne.

Elle retient, à cet effet, les globules rouges et ne laisse diffuser que le plasma vers les couches inférieures où se trouve le réactif essentiellement la glucose-oxydase (éventuellement l'hexokinase) associée à un chromogène. La coloration obtenue est mesurée par réflectométrie dans le lecteur de glycémie.

Après 72h d'administration d'alloxane, normalement, l'induction du diabète est confirmée mais pour s'assurer il a fallu attendre une semaine (**21/02/2023**) pour être sûr que la glycémie est bien installée. Seulement les lapins ayant un taux de glucose sanguin à jeun supérieur à **2g/l** sont considérés diabétiques et sont utilisés dans cette expérimentation.

IX.3. Gavage de l'extrait végétal ou piment méthanolique

Le 22 /03/2023 les lapins du lot III, sont soumis à un gavage intra-gastrique de l'extrait à l'aide d'une sonde.



Figure 16 : Gavage de l'extrait aux lapins diabétiques

La glycémie est mesurée à l'aide d'un lecteur glucomètre à bandelettes réactives (**Vitalcheck**) sur une goutte de sang prélevée à partir de ces animaux à des temps réguliers.

IX.5 Evolution du poids corporel

L'évaluation continue des poids corporels, nous permet, de mettre en évidence, l'influence de l'extrait sur ce paramètre en suivant son évolution, chez les lapins traités. Les lapins sont pesés périodiquement au cours de l'expérimentation avec une balance, ainsi, le poids corporel est exprimé en gramme.

IX.6. Prélèvements sanguin

Le prélèvement du sang se fait sur l'animal vivant (sans anesthésie), au niveau de la veine gégulaire par une seringue stérile, ou à partir d'une veine marginale de l'oreille.

Le sang est recueilli sur tube Hépariné et centrifugé à une vitesse de 3000 tr/min pendant 15 minutes. Le plasma récupéré dans des tubes eppendorfs sont conservés à une température de 4°C pour servir, ensuite, pour les dosages des différents paramètres biochimiques.

IX.7. Abattage et prélèvements sanguin

Les lapins, à jeun depuis 24h, sont sacrifiés par dislocation cervicale après anesthésie, par le formol, les sangs sont mis dans des tubes héparinés, centrifugé à 3000 t/min pendant 10 minutes puis les mettre dans des tubes eppendorfs conservés à -20°C et l'utiliser pour les dosages biochimiques de la glycémie, le cholestérol total, et les triglycérides.

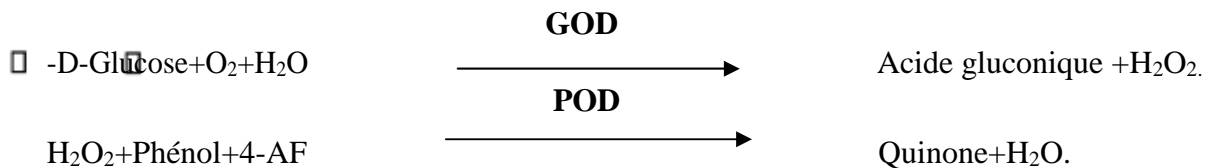
X. Méthodes de dosage des paramètres biochimiques du sang

Le dosage des paramètres biochimiques se fait de la manière suivante:

Dosage du glucose

a. Principe

Le glucose oxydase (GOD) catalyse l'oxydation du glucose en acide gluconique, le peroxyde d'hydrogène produit se détecte avec un accepteur chromogène d'oxygène, phénol 4-animophénazone (4-AF), en présence de la peroxydase (POD).



L'intensité de la couleur est proportionnelle à la concentration de glucose présente dans l'échantillon testé

b. Réactifs

✓ Réactif1 Solution tampon	Tampon Tris Phénol	pH=7 100mmol/l 0,3 mmol/l
✓ Réactif2 Enzymes	Glucose oxydase Péroxydase Amino4-Antipyrine	10000U/l 1000U/l 2,6 mmol/l
✓ Réactif3 Standard	Glucose	100mg/dl 1g/l 5,56mmol/l l

c. Préparation du réactif et stabilité

Dissoudre le flacon R2 dans le flacon R1 et bien agiter. Le réactif de travail est stabilisé : 8 semaines à 20-25°C ou 8 mois à 2-8°C.

d. Mode opératoire

Longueur d'onde est de 505nm (492-550), la température de 37°C (20-25°C), dans des cuvettes de 1cm d'épaisseur, ajuster le zéro du spectrophotomètre sur le blanc du réactif.

	Blanc	Standard	Echantillon
Standard	-	10µl	-
Echantillon	-	-	10µl
Réactif de travail	1000µl	1000µl	1000µl

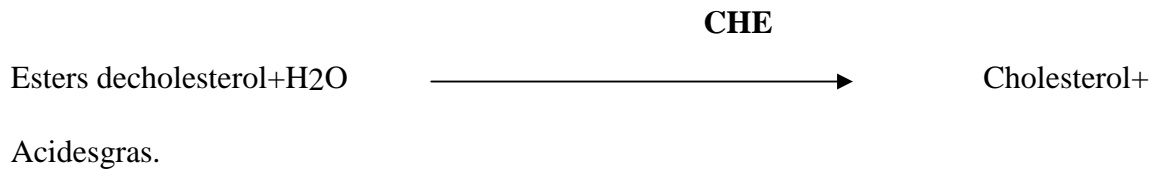
Mélanger, ensuite lire les DO après une incubation de 10 minutes à 37°C ou 30 mn à 20-25°C.

La coloration est, ainsi, stable après 30 minutes.

X.2. Dosage de la cholestérolémie

a. Principe

Le cholestérol et ses esters sont libérés à partir des lipoprotéines par des détergents. Le cholestérol estérase hydrolyse les esters. H₂O₂ est formé dans l'oxydation enzymatique consécutive du cholestérol par le cholestérol oxydase selon les réactions suivantes:



Sachant que la quantité de quinone imine formée est proportionnelle à la concentration de cholestérol.

b. Préparation et stabilité

Dissoudre le contenu d'un flacon de R2 avec un flacon de tampon R1. Le réactif de travail est stable après un (1) mois à 20-25°C ; ou 4 mois à 2-8°

Réactif 01Solutionta mpon	PipespH6.9Phén ol	90mmol/l 26mmol/l
Réactif02:	CholestéroxydasePerox ydaseCholestérolestérase Amino-4-antipyrine	300U/l
Enzymes(CHE,CHODE tPOD).		1250U/l
		300U/l
Réactif 3Stand arddd		0.4 mmol/l
		200mg/d l 2 g/15.17m ol/l

a. Mode opératoire

Longueur d'onde 505 nm (500 - 550), Température 37°C et cuve de 1 cm d'épaisseur. Ajuster le zéro du spectrophotomètre sur le blanc réactif.

	Blanc	Standard	Echantillon
Standard	-	10µl	-
Echantillon	-	-	10µl
Réactif de travail	1000µl	1000µl	1000µl

Mélanger, lire les densités optiques après une incubation de 5 min. à 37°C. La coloration est stable 30 minutes.

$$\text{Cholestérol} = \frac{D.O \text{ Echantillon}}{D.O \text{ Standard}} \times n$$

d. Calcul

Mg/dl: n = 200. G/l: n = 2. mmol/l: n =



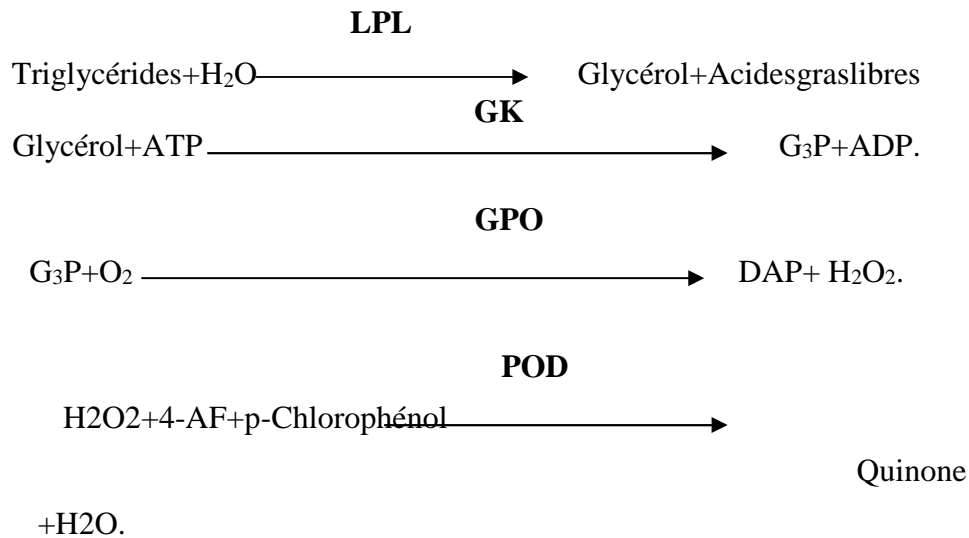
Figure 17 Dosage des paramètres biochimiques.

Dosage de la triglycéridémie

a. Principe

Les triglycérides incubés avec de la LPL libèrent du glycérol et des acides gras libres. Le glycérol est phosphorylé par du glycér phosphate déshydrogénase (GPO) et de l'ATP en présence de glycér-kinase pour produire du G3P et de l'adénosine-5-diphosphate (ADP).

Le G3P est alors transformé en dihydroxyacétone phosphate (DAP) et en peroxyde d'hydrogène (H_2O_2) par le GPO. Au final, le peroxyde d'hydrogène (H_2O_2) réagit avec du 4-AF et du p-chlorophénol, réaction catalysée par la POD, ce qui donne une couleur rouge:



L'intensité de la couleur formée est proportionnelle à la concentration de triglycérides présents dans l'échantillon testé.

Réactif 1: Tampon pH 7.5 et p-chlorophénol;

Réactif 2: Enzymes (LPL, GK, GPO, POD)

et 4-AF et ATP ; Réactif 3: Etalon de

triglycéride (2g/l).

b. Solution de travail

Dissoudre le contenu du réactif 2 avec la solution tampon (Réactif 1). La solution est stable pendant 14 jours à une température de 20 à 25°C ou 56 jours de 2 à 8°C.

c. Méthode de dosage

Mélanger et attendre 5 min à 37°C ou 10 min à température ambiante. Lire la DOD à 505 nm contre la DOE. Les teneurs en triglycérides sont exprimées en g/l.

d. Calcul

Taux de triglycérides = $(DOD/DOE) \leq 2 \text{ g/l}$.

1.

AFNOR.,1990.Recueildenormesfrançaises.Méthodesd'analysesfrançaisesetcommunautaires.Ali
ments des animaux.Dosagedela teneur en eau. Paris.

2. **Bahorun,T,1997,**SubstancesNaturellesactives. LafloreMauricienne.

3. **Ben Mehdi, 2000** Valorisation de certaines plantes médicinales à activité hypoglycémiantecomme la coloquinte .Mémoire de magistère en chimie organique appliquée. Département dechimie.Facultédes sciences Université Tlemcen.P.88.

4. **Bruneton, 1999.**Pharmacognosie, Phytochimie, Plantes médicinales. Ed TEC et DOC, 3^{ème}édition,p. 267-269compounds. Food chemistry, 97: 654-660

5. **Djabou N., Sambucus nigra L., 2006.** une plante de la pharmacopée traditionnelle du nord africaine”,Thèsedemagister en chimieorganiqueappliquée,Facultédes Sciences-

6.**Djeridane A., Yousfi M., Nadjemi B., Boutassouna (2007,** containing phenolic Screening ofsome Algerian medicinal plants for the phenolic comounds and their antioxidant activity. EurFoodRes Technol, 224: 801-809

7. **Edeoga,2005et al., 2005.** Phytochemical constituents of some Nigerian medicinal plants .AfricanJournal of Biotechnology. 4: 685-688. stero et teroéneCaiL.Y., Shi F.X., GaoX.2011. Preliminaryphytochemical analysis of Acanthopanantrifoliatus(L.)Merr .Journal of Medicinal PlantsResearch,5:p.4059–4064.

8. **EmbarekA,G.,Kokkalou,E.,&Kefalas,P.2005.**PhenolicprofileandThirdEdition,ISBN:0-412-57260-5 (HB) and0-412-57270-2(PB), P.203-214.)

9. **Guinoiseau,E.(2010).** Moléculesantibactériennesissuesd'huilesessentielles :Séparation,

10. **Harborne J.B., 1998.** Phytochemical methods. A guide to modern techniques of plantsanalysis.Identificationet mode d'action. UniversitédeCorse

11. **Hashemi M., Dostar Y., Rohani S , Saraji A ., Bayat M., 2009.** Influenceof Aloxanes onthe Apoptosis of Pancreas B-Cells of Rat. World Journal of Medical Sciences. 2009,4 (2): p.70-73

12. **Karumi et al, 2004,** Identification of active principals of M. balsa mina (Balsam apple) leafextracts. Journal of Medical Sciences, 4: p.179-182

Références bibliographiques

13. Lenzen S., Freytag S., Panten U., 1988. Inhibition of glucokinase by alloxan through interaction with SH groups in the sugar-binding site of the enzyme. *Mol Pharmacol*, 34: p.395-400.

14. Lim, Y.Y., Lim, T.T., & Tee, J.J. 2007. Antioxidant properties of several tropical

15. N'Guessan K., Kadja B., Zirihi G., Traoré D., Aké-Assi L., 2009. Screening phytochimique de quelques plantes médicinales ivoiriennes utilisées en pays Krobou (Agboville, of selected microalgae. *Food Chemistry*, 102: 771-776. Côte-d'Ivoire). *Science & Nature*, 6: p.1-15

17. Prakash, D., Upadhyay, G., Brahma, N., Singh, H.B. 2007 Singh antioxidant and free radical scavenging activities of seeds and agri-wastes of some varieties of soybean (*Glycine max*). *Food Chemistry*. 104: 783-790.

18. S., Gohlke., 1959. «Time-of Flight Mass Spectrometry and Gas Liquid Partition Chromatography», *Analytical Chemistry*, 31(4): p. 535-541.



RESULTATS
ET
INTERPRETATION



Caractérisation physico-chimique

I-Tests qualitatifs

Différentes méthodes spécifiques, utilisées, ont permis l'identification des différents groupes chimiques (composés bioactifs présents dans piment fort pouvant avoir une activité antidiabétique. Ainsi que, la mise en évidence des mucilages, d'Amidon, des sucres réducteurs, des flavonoïdes, des coumarines, des tanins, des saponosides, ainsi, des flavonoïdes, des glucosides cardiotoniques, des alcaloïdes et des acides aminés et des stéroïdes et terpènes. L'existence de ces familles de composés bioactifs est vérifiée dans l'extrait méthanolique.

Tableau 07 : Profil phytochimique piment fort.

Familles phytochimiques	Tests réalisés	
	Réactifs utilisés	E.xtrait Méthn
Tanins	FeCl ₃	+++
Saponosides	Indice de mousse	+
Flavonoïdes	Mg ⁺⁺	+++
Glucosides cardiotoniques	Réaction de Keller-kiliani	+++
Coumarines	KOH et HCl	+++
Les anthraquinones	NH ₄ OH (10%)	+++
Amidon	Réactif d'amidon	-
Alcaloïdes	Wagner	+++
Mucilage	Alcool absolu	/
Les Acides Amines	La ninhydrine acétique	-
Les Composés réducteurs	Liqueur de Fehling	++
Stéroïdes et Tri-terpènes	Réaction Libermann Buchard	+++

Légende:

- ✓ **(+++)** = Très Riche (Réaction très positive).
- ✓ **(++)** = Riche (Réaction moyennement positive).
- ✓ **(+)** = Trace (Réaction faiblement positive).
- ✓ **(-)** = Absence (Réaction négative).
- ✓ **(/)** = Réaction non effectuée.

D'après ce tableau il ressort les tests phytochimiques réalisés sur le pigment fort de *Capsicum annuum L.*, en utilisant d' extrait méthanolique

- Tanins : La réaction au FeCl₃ est très riche (+++), ce qui indique une forte présence de tanins dans l'extrait méthanolique.
- Saponosides : L'indice de mousse est positif (+), ce qui suggère la présence de saponosides, bien que le degré de présence ne soit pas précisé.
- Flavonoïdes : La réaction au Mg⁺⁺ est très riche (+++), indiquant une concentration élevée de flavonoïdes dans l'extrait méthanolique.
- Glucosides cardiotoniques : La réaction de Keller-Kiliani est très riche (+++), ce qui suggère une forte présence de glucosides cardiotoniques.
- Coumarines : La réaction au KOH et HCl est très riche (+++), indiquant une concentration élevée de coumarines dans l'extrait méthanolique.
- Anthraquinones : La réaction au NH₄OH (10%) est très riche (+++), ce qui suggère une forte présence d'anthraquinones.
- Amidon : La réaction avec le réactif d'amidon est négative (-), indiquant l'absence d'amidon dans l'extrait méthanolique.
- Alcaloïdes : La réaction au réactif de Wagner est très riche (+++), indiquant une concentration élevée d'alcaloïdes dans l'extrait méthanolique.
- Acides amines : La réaction à la ninhydrine acétique est négative (-), indiquant l'absence d'acides aminés dans l'extrait méthanolique.
- Composés réducteurs : La réaction à la liqueur de Fehling est positive (+ +), indiquant une présence modérée de composés réducteurs.

- Stéroïdes et tri-terpènes : La réaction à la réaction de Libermann Buchard est très riche (+++), ce qui suggère une concentration élevée de stéroïdes et tri-terpènes dans l'extrait méthanolique.

En résumé, l'extrait méthanolique de *Capsicum annuum L.* semble contenir une variété de composés phytochimiques, notamment des tanins, des saponosides, des flavonoïdes, des glucosides cardiotoniques, des coumarines, des anthraquinones, des alcaloïdes, des composés réducteurs et des stéroïdes/tri-terpènes. Ces résultats suggèrent un profil phytochimique riche et diversifié dans l'extrait méthanolique de *Capsicum annuum L.*

II-Tests quantitatifs

II-1- Le taux de l'humidité et de la matière sèche

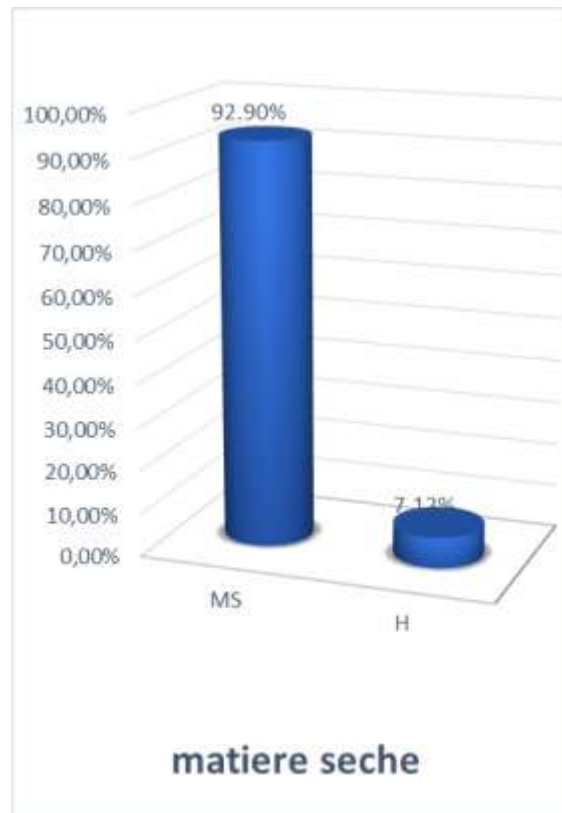


Figure 18 :Teneur en eau et le taux de matière sèche du pigment fort

La détermination du taux d'humidité contenue dans l'échantillon à analyser permet d'apprécier la teneur en matière sèche. Cette humidité reste un indice très important car elle donne une idée sur la

qualité de l'échantillon. Elle favorise le développement des microorganismes lors du stockage et accélère la germination, ainsi que, les réactions enzymatiques.

Les résultats montrent que la plante de *Capsicum annuum L.* est très riche en matière sèche avec un teneur de 97.39.6% et un taux d'humidité estimé à 2.61%.

II-2. Le rendement

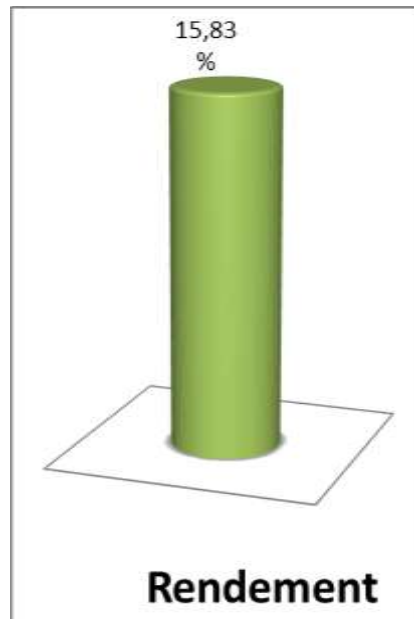


Figure 19 : Le rendement de l'extrait hydro-méthanolique

L'interprétation du rendement de l'extrait méthanolique de *Capsicum annuum L.*, qui est de 15,80 %, peut être réalisée de la manière suivante :

Le rendement de l'extrait méthanolique est une mesure de la quantité d'extrait obtenue par rapport à la quantité de matière végétale initiale utilisée. Dans ce cas, un rendement de 15,80 % indique que 15,80 g d'extrait méthanolique ont été obtenus à partir de 100 g de matière végétale utilisée dans le processus d'extraction.

Un rendement de 15,80 % peut être considéré comme relativement bon ou élevé selon le contexte. Cela signifie que le processus d'extraction a réussi à récupérer une quantité significative de composés présents dans les piments forts dans l'extrait méthanolique. Un rendement élevé peut indiquer une efficacité d'extraction optimale ou une forte concentration de composés souhaités.

Cependant, il est important de noter que le rendement peut varier en fonction de nombreux facteurs, tels que la variété de *Capsicum annuum*, les conditions de culture, la méthode d'extraction utilisée et les paramètres spécifiques du processus d'extraction. Par conséquent, il est essentiel de prendre en compte ces facteurs lors de l'interprétation du rendement et de comparer les résultats avec des références ou des études similaires.

Il convient, également de noter que, le rendement seul ne fournit pas d'informations sur la qualité ou la composition spécifique de l'extrait méthanolique. Pour obtenir une évaluation complète, il est nécessaire de réaliser des analyses complémentaires pour déterminer les composés présents dans l'extrait et évaluer leurs propriétés et leurs applications potentielles.

En conclusion, un rendement de 15,80 % pour l'extrait méthanolique de *Capsicum annuum L.*

Numéro de tubes	Témoin	1	2	3	4
Quantité d'acide gallique(mg)	0	0.1	0.7	0.8	0.9
Absorbance	0	0.133	1.087	1.266	1.301

suggère une récupération substantielle de composée de ce légume. Cependant, il est important de considérer d'autres facteurs et de mener des analyses complémentaires pour une évaluation plus complète.

II-3-Dosage despolyphénols

Tableau 8: Absorbance des différentes concentrations en acide gallique

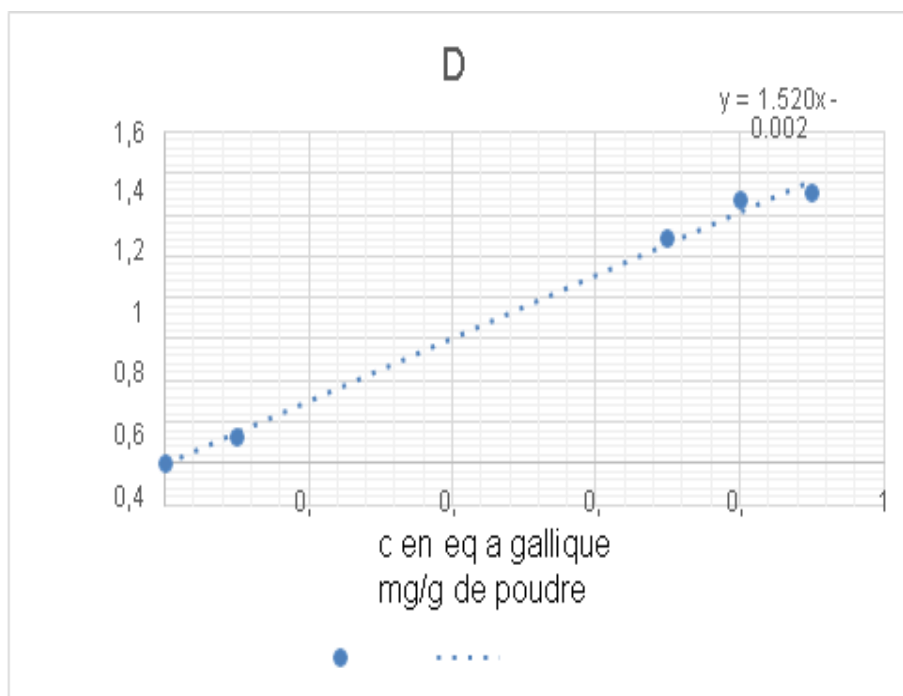


Figure 20 : Courbe d'étalonnage de l'acide gallique

Tableau9 : Résultats du dosage des polyphénols de piment fort

Absorbance	E.Méthanolique
Première	0.373
Deuxième	0.044

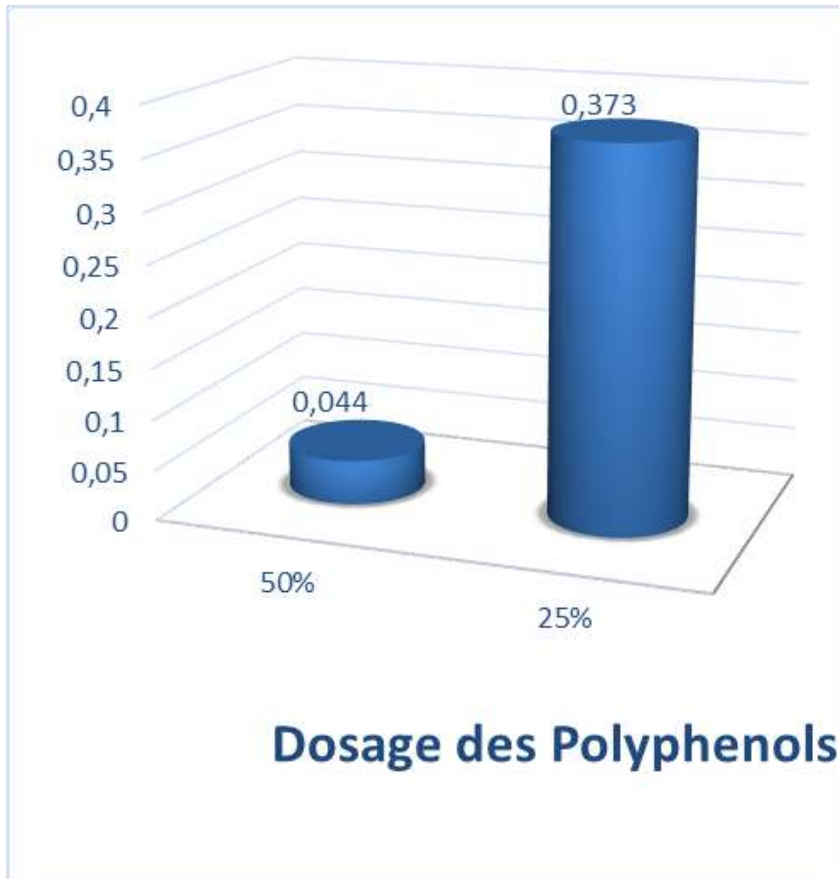


Figure 21 : Dosage des polyphénols

L'interprétation du dosage des polyphénols dans l'extrait méthanolique de *Capsicum annuum L.* à différentes concentrations est

À une concentration de 50% (0.2467 EAG. « Acide gallique » mg/g de poudre), cela signifie qu'il y a une quantité d'équivalent acide gallique de 0.2467 mg présente dans chaque gramme de poudre d'extrait méthanolique. Les polyphénols sont des composés chimiques naturels présents dans de nombreux végétaux et ils sont souvent associés à des propriétés antioxydantes et bénéfiques pour la

santé. Une concentration de 0.2467 EAG. mg/g de poudre indique une quantité significative de polyphénols dans l'extrait méthanolique de *Capsicum annuum L.*

À une concentration de 25% (0.0303 EAG. mg/g de poudre), la quantité d'équivalent acide gallique est réduite à 0.0303 mg par gramme de poudre d'extrait méthanolique. Cela suggère une diminution de la concentration de polyphénols par rapport à la concentration de 50%. Cependant, il est important de noter que même à cette concentration plus faible, l'extrait méthanolique de *Capsicum annuum L.* peut toujours contenir des polyphénols bénéfiques pour la santé.

En conclusion, les résultats du dosage des polyphénols dans l'extrait méthanolique de *Capsicum annuum L.* montrent une concentration plus élevée à 50% (0.2467 EAG mg/g de poudre) et une concentration plus faible à 25% (0.0303 EAG mg/g de poudre). Ces résultats indiquent la présence de polyphénols dans l'extrait méthanolique, qui sont des composés bénéfiques pour leurs propriétés antioxydantes et potentiellement pour la santé.

II-4-Dosage des flavonoïdes totaux par la méthode de trichlorure d'Aluminium

Tableau 10: Résultats du dosage des flavonoïdes de piment fort

Absorbance	E.Méthanolique
Première	0.168
Deuxième	0.0613

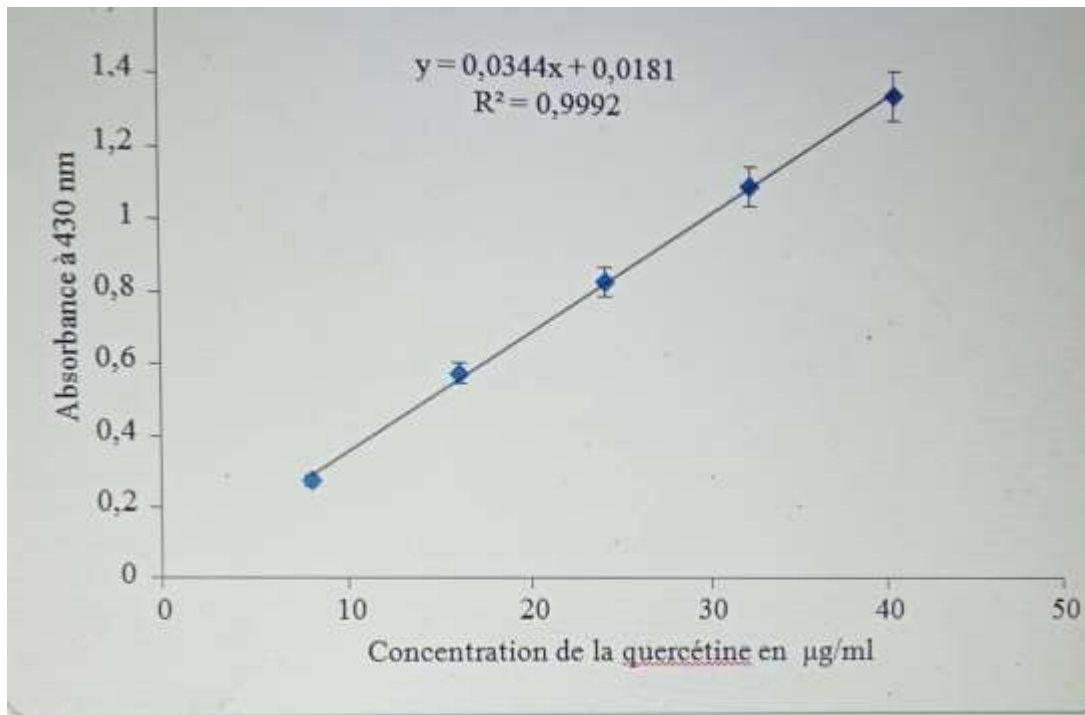


Figure 22 : Courbe d'étalonnage de la quercétine

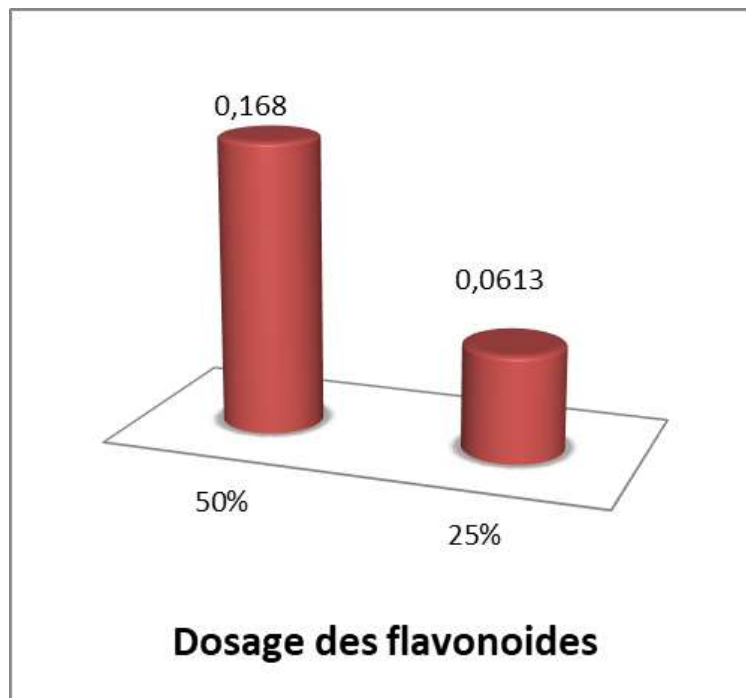


Figure 23 ; Teneurs en flavonoïdes totaux de piment fort.

L'interprétation du dosage des flavonoïdes dans l'extrait méthanolique de *Capsicum annuum L.* à différentes concentrations est

À une concentration de 50% (4.3558 EQ « quercétine » µg/g de poudre), cela signifie qu'il y a une quantité d'équivalent quercétine de 4.3558 µg présente dans chaque gramme de poudre d'extrait méthanolique. Les flavonoïdes sont une classe de composés phytochimiques présents dans de nombreux végétaux, y compris le *Capsicum annuum L.* Ils sont connus pour leurs propriétés antioxydantes et peuvent contribuer à des effets bénéfiques pour la santé. Une concentration de 4.3558 EQ. µg/g de poudre indique une quantité significative de flavonoïdes dans l'extrait méthanolique de *Capsicum annuum L.*

À une concentration de 25% (1.2558 EQ µg/g de poudre), la quantité d'équivalent quercétine est réduite à 1.2558 µg par gramme de poudre d'extrait méthanolique. Cela suggère une diminution de la concentration de flavonoïdes par rapport à la concentration de 50%. Cependant, même à cette concentration plus faible, l'extrait méthanolique de *Capsicum annuum L.* peut toujours contenir des flavonoïdes bénéfiques pour la santé.

En conclusion, les résultats du dosage des flavonoïdes dans l'extrait méthanolique de *Capsicum annuum L.* montrent une concentration plus élevée à 50% (4.3558 EQ µg/g de poudre) et une concentration plus faible à 25% (1.2558 EQ µg/g de poudre). Ces résultats indiquent la présence de flavonoïdes dans l'extrait méthanolique, qui sont des composés bénéfiques pour leurs propriétés antioxydantes et potentiellement pour la santé

II-5-L'Activité

antioxydante

	100%	50%	25%	12,50%	6,25%
Tableau selon la	68,00%	79,00%	46,00%	39,00%	76,00%

11: Taux d'inhibition dilution utilise

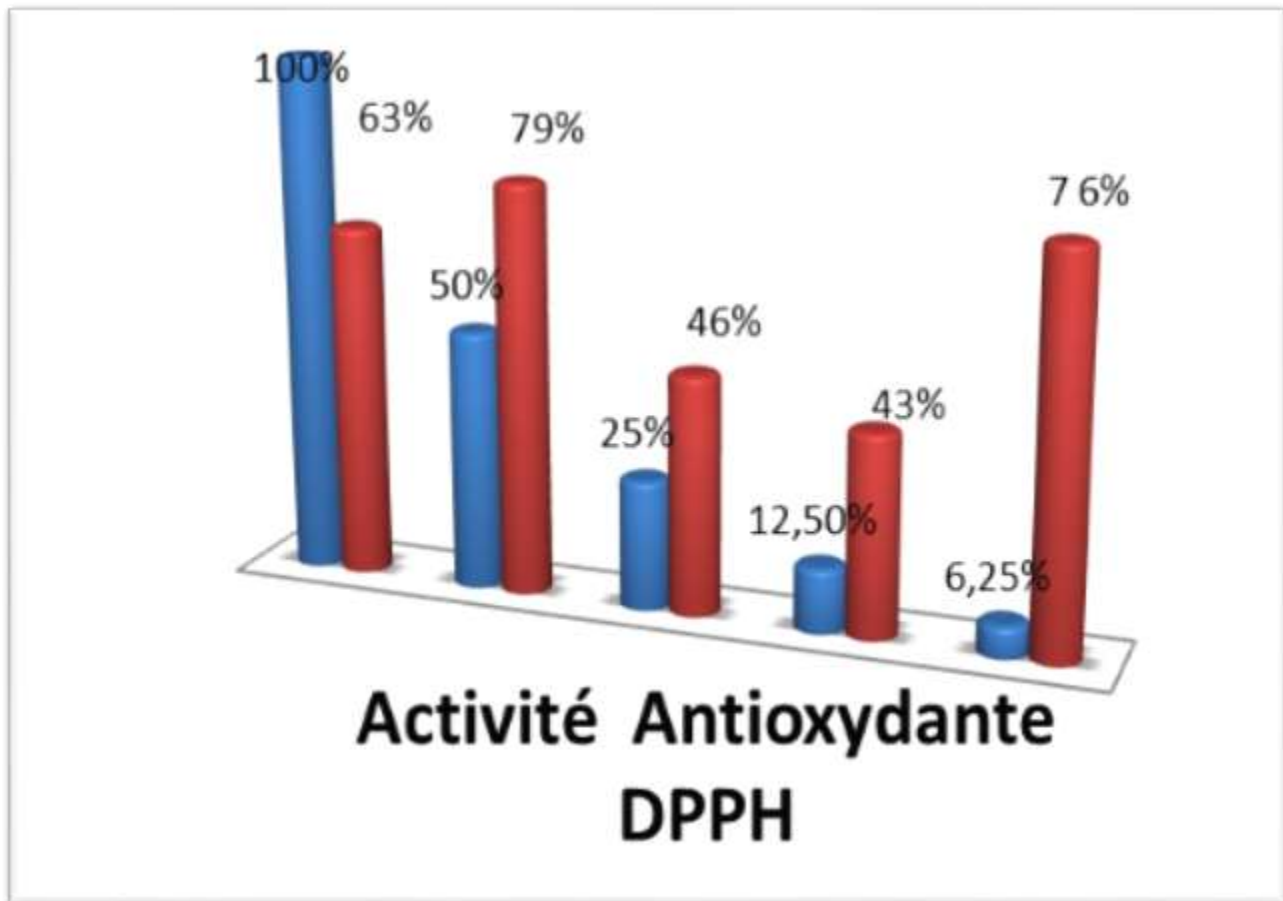


Figure 24 : Activité anti oxydante d'E.Méthn

L'activité antioxydante d'un extrait méthanolique peut être évaluée en mesurant son taux d'inhibition sur la réaction oxydative. Dans le tableau fourni, les dilutions de l'extrait méthanolique sont

données en pourcentage, et les taux d'inhibition correspondants pour chaque dilution sont également indiqués.

Voici l'interprétation des données fournies :

- À une dilution de 100%, l'extrait méthanolique présente un taux d'inhibition de 68,00%. Cela signifie que cet extrait a une activité antioxydante modérée à cette concentration.
- À une dilution de 50%, le taux d'inhibition augmente à 79,00%. Cela indique une activité antioxydante plus élevée par rapport à la dilution précédente.
- À une dilution de 25%, le taux d'inhibition diminue à 46,00%. Cela suggère une diminution de l'activité antioxydante à cette concentration plus faible.
- À une dilution de 12,50%, le taux d'inhibition chute encore à 39,00%. Cela suggère une réduction plus importante de l'activité antioxydante à cette dilution plus faible.
- Finalement, à une dilution de 6,25%, le taux d'inhibition remonte à 76,00%. Cela indique que l'extrait méthanolique a une activité antioxydante significativement plus élevée à cette dilution très faible.

Il est important de noter que les résultats peuvent varier en fonction de nombreux facteurs, notamment la concentration de l'extrait, la méthode d'analyse utilisée et les composés spécifiques présents dans l'extrait. Il serait également utile de disposer de valeurs de contrôle (positif et négatif) pour comparer les résultats obtenus

En résumé, les données fournies indiquent que l'extrait méthanolique présente une activité antioxydante modérée à élevée, avec une augmentation du taux d'inhibition à des concentrations plus élevées et une diminution à des concentrations plus faibles. Cependant, des informations supplémentaires et des études complémentaires seraient nécessaires pour une évaluation plus approfondie de l'activité antioxydante de cet extrait méthanolique

-
-
-
-
-

Calcul de l'IC50

Tableau 12 : Variation taux d'inhibition et absorbance selon la concentration

Absorbance	Concentration	% inhibition
0,082	8	77,9
0,196	4	47
0,255	2	31
0,281	1	24
0,307	0,5	17

L'IC50 est déterminée en identifiant la concentration à laquelle la substance inhibe ou réduit l'activité cible de 50 %. Cela signifie que la moitié de l'activité biologique est inhibée à cette concentration donnée.

Graphiquement on calcule l'IC50 selon la méthode suivante

$$y=7,938x+14,77$$

$$x=IC50 \text{ et } y=50 \quad \text{DONC}$$

$$50=7,938x+14,77$$

$$x=50-14,77/7,938$$

$$X=IC50=4,438$$

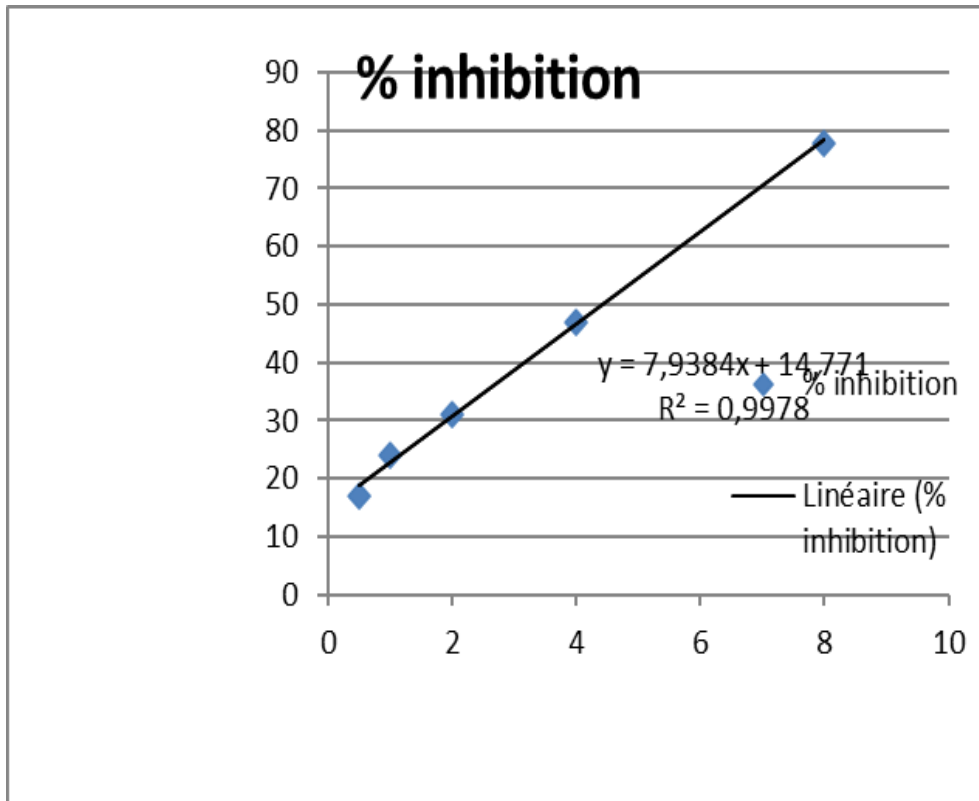


Figure 25 : Courbe de la variation du taux d'inhibition selon la concentration

Le test de DPPH est couramment utilisé pour évaluer l'activité antioxydante d'un composé ou d'un extrait. Le DPPH est un radical libre qui est violet. Lorsqu'il est exposé à des antioxydants, il est réduit et perd sa couleur, passant du violet au jaune pâle.

L'IC₅₀ représente la concentration nécessaire de l'extrait méthanolique pour réduire de moitié l'activité du radical DPPH. Plus l'IC₅₀ est faible, plus l'extrait méthanolique est efficace pour neutraliser les radicaux libres et donc plus il possède une activité antioxydante élevée.

Dans le cas présent, un IC₅₀ de 4.438 mg/ml indique que l'extrait méthanolique de *Capsicum annum* L. possède une bonne activité antioxydante. Il faut une concentration de 4.438 mg/ml de l'extrait méthanolique pour réduire de moitié l'activité du radical DPPH. Cela suggère que l'extrait a la capacité de neutraliser efficacement les radicaux libres, ce qui est bénéfique pour la protection contre les dommages oxydatifs.

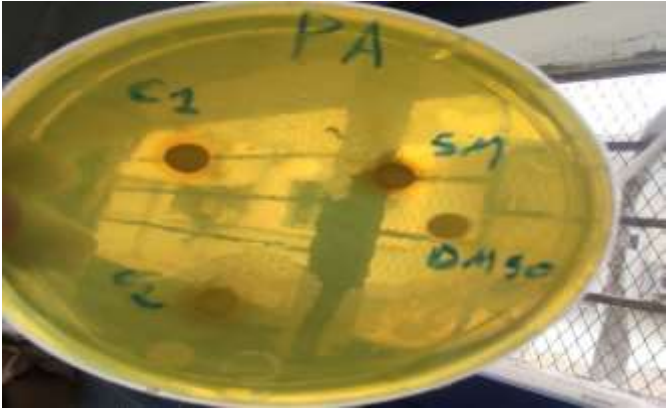

Il est important de noter que l'IC50 est spécifique au test de DPPH et ne reflète pas nécessairement l'activité antioxydante dans d'autres systèmes ou contre d'autres types de radicaux libres. Par conséquent, il est recommandé d'interpréter les résultats de l'IC50 dans le contexte du test spécifique utilisé.



III-L'activité antibactérienne de l'extrait

Pour l'évaluation de l'activité antibactérienne de l'extrait vis-à-vis des souches testées, il est utilisé la méthode des disques. Après 24 heures d'incubation, les diamètres des zones d'inhibitions obtenus avec les différentes dilutions sont regroupés dans le tableau 12 et 13

III-1-Résultats des tests microbiologiques

Tableau12: Résultat des tests de l'activité antibactérienne

Souche bactérienne	Résultat (Extrait méthanolique)
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> .	
<i>Staphylococcus aureus</i> .	

<p><i>Escherichia coli</i> .</p>	
<p><i>Bacillus subtilis</i> .</p>	

III-2-. Evaluation de l'activité antibactérienne de l'extrait de piment fort

Pour l'évaluation de l'activité antibactérienne de l' extrait Méthnolique du piment fort vis-à-vis des souches bactériennes testées, nous avons utilisé la méthode des disques. Après 24 heures d'incubation, les diamètres des zones d'inhibition obtenus avec les différents dilution

Ils ont classé le diamètre des zones d'inhibition (D en mm) de la croissance microbienne est

Non sensible (-) : $D \leq 8\text{mm}$

Sensible (+) : $9 \leq D \leq 14\text{mm}$

Très sensible (++) : $14 \leq D \leq 20\text{mm}$

Extrêmement sensible (+++) : $20 < D_{mm}$

III-3-. Pouvoir antibactérien d'extraits de *capsicum annuum L*

Après 24 heures d'incubation à 37°C, les zones d'inhibition observées autour des disques imprégnés d'extraits et leurs différentes dilutions étudiées sont mesuré.

Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau 13

Tableau 13: Degrés de sensibilités des souches testés vis-à-vis de l' extrait obtenu.

Degré de sensibilité	Non sensible	Sensible	Très sensible	Extrêmement sensible
Souches	$D \leq 8$ mm	$8 \leq D \leq 14$ mm	$14 \leq D \leq 20$ mm	$D \geq 20$ mm
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	/	C2=12mm.	C1=14mm. SM=16mm.	/
<i>Staphylococcus aureus</i>	/	C1=12mm. C2=10mm.	SM=15mm.	/
<i>Escherichia coli</i>	/	C2=11mm.	C1=15mm.	SM=20.5
<i>Bacillus subtilis</i>	/	/	/	/

SM : la solution mère = 100 mg/ml ; **C1** = 50 mg/ml ; **C2** = 25mg/ml .

L'interprétation des tests antibactériens utilisant l'extrait méthanolique de *Capsicum annuum L.* aux différentes concentrations (SM, C1, C2) pour différentes souches bactériennes est la suivante :

Pseudomonas aeruginosa

- Concentration SM : Le résultat du test n'est pas indiqué dans le tableau, ce qui signifie que la zone d'inhibition (D) est inférieure ou égale à 8 mm, indiquant une non-sensibilité de la souche à l'extrait méthanolique.
- Concentration C1 : La zone d'inhibition est de 14 mm, ce qui correspond à une sensibilité modérée de la souche à l'extrait méthanolique.
- Concentration C2 : La zone d'inhibition est de 12 mm, indiquant une sensibilité plus faible de la souche par rapport à la concentration C1.

Staphylococcus aureus :

- Concentration SM : La zone d'inhibition est de 15 mm, ce qui indique une sensibilité modérée de la souche à l'extrait méthanolique.
- Concentration C1 : La zone d'inhibition est de 12 mm, ce qui correspond à une sensibilité modérée de la souche.
- Concentration C2 : La zone d'inhibition est de 10 mm, indiquant une sensibilité plus faible de la souche par rapport à la concentration C1.

Escherichia coli :

- Concentration SM : La zone d'inhibition est de 20.5 mm, ce qui correspond à une sensibilité élevée de la souche à l'extrait méthanolique.
- Concentration C1 : La zone d'inhibition est de 15 mm, indiquant une sensibilité modérée de la souche.
- Concentration C2 : La zone d'inhibition est de 11 mm, indiquant une sensibilité plus faible de la souche par rapport à la concentration C1.

Bacillus cereus : Le tableau indique que la souche est résistante, mais il ne fournit pas de valeurs spécifiques de zone d'inhibition pour les différentes concentrations.

En conclusion, les résultats des tests antibactériens montrent que l'extrait méthanolique de *Capsicum annum* L. présente une activité antibactérienne variable selon les souches bactériennes et les concentrations utilisées. Les concentrations plus élevées (SM) semblent généralement avoir une

meilleure efficacité inhibitrice sur les souches testées. Il est important de noter que les degrés de sensibilité indiqués (+, ++, +++) sont des indications qualitatives de sensibilité et ne fournissent pas de valeurs numériques précises de l'inhibition bactérienne.

IV. Résultats des différents paramètres hématologiques avant et après induction

IV.1. Poids et Glycémie a l'arrivée des lapins

POIDS EN GRAMME GLYCEMIEN G/L

LOT I	LOT II	LOT III	LOT I	LOT II	LOT III
2250	2211	2204	1,5	1,48	1,46
2184	2255	2263	1,49	1,47	1,47
2220	2303	2300	1,47	1,48	1,45

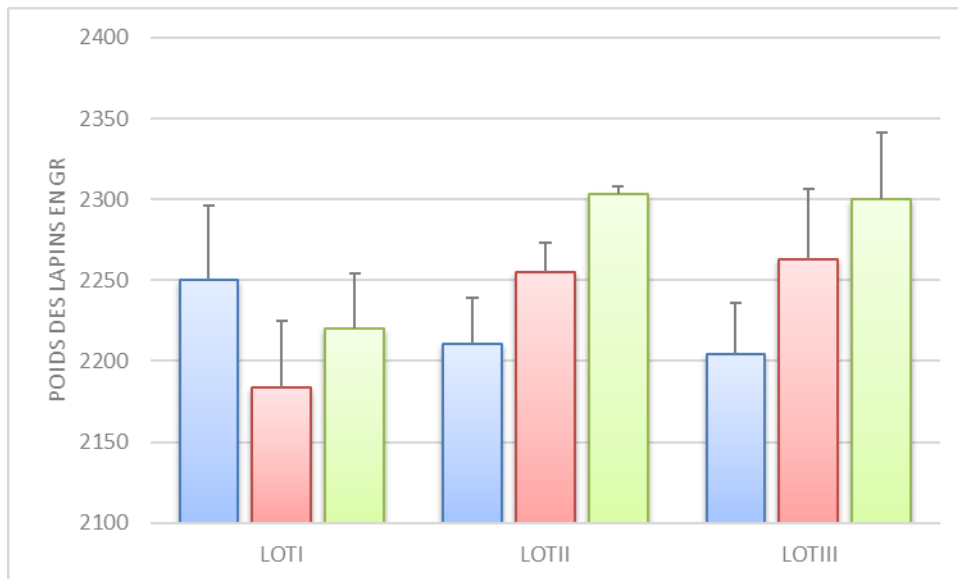


Figure 26 POIDS et Glycémie a l'arrivée des lapins

D'après les tableaux et l'histogramme, il ressort qu' a l'arrivée les lapins ont un poids corporel presque similaire au niveau du même lot. Cependant, on peut dire que la répartition est faite, effectivement aléatoirement. Alors que pour les taux de glycémie s'avèrent un peu élevés ce qui revient à dire que ceci revient au stress du voyage

IV.2. Glycémie durant la période d'acclimatation

On remarque que la glycémie s'est plus ou moins stabilisée après trois jours d'acclimatation, dans de nouvelles conditions avec un autre régime alimentaire de synthèse.

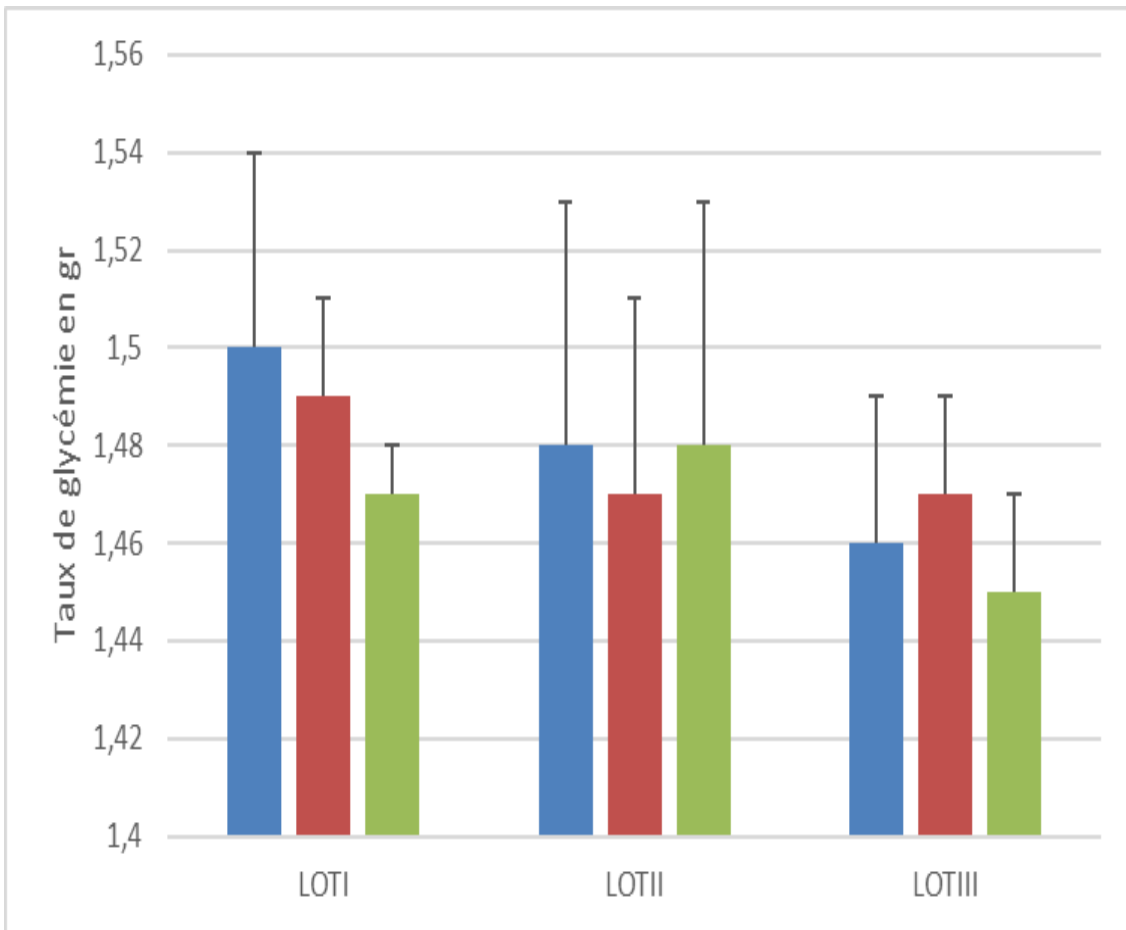


Figure 27 : Glycémie durant la période d'acclimatation

III. Poids et glycémie après induction du diabète poids en g et traitement

T	M.N.T	M.T.E.METHANOLIQ
2366	2165	2250

T= Témoin

M.N.T. = Malades non traités

M.T.E.M = Malades traités par l'extrait méthanolique du piment

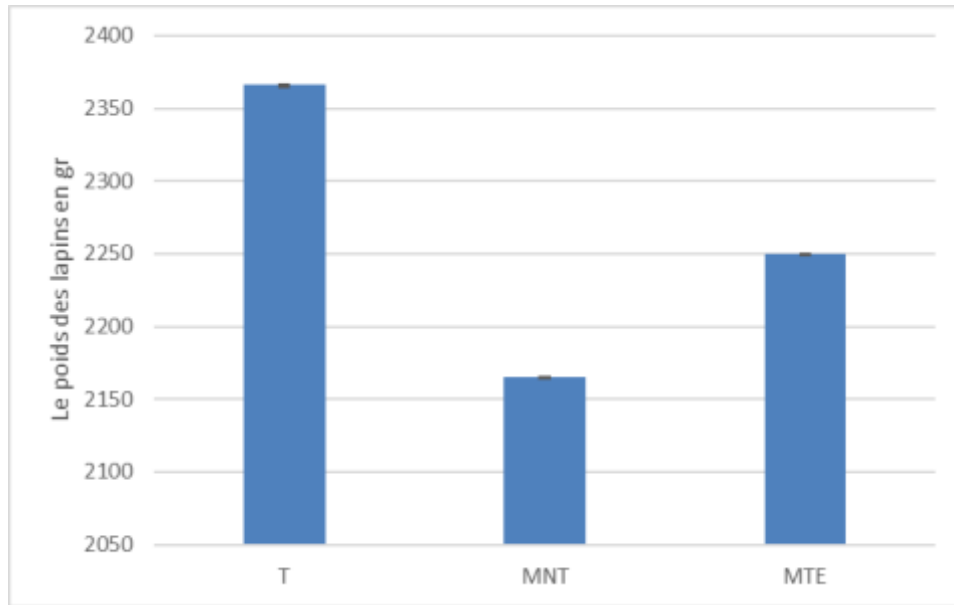


Figure 28 : Poids après induction du diabète en g et traitement

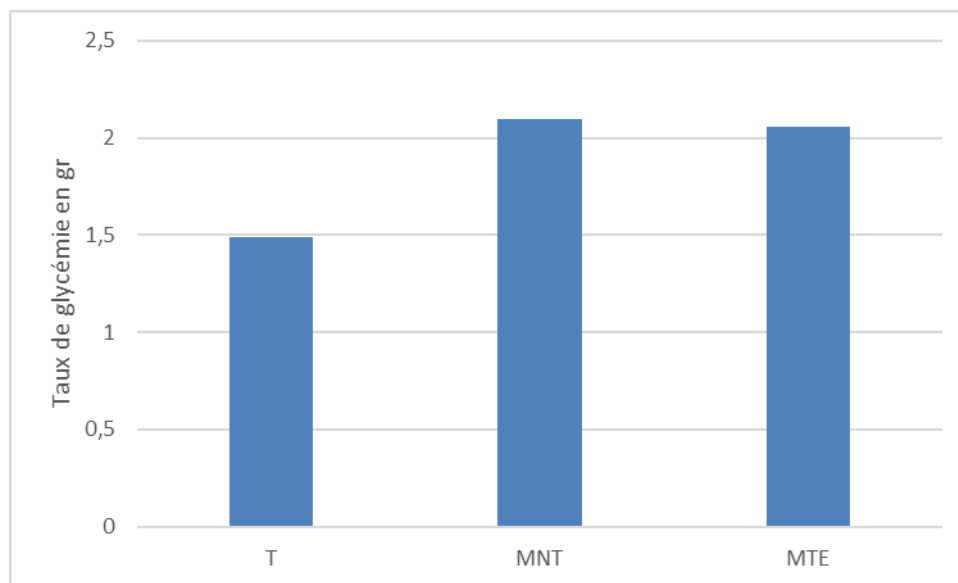


Figure 29 : Taux de glycémie après induction

On remarque les lots **II** et **III** ayant subi l'induction sont effectivement diabétiques

T	MNT	MTEMETHQNOLIQUE
1.49	2.10	2.06

Après installation du diabète, suite à une injection d'une substance diabétoène dite alloxane à raison de 250g/kg de poids vifs suivie d'un sérum glucosé à 5 pour cent pour éviter tout choc brutal d'hypoglycémie. Il s'avère que les lots II et III sont diabétiques, comme le montre leur

le lot III aura un soin spécifique à base d'extrait hydro-méthanolique de *Capiscum annuum L.* qui a montré ses propriétés antidiabétiques comme le montre les poids corporels et les taux de glucose sanguin des animaux traités. En effet, le poids du témoin a atteint en moyenne 2366 g avec une glycémie de 1.49 g/l, tandis que le malade non traité son poids est de 2165g cependant, sa glycémie est de 2.10g/l donc ce qui montre que ces lapins ont une hyperglycémie. Par contre le lot III a montré une augmentation de la glycémie et une chute de poids mais après traitement il est remarqué une hausse du poids, ainsi qu'une baisse de la glycémie ce qui peut se traduire que cet extrait contient des substances dont les propriétés sont à caractère antidiabétique.

IV. Evolutions des paramètres hématologiques après abattage

Triglycerides (g/l)

Cholesterol (g/l)

Lot	T	Valeur g/l	Lot t	Valeur g/l
1		1.61	1	0.18
2		1.28	2	0.14
3		1.56	3	0.58
4		2.53	4	0.75
5		1.30	5	0.41
Lot M.N.T.			Lot M.N.T.	
1		1.90	1	1.01
2		1.92	2	0.99
3		1.78	3	0.97
4		1.84	4	0.98
5		1.86	5	0.92
Lot M.T.E.Méthanoli			Lot M.T.E.Méthanoli	
1		1.49	1	0.68
2		1.50	2	0.65
3		1.55	3	0.72
4		1.50	4	0.76
5		1.46	5	0.67

TGO en U.I.

TG P en U. Internationale

Lot	T	Valeur en U.I.
1		17
2		8
3		17
4		25
5		30
Lot M.N.T.		
1		89
2		78
3		69
4		68
5		65
Lot M.T.E.Méthanoli		
1		55
2		61
3		48
4		45
5		48

Lot	T	Valeur U.I.
1		40
2		47
3		53
4		56
5		54
Lot M.N.T.		
1		82
2		75
3		80
4		60
5		76
Lot M.T.E.Méthanoli		
1		58
2		54
3		58
4		67
5		66

Urée g/l

Creatinine g/l

Lot T	Valeur g/l	Lot T	Valeur g/l
1	0.14	1	7.7
2	0.21	2	7.8
3	0.21	3	7.7
4	0.27	4	9.4
5	0.24	5	6.9
Lot M.N.T.		Lot M.N.T.	
1	0.44	1	10
2	0.43	2	10.3
3	0.38	3	10.4
4	0.49	4	10.8
5	0.38	5	11.7
Lot M.T.E.Méthanoli		Lot M.T.E.Méthanoli	
1	0.26	1	8.9
2	0.27	2	9.5
3	0.33	3	9.48
4	0.30	4	8.9
5	0.30	5	9.4

Phosphatase alcaline

Teneur en Calcium

Lot T	Valeur U.I.
1	160
2	246
3	203
4	248
5	246
Lot M.N.T.	
1	355
2	297
3	398
4	298
5	297
Lot M.T.E.Méthanoli	
1	266
2	278
3	269
4	240
5	239

Lot T	Valeur mg/l
1	126.92
2	130.52
3	112.77
4	121.67
5	132.36
Lot M.N.T.	
1	144.68
2	149.56
3	141.32
4	152.32
5	149.75
Lot M.T.E.Méthanoli	
1	122.77
2	134.45
3	118.54
4	129.35
5	132.28

Ces résultats ne montrent pas qu'il y a une influence du diabète sur ces paramètres hématologiques. On peut dire que ces variations semblent être dues au stress au moment de l'abattage..



Conclusion



Conclusion

La phytothérapie ou se soigner par les principes actifs des plantes médicinales a pris un énorme éventail. Elle continue et continuera à s'étendre et à prendre de l'ampleur au cours des années à venir, grâce à la richesse du tapis vert, en plantes aromatiques et médicinales dont les propriétés biologiques sont très intéressantes et prometteuses.

A cet effet, les recherches se sont penchées sur l'axe des principes actifs des plantes dont, le but est d'être destiné à l'utilisation phytopharmaceutique. Ils trouvent de nombreuses applications dans divers domaines comme en médecine, en tant que, traitements préventifs ou curatifs, en pharmacie où les principes actifs sont la base de divers médicaments qui, généralement, n'ont pas d'effets secondaires, (ou sont moins représentatifs par rapport aux médicaments de synthèse), en cosmétologie ou produits cosmétiques et en agriculture.

L'extrait méthanolique de piment fort, préparé aux laboratoires d'analyses biochimiques du centre universitaire de Mila, a montré des résultats satisfaisants vis-à-vis des lapins rendus diabétiques par injection intra-péritonéale de 250mg ou 2ml d'alloxane /kg de poids vif. Cette maladie brusque a induit des perturbations du métabolisme glucidique, triglycéridique, cholestérolémique et une perte de poids remarquable. Après gavage, de 10 à 15 ml d'extrait par jour pendant, 03 semaines les résultats ont diminué / la glycémie, la cholestérolémie, la triglycéridémie et la prise de poids. Donc, on peut dire que le piment fort, s'avère qu'il peut offrir un large spectre à la phytothérapie. En effet, l'extrait méthanolique a montré des résultats prometteurs vu sa richesse en métabolites secondaires, comme les tanins, les flavonoïdes, les alcaloïdes, coumarines et les poly-phénols. Ainsi qu'il a des pouvoirs anti-radicalaire et antidiabétiques très significatifs, des taux importants de poly-phénol et flavonoïdes.

Suite à ces résultats qui semblent être bénéfiques, il serait souhaitable de réaliser une étude approfondie sur toutes les activités tout en analysant par HPLC-SM, la composition de cette épice très utilisée afin de déterminer avec fiabilité la structure des divers constituants grâce à la base de données de cet appareil

