

LISTES DES FIGURES

Figure 1: *Sclerocarya birrea* (A. Rich) Hochst

Figure 2 : *Balanites aegyptiaca* (L.) Del

Figure 3 : *Ceiba pentandra* (L.) Gaertin

Figure 4: Droite de calibration de la **Capsaïcine** dans l'éthanol (285 nm)

Figure 5 : Droite de calibration de la **Diphénylamine** dans l'éthanol (285 nm)

Figure 6 : Droite de calibration de la **Lépidine** dans l'acétonitrile 90% (204 nm)

Figure 7 : Chromatogramme (CLHP) de la **Capsaïcine** et 3 extraits analysés

Figure 8 : Chromatogramme (CLHP) de la **Diphénylamine** et 3 extraits analysés

Figure 9 : Chromatogramme (CLHP) de la **Lépidine** et 3 extraits analysés

Figure 10 : Chromatogramme CCM de l'étalon de **Capsaïcine** et des extraits

Figure 11 : Chromatogramme CCM de l'étalon de **Diphénylamine** et des extraits

Figure 12 : Chromatogramme CCM de l'étalon de **Lépidine** et des extraits

LISTES DES TABLEAUX

Tableau I : Différents types de diabète

Tableau II : Composition chimique des amandes de *Sclerocarya birrea*

Tableau III : Distribution des acides gras dans les lipides

Tableau IV : Composition chimique des feuilles de *Sclerocarya birrea*

Tableau V : Constituants chimiques et usages thérapeutiques de *Sclerocarya birrea*

Tableau VI : Métabolites secondaires de la pulpe de *Balanites aegyptiaca*

Tableau VII : Métabolites secondaires des amandes de *Balanites aegyptiaca*

Tableau VIII : Métabolites secondaires de la tige de *Balanites aegyptiaca*

Tableau IX : Métabolites secondaires des feuilles de *Balanites aegyptiaca*

Tableau X : Constituants chimiques et usages thérapeutiques de *Balanites aegyptiaca*

Tableau XI : Composition chimique des graines de *Ceiba pentandra*

Tableau XII : Composition en acides gras de l'huile de graines de *Ceiba pentandra*

Tableau XIII : Composition chimiques et usages thérapeutiques de *Ceiba pentandra*

Tableau XIV : Tableau récapitulatif des différentes méthodes d'analyses des alcaloïdes

Tableau XV : Tableau récapitulatif de deux méthodes chromatographiques (HPLC-CCM)

Tableau XVI : Différentes espèces végétales analyées

Tableau XVII : Standards des alcaloïdes

Tableau XVIII : Tableau récapitulatif des différents organes

Tableau XIX : Concentrations des solutions standards

Tableau XX : Estimation de la concentration en **Lépidine** des différentes parties des plantes étudiées

Tableau XXI : Estimation de la concentration en **Capsaïcine** des différentes parties des plantes étudiées

Tableau XXII : Estimation de la concentration en **Diphénylamine** des différentes parties des plantes étudiées

Tableau XXIII : Composition en alcaloïdes des différentes parties des plantes étudiées

Tableau XXIV : Tableau récapitulatif des Rf des étalons et des extraits

LISTES DES ABREVIATIONS

ACCT : Agence de Coopération Culturelle et Technique

CLHP : Chromatographie Liquide à Haute Performance

CC : Chromatographie sur Colonne

CAP : Capsaïcine

CS : Charp Speed (vitesse de déroulement du papier)

CCM : Chromatographie sur Couche Mince

CPL : Chromatographie en Phase Liquide

DPA: Diphenylamine

IFG: Impaired Fasting Glycémie

IGF: Impaired Glycose Tolerance

GC/MS: Gas Chromatography / Mass Spectrometry

HPLC: High Performance Liquide Chromatography

LEP: Lépidine

MF: Matière Fraîche

MG: Matière Grasse

MS : Matière Sèche

ND : Non DéTECTé

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

Réf : Références

Rf : Reponse factor

RMN : Résonance Magnétique Nucléaire

TABLE DES MATIERES

DEDICACES

REMERCIEMENTS

LISTES DES FIGURES

LISTES DES TABLEAUX

LISTES DES ABREVIATIONS

INTRODUCTION	1
I. PLANTES, DIABETE ET MEDECINE TRADITIONNELLE	5
I. 1. La plante médicinale.....	5
I.1.1 Qu'est -ce que la médecine traditionnelle ?	5
I.1.2. Définition de la plante médicinale	5
I.1.3. Généralités sur la phytothérapie	6
I.1.4. Principes actifs en phytothérapie	6
I.1.5. L'avenir des plantes en médecine.....	7
I.16. Statut de la médecine traditionnelle et utilisation des plantes médicinales dans le monde d'aujourd'hui	8
I.2. Rappels sur le diabète.....	8
I.2.1. Généralités.....	8
I.1.2. Ethiopathogenie du diabète sucré	9
a- Qu'est -ce que le diabète ?	9
b- Définition du diabète sucré	9
I.2.3. Classification du diabète	9
I .2.4. Impact socio-économique du diabète sucré	11
I.3. Etudes des plantes.....	11
I.3.1. <i>Sclerocarya birrea</i> (A. Rich) Hochst (Figure 1)	11
a- Caractères remarquables	12
b- Habitat	12
c- Emplois	14
d- Constituants chimiques	15
e- Pharmacologie	19
I.3.2. <i>Balanites aegyptiaca</i> (L.) Del (figure 2)	19
a- Caractères remarquables	19
b- Habitat	20
c- Emplois	21
d- Constituants chimiques	22
e- Pharmacologie	25
I.3.3. <i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn (figure 3)	25
a- Caractères remarquables	25
b- Habitat	26
c- Emplois	27
d- Constituants chimiques	28
e- Pharmacologie	31
I.4. Structures, propriétés physico-chimiques, physiologiques et pharmacologiques des alcaloïdes étudiés.....	31
I.4.1. Capsaïcine	31

a- Structure et propriétés physico-chimiques	31
b- Propriété physiologique et pharmacologique.....	31
I.4.2. Diphénylamine (DPA)	32
a- Structure et propriétés physicochimiques	32
b- Propriété physiologique et pharmacologique.....	33
I.4.3. Lépidine.....	33
a- Structure et propriétés physicochimiques	33
b- Propriété physiologique et pharmacologique.....	34
I.5. Les méthodes chromatographiques	34
a- Chromatographique sur couche mince (CCM).....	34
b- Chromatographique Liquide à Haute performance (CLHP).....	35
II. MATERIELES ET METHODES.....	38
II.1. Matériel végétal.....	38
II.2. Standards des alcaloïdes.....	38
II.3. Echantillonnage.....	38
II.4. Procédure d'extraction et de purification des alcaloïdes	39
II.4.1Extraction des alcaloïdes.....	39
a- Matériels et produits chimiques.....	39
b- Procédure d'extraction.....	41
a.1. Extraction des alcaloïdes de <i>Sclerocarya birrea</i>	42
b.1. Extraction des alcaloïdes de <i>Balanites aegyptiaca</i>	42
c.1. Extraction des alcaloïdes de <i>Ceiba pentandra</i>	42
II.4.2. Purification des extraits	42
a. Matériels et produits chimiques.....	42
b. Procédure de purification.....	43
II.5. Méthodes d'analyses des extraits	43
II.5. Analyses des extraits par Chromatographie liquide à Haute Performance (CLHP).....	44
a. Appareillage et conditions analytiques.....	44
b. Procédure expérimentale.....	45
c. Analyses des extraits.....	46
II.5.2. Analyses des extraits par Chromatographie sur Couche Mince (CCM).....	46
a. Matériels et solvants.....	46
b. Procédure expérimentale.....	47
III. RESULTATS ET DICUSSIONS.....	49
III.1. Chromatographie Liquide à Haute Performance (CLHP)	50
III.2. Chromatographie sur Couche Mince (CCM).....	60
CONCLUSION.....	66
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	68

INTRODUCTION

Depuis l'antiquité, l'être humain recherche dans son environnement (plante, animaux, prière, esprits...) de quoi soulager ses maux et traiter ses blessures. Chose rejetée par la médecine moderne occidentale qui opte pour le développement des médicaments chimiques et une technique de soins sophistiquée et appropriée.

Cependant, la tendance récente conduit actuellement à chercher dans ces plantes de nouveaux produits contre certaines maladies telles que le cancer, le paludisme, la diarrhée, le diabète...

Plus de 20 000 espèces végétales sur les 30 000 récentes de nos jours sur l'ensemble de notre planète, vivent dans les pays tropicaux d'Afrique et d'ailleurs. Parmi les utilisateurs potentiels, la médecine et pharmacopée traditionnelle, viennent en tête avec ceux qui les pratiquent, à savoir 70% les populations tiers monde.

L'histoire de la médecine montre l'importance de ces plantes dans les thérapies, toutes les sociétés traditionnelles ayant puisé, pour leurs soins de santé, dans cette pharmacopée végétale d'une très grande richesse [1].

La thérapeutique traditionnelle implique l'usage de parties simples végétales (feuilles, tiges ou graines de plantes), ou animales, et de phénomènes métaphysiques, elle représente toujours le seul recours des populations isolées, dans la brousse, livrées aux maladies aussi nombreuses et meurtrières. Seule, elle a contribué à la survie des peuples d'Afrique. C'est ainsi que la connaissance des drogues utilisées s'avère très nécessaire pour plusieurs raisons :

- De telles préparations, couramment utilisées de nos jours, sont potentiellement dangereuses puisque leur pureté et leurs dosages corrects ne peuvent être garantis ; leur degré de toxicité et leurs effets secondaires ne sont pas connus. Il suffit de se rendre dans n'importe quel grand marché d'Afrique noire pour mesurer l'importance des plantes ; ces marchands sont toujours prêts à conseiller le malade et il n'est pas rare d'être témoin de véritables consultations avec pose du diagnostic et prescription du remède.
- Les pays africains, en général sont tributaires de l'Europe ou des Etats-Unis en matière de médicaments. Dans ce domaine, ils ne constituent qu'un marché d'écoulement des produits de l'industrie pharmaceutique étrangère, situation qui

n’entraîne que des inconvénients. Et seule, l’exploitation rationnelle des produits locaux peut y remédier [45].

Aujourd’hui, la situation générale de la couverture sanitaire dans nos pays nous interpelle autrement et pour peu que nous ayons quelques capacités à inverser le processus de dégradation, nous serons plus redevables de ne pas réagir.

Le choix des plantes médicinales se justifie par la gravité du danger que constituent, pour la santé humaine, les pathogènes qui ne reconnaissent ni les frontières politiques, ni les barrières naturelles et conventionnelles et qui, dans leur évolution entraînent d’énormes pertes humaines et l’appauvrissement économique des populations africaines.

En effet, les populations africaines représentent 10% de la population mondiale, consomment 3% des produits pharmaceutiques. Ces produits sont d’ailleurs très chers sur le marché local, et de ce fait, sont moins en moins à la portée des populations qui sont à 65% démunies.

La médecine traditionnelle et les plantes médicinales jouissent à travers le monde d’un intérêt croissant. Ainsi, leur promotion devra-t-elle bénéficier du concours précieux synergique des programmes institutionnels et pluridisciplinaires intéressés, notamment dans les domaines de recherche [50].

Nous avons voulu entreprendre ce travail, avec peu de moyens dont nous disposons sur place, et d’apporter notre contribution au problème de la santé de nos populations.

Le diabète, généralement causé par taux de sucre trop élevé dans le sang était considéré une maladie comme une maladie des pays riches. L’OMS estime que cette maladie l’une des plus importantes par son ampleur dans les vingt prochaines années et principalement dans les pays en développement. Cependant, le contexte socio-économique et alimentation traditionnelle, très glucidique, composés de céréales ou de tubercules avec sauce vient s’ajouter le modèle occidental d’alimentation.

Cette nouvelle forme d’alimentation, plus énergétique, combinée à une sédentarisation et à une forte urbanisation, accroît l’obésité et le surpoids [3].

La modicité des ressources financières de la majorité des patients rend inéluctable le recours à court et à long terme à la pharmacopée traditionnelle moins onéreuse.

Cependant, la promotion de cette médecine et son intégration dans le système de santé des pays en développement exige la preuve scientifique ces attributs thérapeutiques.

Pour nombreux qu'on ne le croit sont les malades qui fondent leurs espoirs sur les plantes dites antidiabétiques, celles-ci restant pour le scientifique dans le domaine des intouchables, voire non encore assez étudiées et assez mal cernées :

- L'interférence des médicaments indigènes à base de plantes est certaine dans le traitement du diabète sucré ;
- L'étude de ces plantes dans le traitement du diabète sucré révèle une urgente, soit pour les utiliser de façon rationnelle avec le maximum d'efficacité, soit pour les démystifier [45] ;

Nous exposons d'abord une étude bibliographique concernant ces plantes médicinales antidiabétiques (*Ceiba pentandra*, *Sclerocarya birrea* et *Balanites aegyptiaca*), le diabète sucré et des analyses alcaloïdes (**Capsaïcine**, **Diphénylamine**, et **Lépidine**) qui sont parmi les principes actifs antidiabétiques.

Nous abordons ensuite nos travaux personnels en décrivant le matériel et les méthodes utilisées pour l'analyse de nos principes actifs.

CHAPITRE I : RAPPELS BIBLIOGRAPHIQUES

I- PLANTES, DIABETE ET MEDECINE TRADITIONNELLE

I.1. La plante médicinale

I.1.1 Qu'est-ce que la médecine traditionnelle ?

La médecine traditionnelle se définit comme étant la combinaison globale de connaissances et de pratiques, explicables ou non, utilisées dans le but de diagnostiquer, prévenir ou éliminer une maladie physique, mentale ou sociale et pouvant se baser exclusivement sur l'expérience et les observations anciennes transmises, soit oralement ou soit par écrit, de générations en générations.

En Afrique, cette définition peut être élargie en y ajoutant une phase telle que «en tenant compte du concept original de la nature qui inclut le monde matériel, l'environnement sociologique, qu'il soit vivant ou mort et les forces métaphysiques des l'univers»[1].

L'OMS, quant à elle redéfinit la médecine traditionnelle comme comprenant diverses pratiques, approches connaissances et croyances sanitaires intégrant des médicaments à base de plantes, d'animaux et ou de minéraux, des traitements spirituels, des techniques manuelles et exercices, appliqués seuls ou en association afin de maintenir le bien-être, diagnostiquer ou prévenir la maladie [43].

I-1-2 Définition de la plante médicinale

Ce sont toutes les plantes qui contiennent substances pouvant être utilisées à des fins thérapeutiques ou qui sont des précurseurs dans la synthèse de drogues utiles. Cette définition de la plante médicinale devrait inclure les cas suivants :

- Plantes ou parties de plantes à usage médicinal dans des préparations galéniques
- Plantes utilisées pour l'extraction des substances pures soit pour usage médicinal direct ou pour l'hémisynthèse de composés médicinaux ;
- Aliments, épices et plantes de parfumerie à usage médicinal ;
- Plantes microscopiques employées pour l'isolement de produits pharmaceutiques ;
- Plantes à fibres (comme le coton, le lin, le jute), utilisées pour la préparation de pansements chirurgicaux [1].

I-1-3 Généralités sur la phytothérapie

Etymologiquement parlant, la phytothérapie dérive du grec "phyto" (plant), " thérapie" (cure). Bon nombre de personnes pensent que le mot simple est synonyme de tisane, la phytothérapie n'apparaît que comme une branche de matière médicinale consistant à administrer de l'eau chaude dont la pureté a été altérée en salissant avec les herbes plus ou moins inactives.

Actuellement, nous réservons ce terme aux substances végétales, surtout indigènes, employées sous forme intégrale (suc, extraits, teinture, alcoolature) par opposition aux principes isolés résultant des opérations chimiques que ces substances ont subies.

Depuis que les progrès réalisés par la chimie ont permis d'isoler des végétaux leurs principes actifs, on s'est habitué à considérer l'emploi de ces derniers comme le seul qui soit rationnel ; il est vrai que l'alcaloïde et glucoside se prêtent à des applications d'un déterminisme plus précis, à un dosage plus rigoureux que les substances dont on les extrait : ils ont en outre l'avantage d'échapper aux altérations qui, à la longue se produisent dans les végétaux et en modifient plus ou moins les caractères biochimiques.

Le P. G. Pouchet en 1897, démontrait qu'il y a dans la composition immédiate des drogues simples des éléments actifs dont la connaissance nous échappe jusqu'alors et dont nombreux. Leur séparation plus ou moins parfaite avec les alcaloïdes, glucosides et d'autres principes actifs qui sont réputés conférés à la drogue son énergie médicamenteuse, suffit certainement à expliquer les différences d'activités au point de vue de l'action physiologique des principes actifs isolés jusqu'à ce jours.

Une ère nouvelle s'est ouverte pour elle, patronné par les noms les plus autorisés, elle est passée du domaine de la paléontologie médicale à celui de la pratique journalière.

D'après l'adage émis par OSWALD Grollius, il y a plus de cent ans : « nous voyons que ceux qui guérissent avec de parties simples végétales ont plus d'heures et plus d'honneurs aux succès de leurs entreprises que les autres » [27].

I-1.4 Principes actifs en phytothérapie

Après la série des transformations technologiques qui font de la plante médicinale une drogue végétale qui contient un certain nombre de substances qui agiront sur l'organisme humain. Les substances actives des plantes médicinales sont de deux types :

- Les produits du métabolisme primaire (des saccharides) substances indispensables à la vie de la plante, qui se forment dans toutes les plantes vertes grâce à la photosynthèse ;
- Le second type de substances se compose des produits du métabolisme secondaire résultant essentiellement de l'assimilation de l'azote.

Ces produits apparaissent souvent comme inutiles à la plante, mais leurs effets thérapeutiques sont en revanche remarquables. Généralement, ces substances ne se trouvent pas à l'état pur dans la plante mais sous forme de complexe qui se complètent et se renforcent dans leurs actions sur l'organisme [47]. Les vertus thérapeutiques des végétaux sont dues à la présence dans leurs tissus d'une ou plusieurs substances chimiques actives produisant un effet physiologique. Ces principes actifs sont souvent complexes et l'on ignore exactement leurs natures chimiques.

Certains ont pu être isolés, purifiés, synthétisés ou simulés. Les alcaloïdes sont des bases azotées, généralement hétérocycliques très répandues dans les plantes et souvent douées de propriétés physiologiques. Une caractéristique remarquable des alcaloïdes est la variété extraordinaire de leurs structures. La médecine les employait le plus souvent à l'état pur ; ils sont nettement toxiques tout en étant aussi actifs sous forme de poudre ou de teinture de plante [47].

I-1.5. l'Avenir des plantes en médecine

La phytochimie moderne, grâce à des techniques nouvelles et bien sophistiquées nous promet d'innombrables et étonnantes découvertes dans les années à venir une fois que de plus grand secteurs auront été systématiquement examinés. Il est impératif pour l'avenir de la médecine que soient entreprises des recherches de grandes envergures. En 1973, 38% du milliard et demi d'ordonnances délivrées aux Etats-Unis comprenaient des composants actifs issus des plantes ou des produits microbiens. Les produits pharmaceutiques d'origine végétale représentaient un chiffre d'affaire de près de 3 milliards de dollars.

Ces dernières années ont vu temps de découvertes révolutionnaires jusqu'aujourd'hui tous les espoirs sont permis surtout si l'on tient compte des techniques de plus en plus sophistiquées employées par les chimistes et les pharmacologues.

I-1.6 Statut de la médecine traditionnelle et utilisation des plantes médicinales dans le monde d'aujourd'hui

D'après l'OMS, une recherche mondiale sur l'état de la médecine traditionnelle en général, et sur l'emploi des plantes médicinales en particulier, a montré qu'il entre non seulement en compétition mais aussi en confrontation avec le système sanitaire conventionnel dans certaines régions, tandis que d'autres, collaborent avec le système.

En Afrique, selon l'OMS, la médecine traditionnelle est une partie de la culture populaire, malgré le fait que cette forme de médecine ne soit pas aussi bien organisée qu'en Inde qu'en Chine.

Parmi les praticiens potentiels, on peut citer entre autres les herboristes, les réducteurs de fractures, des sages femmes de village ou des accouchements traditionnels, des psychiatres traditionnels, des guérisseurs spirituels et bien d'autres spécialistes

C'est ainsi que beaucoup de pays africains ont maintenant une division, un département ou un groupe d'étude habituellement attaché au Ministère de la Santé. L'OMS a pour objectif de promouvoir et de développer la médecine traditionnelle pour qu'elle puisse contribuer à établissement de service de santé en Afrique. Ces efforts associés à des techniques appropriées de gestion des ressources pour la conservation devraient préparer les pays africains à produire, dans un proche avenir, des médicaments, à partir de plantes médicinales à une échelle industrielle [1].

I.2. Rappels sur le diabète

I.2.1 Généralités

Tous les signaux d'alarme sont enclenchés : nous vivons une quasi "pandémie" de diabète. En effet, la fréquence de cette affection dans deux composantes cliniques, diabète insulino-dépendant et non insulino-dépendant, a doublé ces dernières quinze années et on s'entend à un nouveau doublement dans la décennie à venir. Dans le cas de la France, le nombre de diabétiques est de 2 millions dont 90% atteints de diabète de type 2 [19].

Le diabète sucré est la cause principale des polyneuropathies dans le monde occidental, une de ces complications les plus fréquentes [55].

Longtemps considéré comme une maladie de pays riches, le diabète est devenu en quelques années un problème de santé publique en Afrique.

La fréquence de diabète est évaluée entre 1 et 6% de la population sub-saharienne, 3% en Europe et 6 à 10% en Afrique de sud ; on estime à environs 5 millions le nombre de diabétiques sur le continent.

Au Mali, à Bamako, le diabète est un problème de santé publique selon les médecins ; il constitue la deuxième cause d'hospitalisation après le VIH, et représente plus de 95% des consultations en médecine interne. La prévalence, c'est-à-dire le nombre de personnes atteintes sur le nombre des personnes exposées, serait de 2% environs [3].

Tous les acteurs de santé moderne et traditionnels doivent se mobiliser pour mieux :

- Cerner cette maladie qu'est le diabète ;
- Comprendre le mécanisme ;
- Le dépister ;
- Le prévenir ;
- Le soigner pour mettre en route une véritable prévention [46].

I.2.2 Etiopathogénie du diabète sucré

a- Qu'est –ce que le diabète ?

Il y a quelques années encore, on se contentait de définir le diabète sucré, comme un trouble du métabolisme glucidique d'évolution chronique et se traduisant habituellement par une hyperglycémie et une glycosurie.

b- Définition du diabète sucré

Le diabète sucré n'est pas seulement un trouble de la fonction glycorégulatrice, c'est aussi un syndrome regroupant un ensemble de maladies métaboliques ayant en commun une hyper glycémie. Celle-ci fait suite à une anomalie de sécrétion et/ou d'action de l'insuline. L'hyper- glycémie est responsable à long terme du développement de complications vasculaires et/ ou neurologiques [46]. Ou bien, le diabète sucré est défini comme une maladie caractérisée par une hyper glycémie pathologique [41].

I.2.3 Classification du diabète

Selon la classification, on distingue principalement le diabète type 1, du diabète type 2. Cette classification repose rationnellement sur l'étiopathogénie des deux maladies.

- Diabète de type 1 : ou diabète sucré

L'hyperglycémie est due à une carence absolue en insuline, secondaire à une destruction auto-immune de cellules β des îlots de Langerhans.

- Diabète de type 2 : ou diabète non insulino-dépendant

L'hyperglycémie fait suite à une carence relative en insuline, liée ou une insulino-résistance et /ou à une insulinopénie, qui est le type le plus complexe.

Il existe encore d'autres types « spécifiques » ou « secondaires » de diabète

Tableau I : Différents types de diabète

- Diabète de type 1
- Diabète de type 2
 - 1- insulino-résistance > insulinopénie
 - 2- insulinopénie > insulino-résistance
- Autres diabètes spécifiques (secondaires)
- Diabète gestationnel
- Altération de l'homéostasie glucidique
 - 1- glycémie à jeûn anormale IFG (Impaired fasting glycémie)
 - 2 -intolérance glucidique IFG (Impaired glucose tolerance) [46]

1.2.4 Impact socio-économique du diabète sucré

La maladie diabétique par sa fréquence et le coût de son traitement, constitue un frein aux efforts du développement. Le caractère onéreux du coût du traitement de la maladie nécessite un éventail de solidarité assez large entre diabétiques et une prise en charge en ce qui concerne les soins, les médicaments et surtout l'insuline.

Le nombre de diabétiques suivi par le centre antidiabétique Marc Sankalé de l'hôpital Abbas Ndao du Sénégal est passé de 200 à ces débuts à 20 000 dossiers de malades. Le Sénégal, qui recense 2 000 cas par an, n'échappe pas à une progression inquiétante de la maladie [29].

Le développement fulgurant de cette maladie est lié aux mauvaises habitudes alimentaires, à la pauvreté, aux tabous alimentaires et à l'analphabétisme, des facteurs qui font que beaucoup des personnes ne sont pas informés des risques de diabète ou de leurs situations [29]. Cette augmentation est due en grande partie au mode de vie et a été considérée inévitable. La situation est pire qu'il y a dix ans en raison du vieillissement de la population et des facteurs de risques relatifs au mode de vie. Le nombre de personnes atteintes augmente rapidement et va probablement doubler dans les trente prochaines années [4].

Les adultes diabétiques ont une mortalité annuelle (5,4%) deux fois supérieure à celle de la population générale. Leur espérance de vie est diminuée de 5 à 10 ans en moyenne [18].

Pour une bonne introduction des plantes dans tout traitement, à l'instar du diabète, une étude succincte et approfondie de ces dernières s'avère nécessaire.

I.3. Etudes des plantes

I.3.1 *Sclerocarya birrea (A. Rich) Hochst*

Famille : Anacardiacées

Nom vernaculaire : Bee, Marula

a- Caractères remarquables

Le port

C'est un arbre de 10 à 15m de haut, à fût droit cylindrique, à écorces argentées, avec des écailles qui se relèvent sur leurs bords. L'arbre se reconnaît par sa cime arrondie assez dense [9, 10].

Les feuilles

Les feuilles sont formées de 7 à 10 paires de folioles ovales acuminées, entières ou dentées surtout sur les rejets et les jeunes pieds. L'arbre reste défeuillé d'Octobre à Juillet [10, 33].

Les fleurs

Les fleurs sont dioïques sur les racèmes, ou épis groupés également à l'extrémité des rameaux et apparaissent généralement avant les feuilles. Elles sont formées de 4 sépales, 4 pétales, verdâtre à sommet rouge et de 12 à 16 étamines. A la base de chaque pédicelle se trouve une bractée rouge.

Les fleurs femelles sont portées par des pédoncules de 1cm de long, elles contiennent un ovaire à 2 ou 3 styles courts écartés à stigmates peltés [9, 10, 33].

Les fruits

Les fruits sont des drupes ovoïdes, jaunes, longs de 3 à 4cm, à peau lisse, épaisse sur laquelle s'observe au sommet le reste des styles.

Les fruits sont cueillis d'Avril à Juin. Le noyau scléreux renferme 2 à 3 graines oléagineuses, brunes, elliptiques de 0,5cm de long. A son sommet se trouve un opercule qui s'ouvre lors de la germination. La pulpe jaune est fibreuse agréablement acidulée [9,10, 33].

b- Habitat [9, 10]

Le *Sclerocarya birrea* est une espèce assez commune plus ou moins grégaire dans les savanes soudaniennes et sahéliennes soudaniennes.

Arbre rencontré dans tout le Sénégal mais surtout abondant dans le Djolof où il forme des peuplements clairs dans les sables fins.

C'est une espèce sahélienne qui se rencontre également dans les sols non inondables de la Casamance maritime.

Cette plante pousse apparemment de façon indifférente sur différents types de sols.

Ainsi, il y a lieu de constater qu'elle à tendance à disparaître de son terrain d'élection du nord du Djolof et nord Ferlo du fait de l'usage abusif de son fût par les artisans.

c- Emplois

Les écorces

La patte d'écorces est considérée, en usage externe, comme anti-inflammatoire et le décocté, en usage interne, comme purgatif.

Additionné de beurre, on en fait des applications sur le front pour les céphalées et sur les yeux pour les blépharites [10].

Une infusion froide de l'écorce, avec du citron est employée comme remède contre la dysenterie [10].

Les écorces du tronc sont prescrites contre les morsures de serpents, tant en usage interne qu'en interne : frotter énergiquement la partie atteinte avec des écorces grossièrement pilées, jusqu'à obtention d'une enflure importante ; alors on fait avaler la boisson, à base d'écorces également (le macéré), puis on dispose sur la partie traitée un pansement fait des différentes parties de la plante [10].

Dans le Niani, un traitement de l'ascite consiste à boire un macéré d'écorces de *Sclerocarya birrea* et de racines et feuilles de *Cymbopogon giganteus*. L'effet purgatif de cette médication serait important [33].

Dans le Sénégal Oriental, l'écorce est réputée anti-odontalgique pour les névralgies dentaires en mastication, pour les caries en plombage sous forme de boulettes [33].

En médecine vétérinaire les Peuls-toucouleurs du Fouta Toro et du Ferlo donnent le décocté d'écorce aux animaux pour exciter leur appétit [33].

Une infusion froide de l'écorce, avec du sel gemme, est employée par les Haoussas au Nigeria, comme remède contre la dysenterie [1].

En Afrique de l'Est, l'écorce est un remède contre la dysenterie et les rhumatismes [40].

Au Ghana, la décoction d'écorces est appliquée pour les éruptions cutanées [30].

Au Burkina Faso, le père DE LA PRADILLA administre une macération d'écorces, 3 ou 4 fois par jours pendant 3 jours en cas d'angines [16].

Les Socés utilisent le macéré d'écorces de tige comme traitement interne complémentaire des morsures de serpents [34].

Les feuilles

La fumée des feuilles serait bonne également contre les morsures de serpents [10].

Au Burkina Faso, le père DE LA PRADILLA [16] recommande de prendre une cuillerée de poudre à café de feuilles tous les matins aussi longtemps que nécessaire en cas diabète non insulinodépendant.

Les Socés de Karang préconise l'absorption d'une décoction de feuilles en cas de morsure de serpents [25].

Les Sérères utilisent la poudre de feuilles pour accélérer la cicatrisation des plaies mêmes difficiles [25].

Les racines

Le broyat de racine macéré dans de l'eau est bu contre la schistosomiase ; il est également utilisé pour laver les croûtes de la gale [13].

Les fruits

Les Niominka semblent rechercher l'euphorie produite par la consommation du fruit fermenté qui est enivrant [34].

Les graines

Les graines sont recommandées par quelques guérisseurs dans les états asthémiques [33].

d- Constituants chimiques

Fruits

Tableau II : Composition chimique des amandes de *Sclerocarya birrea* [33]

Composants/100g	Quantités (%)
Cellulose (g)	1.3
Glucides (g)	0.5
Protides (g)	30.6
Cendres (g)	6.1
Calcium (g)	0.17
Phosphore (g)	1.4

Tableau III : Distribution des acides gras dans les lipides [33]

Acides gras	Quantités (%)
Acide oléique	63.9
Acide myristique	17.4
Acide stéarique	8.7

- Dans les amino-acides prédominent les acides glutamiques (25.8% des amino-acides totaux) et l'arginine (15.8%) [33].
- L'amande du noyau contient jusqu'à 60% de matières grasses et beaucoup de vitamine C [9].
- La pulpe du fruit est riche en alcool [10].

Feuilles et écorces

Tableau IV : Composition chimique des feuilles et écorces de *S. birrea*

Parties utilisées	Principes actifs	Réf
Feuilles	- Flavonoïdes - Tanins	[45, 55]
écorces	- Tanins, Flavonoïdes - Traces d'alcaloïdes - Tanins catéchiques	[45, 12]

e- Pharmacologie

En 1973, GUEYE montrait qu'une décoction ou une macération de feuilles provoque une diminution de la glycémie chez le rat, lorsqu'elle est administrée par voie buccale ou intra-péritonéale.

L'extrait aqueux de feuilles, qui possède une très faible toxicité, présente une action directe sur le système régulateur de la glycémie et une action stimulante sur l'assimilation périphérique du glucose en particulier par le tissu musculaire. L'action pourrait être due aux tanins et flavonoïdes [45].

Le Professeur POUSET recommande qu'une décoction de 30gr de feuilles pour 1 litre d'eau à boire dans la journée, permette de surveiller la glycémie [53].

En 1995, TROVATO et al. [58] ont montré que la décoction d'écorces de *S. birrea* présente une faible toxicité.

Cette même décoction administrée par voie orale à la dose de 0,5gr/kg fait chuter le taux de la glycémie des rats normoglycémiques : l'effet est significatif deux heures après le traitement et la baisse maximale est observée après trois heures.

La chute de la glycémie s'accompagne d'une augmentation du taux de l'insuline plasmatique.

L'effet hypoglycémiant, l'augmentation de l'insuline plasmatique chez des rats normoglycémiques ainsi qu'une augmentation de la tolérance au glucose, mettent en faveur l'hypothèse que la décoction d'écorces de *S. birrea* influence sur la libération de l'insuline par les cellules β des îlots de Langerhans.

En 1991, GALVEZ et al. [23] ont montré que la décoction lyophilisée de poudre d'écorces de *S. birrea* présente une nette activité contre les diarrhées induites par deux laxatifs que sont de le sulfate de magnésium et le picosulfate de sodium.

Cette activité serait probablement due à l'inhibition de la motilité intestinale. Ce qui a été confirmé par l'inhibition de réflexe péristaltique chez le cobaye après administration de plusieurs doses de décoction lyophilisée.

Un screening phytochimique de cette drogue montre qu'elle contient un taux élevé de tanins. Une substance isolée de l'extrait méthanolique inhibe complètement les contractions induites du réflexe péristaltique à la dose de 20kg/ml. Cette substance serait un tanin dont un monomère est la cyanidine.

En 1993, GALVEZ et al. [22] ont étudié l'activité anti-diarrhéique de la procyanidine isolée de l'écorce de *S. birrea* en utilisant quatre modèles expérimentaux de diarrhées induites chez le rat.

Les agents cathartiques utilisés étaient : le sulfate de magnésium, l'huile de castor, l'acide arachidonique et la prostaglandine E2. A la dose de 150mg/kg, la procyanidine a montré une activité anti-diarrhéique sur tous les modèles expérimentaux.

Par ailleurs, ces auteurs ont montré que la procyanidine produit à la dose de 20 μ g/kg, une inhibition totale du réflexe péristaltique du côlon de cobaye et qu'elle ne modifie pas le transport des électrolytes et de l'eau au travers de la muqueuse de côlon de rat.

GALVEZ et al. [24] ont en outre fractionné l'extrait méthanolique d'écorces de *S. birrea* en une fraction aqueuse et d'acétate d'éthyle. Ces deux fractions ont été testées pour leur activité sécrétoire.

Les résultats obtenus révèlent qu'elles produisent une nette sécrétion de fluides et d'électrolytes au niveau du côlon de rat, la fraction acétate d'éthyle étant plus efficace que la fraction aqueuse.

TABLEAU V : Constituants chimiques et usages thérapeutiques de *Sclerocarya birrea*

Organes	Usages thérapeutiques	Réf	Constituants chimiques	Réf
Amandes			<ul style="list-style-type: none"> - Cellulose - Glucides - Protides - Cendres - Calcium - Phosphore - Acide glutamique - Arginine - Acide oléique - Acide myristique - Acide stéarique - Vitamine C - Matière grasse 	[33, 9, 10]
Fruits	<ul style="list-style-type: none"> - Euphorie - Enivrant 	[34]	<ul style="list-style-type: none"> - Alcool 	[10]
Feuilles	<ul style="list-style-type: none"> - Morsure de Serpent - Diabète non insulinodépendant - Cicatrisation des plaies 	[10, 16, 25]	<ul style="list-style-type: none"> - Flavonoïdes - Tanins 	[45, 53]
Ecorces	<ul style="list-style-type: none"> - Anti-inflammatoire - Purgatif, céphalées - Blépharites, ascite - Dysenterie, angine, morsure de serpent - Névrages dentaires, rhumatisme - Eruptions cutanées, caries 	[10, 33, 15, 34, 40, 30, 16]	<ul style="list-style-type: none"> - Tanins - Flavonoïdes - Traces d'alcaloïdes - Tanins catéchiques 	[45, 12]
Racines	<ul style="list-style-type: none"> - Schistosomiase - Gale 	[13]		
Graines	<ul style="list-style-type: none"> - États asthémiques 	[33]		

Figure 1: *Sclerocarya birrea* (A. Rich.) Hochst
I.3.2- *Balanites aegyptiaca* (L.) Del

Famille: Zygophyllacées

Nom vernaculaire: Myrobalan d'Egypte, dattier sauvage

a- Caractères remarquables [33]

Le port

Arbuste ou petit arbre de 8 à 9m, à fût droit ; extrémité des branches légèrement retombantes ; écorce foncée, profondément striée, rameaux à longues épines robustes et droites, atteignant 8cm de long.

Les feuilles

Feuilles alternes, avec deux folioles subsessiles, obovale, obiculaires, rhomboïdes, de 3cm sur 2,5cm pubescents dessous puis devenant glabre, vert-mat, grisâtres pétioles de 1cm.

Les fleurs

Fascicules ou petits racèmes supra-axillaires portant des fleurs jaunes verdâtres, à l'extrémité de pédicelles de 1cm. Pétales glabres de 5cm de long, ovaire pubescent.

Les fruits

Ce sont des drupes sphériques ou ovoïdes de 3 à 4 cm de long, légèrement anguleuses, arrondies à chaque extrémité, tomenteuses, verdâtres, mates pendant la maturation, jaunes à maturité.

b- Habitat [33]

Le *Balanites aegyptiaca* est très abondant dans tout le sahel du Sénégal : Vallée du fleuve, Djolof, Cayor, Ferlo.

Il pénètre profondément dans la région soudanienne jusqu'en Casamance maritime où il reste alors hors de sols inondables.

c- Emplois

Les écorces et les racines

Le macéré de racines et d'écorces à action purgative est un calmant très reconnu contre les coliques [34, 32].

Les écorces

Le macéré d'écorces de *Balanites aegyptiaca*, *Securinega virosa* (Euphorbiaceae) et *Scoparia dulcis* (Scrophylariaceae) est utilisé contre les maux de ventre ; ce même traitement est appliqué pour combattre la stérilité, mais alors procédé pendant 3 jours de l'absorption d'une solution de *Balanites* seul.

En fumigation, les écorces séchées sont utilisées contre le rhume, la toux, les bronchites et la pneumopathie aussi bien chez l'homme que l'animal [61].

Les racines

Le décocté d'écorces de racines ,en association avec *Maytenus senegalensis* (Celastraceae), *Bauhimia rufescens* (Caesalpiniaceae) est prescrit dans les ictères, la fièvre jaune, la syphilis [32 ,34].

Les écorces de racines entrent dans des traitements de maladies mentales et d'épilepsie [32,34].

Les épines

Les épines entrent dans la composition d'une préparation antivenimeuse, entrent également dans des traitements anti-lépreux [32].

Les fruits et l'huile

En usage externe, les fruits et l'huile donnent une embocation antirhumatismale [32,34].

d- Constituants chimiques

Les tableaux suivants montrent les constituants chimiques

Fruits

Tableau VI : Métabolites secondaires de la pulpe des fruits de *Balanites aegyptiaca* [2]

Groupe de substances	Substances isolées
Glucosides flavoniques	<ul style="list-style-type: none"> - Isorhamnetine- 3 -rhutiniside - Isorhamnetine- 3 -rhamnogalactoside
hormone glucosidique	<ul style="list-style-type: none"> - Balanigypsite (pregn-5 ene3 β, 16 β, 20[®]-triol- 3 – D- (2, 6-di- o-α-L-rhamnopyranosyl) β- D- glucopyranoside
Saponines	<ul style="list-style-type: none"> - Balanitoside (furostanol saponine) - Balanitoside III (glucoside spirostanol) - 6-méthyl diosgenine (sapogenol)

Tableau VII : Métabolite secondaire des amandes de *Balanites aegyptiaca* [2]

Groupe de substances	Substances isolées
Lipides	<ul style="list-style-type: none"> - Triglycérides - Diglycérides - Phytostérols - Esters de stérols - Alcool triterpénique - Phosphatidyl inositol
Principe amer	<ul style="list-style-type: none"> - Balanitine
Sapogenines	<ul style="list-style-type: none"> - Diosgenine (C₂₂ H₄₂ O₃)

Tiges

Le tableau suivant montre la composition chimique de la tige.

Tableau VIII : Métabolites secondaires de la tige de *Balanites aegyptiaca* [2]

Groupe de substances	Substances isolées
Coumarines	<ul style="list-style-type: none"> - Bergaptène (5- méthoxy-psoralène) - Dihydrofiurocoumarines (d- marmesine, psoralène) - Furocoumarines
Sapogenines	<ul style="list-style-type: none"> - Balanitine I + Yamogenine - Balanitine II + Yamogenine - Balanitine III+ Yamogenine

Feuilles

Tableau IX : Métabolites secondaires des feuilles de *Balanites aegyptiaca* [2]

Groupe de substances	Substances isolées
----------------------	--------------------

Glucosides flavoniques	<ul style="list-style-type: none"> - 3- glucoside - 3- rhutinoside quercetine - 4- glucoside - 3, 7- diglucoside - 3- rhutinoside - 3- rhamnogalactoside - Isorhamnétine
------------------------	---

e- Pharmacologie

Une action ichtyotoxique a été reconnue, justifiant ainsi son utilisation africaine comme en anti-helmintique [31].

ARCHI BALD, de son côté, a constaté que fruits, amandes, écorces, racines, et branches, étaient mortels pour les mollusques miracides, cercaires, poissons, têtards et hôtes intermédiaires de la bilharziose [26].

KON et COLL, ont montré que le saponoside extrait du *Balanites* est un agent hémolytique actif, d'après les mêmes auteurs ce dernier présente des propriétés digitaliques mais négligeables [39].

Une émulsion des fruits est un poison contre les mouches cyclops vecteur du vers de Guinée (*Dracunculus medinensis*). On peut ainsi décontaminer les points d'eau, car l'arbre n'est pas toxique pour l'homme et les animaux domestiques [48].

Une légère action anti-paludique des extraits chloroformiques des racines a été constatée dans la malaria expérimentale des oiseaux [26].

Tableau X : Constituants chimiques et usages thérapeutiques de *Balanites aegyptiaca*

Organes	Usages thérapeutiques	Réf	Constituants chimiques	Réf
Feuilles			<ul style="list-style-type: none"> - 3- glucoside - 3- rhutinoside quercetine 	[2]

			<ul style="list-style-type: none"> - 4- glucoside - 3- rhutinoside - 3,7- diglucoside - Isorhamnétine, - 3- rhamnogalactoside 	
Racines et Ecorces	<ul style="list-style-type: none"> - Purgatif - Colique 	[32, 34]		
Amandes			<ul style="list-style-type: none"> - Triglycéride, diglycerides - Phytosterols, esters de stérol, alcool triterpenique - Phosphatidyl inositol - Balanitine, diosgenine 	[2]
Racines	<ul style="list-style-type: none"> - Syphilis, ictères - Fièvre jaune - Maladie mentale - Epilepsie 	[32, 34]		
Ecorces	<ul style="list-style-type: none"> - Pneumopathie - Maux de ventre - Toux, rhume - Bronchites 	[61]		
Pulpes			<ul style="list-style-type: none"> - Isorhamnetine - 3- rhutinoside, isorhamnetine -3- rhamnogalacoside - Balagypitin -β- D- glucopyranoside - Balanitoside - Balanitoside III - 6- méthyl diosgenine 	[2]
Fruits et Huile	<ul style="list-style-type: none"> - Embocation - Antirhumatisme 	[32, 34]		
Epines	<ul style="list-style-type: none"> - Anti-venimeuses - Anti-lépreuses 	[32, 34]		
Tiges			<ul style="list-style-type: none"> - Bergaptène - Dihydrofurocoumarine - Furocoumarine - Balanitine I+ Yamogenine - Balanitine II+ Yamogenine - Balanitine III+ Yamogenine 	[2]

Figure 2 : *Balanites aegyptiaca (L) Del*

I.3.3. *Ceiba pentandra (L) Gaertin*

Famille : Bombacacées

Nom vernaculaire: Fromager, kapokier, bois coton

a- Caractères remarquables

Le port

C'est le plus grand arbre au Sénégal où il peut atteindre dans certaines régions (Casamance) 35 à 40m de hauteur.

Fût cylindrique, droit avec un empâtement souvent très étendu à la base et une écorce grise lisse ou très épineuse.

Les Feuilles

Les feuilles sont glabres, composées digitées, longuement pétioles avec 8 à 15 folioles sessiles, lancéolées, longuement acuminées au sommet, cunées à la base, entières ou finement denticulées à la partie supérieure.

Les fleurs

Les fleurs sont blanches verdâtres, paraissant en Janvier quand l'arbre a perdu toutes ses feuilles.

Les Fruits

Les fruits sont des gousses longues de 12 à 15cm, contenant des graines noires entourées de bourses joyeuses.

b- Habitat [10]

Le *Ceiba pentandra* est spontané au Sénégal : On le trouve en Casamance maritime, dans quelques galeries forestières humides et les Niayes des environs de Dakar. Il a été planté dans les villages et les villes comme arbre d'alignement mais, il est maintenant délaissé pour cet usage en raison de l'abondance gênante des fibres qui jonchent le sol au moment de la déhiscence des fruits.

c- Emplois [10, 32, 33, 34]

Les feuilles

Les jeunes feuilles sont utilisées comme émollient. Elles traiteraient la folie et les maladies mentales.

La pulpe est prescrite en pansement humide contre les panaris

Les massages avec la pulpe des feuilles, et les bains dans la décoction des écorces seraient un remède souverain contre les fièvres vespérales et les autres.

Elles sont utilisées comme vomitif pour dissiper l'ivresse.

Les écorces

La décoction soigne les maux de ventre, la diarrhée, la dysenterie, la blennorragie, les maux de cœur, l'asthme et l'hernie.

En boissons et en bains, elles soignent le rachitisme enfantile et l'anémie.

En bains de bouche très chaude et en gargarismes, elles soignent les maux de dents, les gingivites et les aphtes.

L'eau de macération sert à lutter contre l'état fébrile et prurigineux des fièvres éruptives, varicelle et varile.

La décoction serait spécifique dans le cas de catarrhe avec fièvre.

En infusion, les écorces sont employées contre le paludisme et sont aussi utilisées comme aphrodisiaque.

Comme diurétique, elles sont données contre les sérosités et l'hydropisie du bas ventre.

Le jus des écorces

Le jus des écorces est prescrit aux femmes stériles pour les aider à concevoir.

Les racines

En décoction les racines sont employées avec succès dans la dysenterie chronique, de diarrhée, et d'ascite.

La poudre de racines séchée est employée contre le téton et les autres affections spasmodiques.

Les fleurs

En infusions ou en décoctions, elles sont employées contre la constipation.

Les fruits et les fleurs

Ecrasées et appliquées sur la tête, en cataplasme, ils soignent les céphalées et les vertiges.

La sève

La sève de l'arbre est employée contre les conjonctivites.

d- Constituants chimiques

Fruits

Tableau XI : Composition chimique des graines de *Ceiba pentandra* [51, 52].

	g/kg MS	% MF
Eau		8,84
Cendres	94	5,40
Protéines brutes	324	47,53
Matière grasse	97	34,48
Fibres totales	289	
Matières hydrocarbonées	128	3,75
Calcium	3-8	
Phosphore	11	
Tanins	15	

Tableau XII : Composition en acides gras de l'huile de graines de *Ceiba pentandra* [11]

Acides gras	Formules	% MG
Acide myristique	14 : 0	0,25
Acide palmitique	16 : 0	24,31
Acide palmitoléique	16 : 1	0,4
Acide stéarique	18 : 0	2,65
Acide oléique	18 : 1	21,88
Acide linoléique	18 : 2	38,92
Acide linolenique	18 : 3	1
Acide arrachidique	20 : 0	1
Acide behémique	22 : 0	0,44
Acide malvalique	18 : 0	7,18
Acide sterculique	19 : 0	2,96

Ecorces [62]

Quelques travaux ont été faits sur les écorces par les chercheurs LARS BOHLIN, YLVA NOREN, PREMILA PERRELA et HESHAM ELSEEDI ; qui ont mis en évidence l'existence de deux composées, il s'agit de nouvelles isoflavones glucosides : le vavain – 3, 0, β , D glucoside "1" et son aglycone le vavain "2".

Ces deux composées ont été isolées de l'écorce de *Ceiba pentadra* ensemble avec le flavane -3- ol : (+)- catéchine.

Ces deux nouvelles structures ont été élucidées par différentes méthodes donnant :

- 5- dihydroxy - 7, 4',5'- triméthoxy isoflavone – 3, 0, β , D glucoside "1".
- 5, 3'-dihydroxy- 7, 4' 5' triméthoxy isoflavone "2".

e- Pharmacologie

L'expérimentation à deux reprises effectuées en Inde sur les poulets a montré que l'utilisation du tourteau du kapok à 20, 30 et 40% et de son huile à 2% dans la ration est hautement toxique.

Seule l'utilisation de méthionine, de lysine et vitamine peut garder les animaux en vie mais à une croissance critique [35].

Un autre essai a été effectué par NAHARI et ASHA en Inde sur les poulets. Ils ont utilisé les graines de kapok dans la ration de démarrage et finition à 0, 30, 60 et 90g/kg en substitution de tournesol. Aucune différence significative entre les traitements n'a été observée sur gain de poids, la consommation alimentaire, l'efficacité alimentaire la mortalité et rendement en carcasse.

L'utilisation de multiples enzymes en suppléments n'améliore pas la performance des animaux sur le plan croissance [51].

Chez les poulets, l'incorporation de graine de kapok en substitution du maïs et du soja à un taux allant de 7 à 21% pendant 9 semaines a conduit des animaux déficients en lysine et en méthionine. L'adjonction simultanée de ces derniers contribue à la reprise de la croissance des poulets [36].

Les extraits de racines et de rameaux présentent de particulièrement nette une action insecticide, larvicide, protectrice des vêtements et autres [54].

Le macéré d'écorces est galactogène et diurétique [10].

Tableau XIII : Constituants chimiques et usages thérapeutiques de *Ceiba pentandra*

Organes	Usages thérapeutiques	Réf	Constituants chimiques	Réf
Feuilles	<ul style="list-style-type: none"> - Emollient - Folie - Maladie mentale - Panaris - Fièvre vespérale - Ivresse 	[10, 32, 33, 34]		
Ecورces	<ul style="list-style-type: none"> - Maux de ventre - Diarrhée - Dysenterie - Blennorragie - Maux de cœur - Asthme, Hernie - rachitisme infantile - Maux de dent - Gingivite, aphtes - Etats fébrile - Fièvre éruptive - Varile, varicelle - Aphrodisiaque - Anti-paludisme 	[10, 32, 33, 34]	<ul style="list-style-type: none"> - Flavane -3- ol - 5- hidroxy 7, triméthoxy isoflavone -3, o, β, D-glucoside - 5, 3'- dihydroxy 7 triméthoxy isoflavone 	[62]
Fleurs	- Constipation	[34, 10, 33, 32]		
Fruits et Fleurs	<ul style="list-style-type: none"> - Céphalées - Vertiges 	[10, 32, 34]		
Graines			<ul style="list-style-type: none"> - Eau, cendres - Protéines brutes - Matière grasse - Fibres totales - Matières hydrocarbonées - Calcium, phosphore - Tanins, acide myristique - Acide palmitique - Acide palmitoléique - Acide stéarique - Acide oléique - Acide linoléique - Acide linolenique - Acide arachidique - Acide bêhémique - Acide malvalique - Acide sterculique 	[51, 52]
sève	Conjonctivites	[10, 32, 33, 34]		

Figure 3 : *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn

I-4- Structures, propriétés physico-chimiques, physiologiques et pharmacologiques des alcaloïdes étudiés

I-4-1- Capsaïcine

a- Structure et propriétés physico-chimiques

Nom chimique : 8- méthyl –N- vanillyl -6- nonenamide

Formule brute : C₁₈H₂₇NO₃

Poids moléculaire : 305,42g

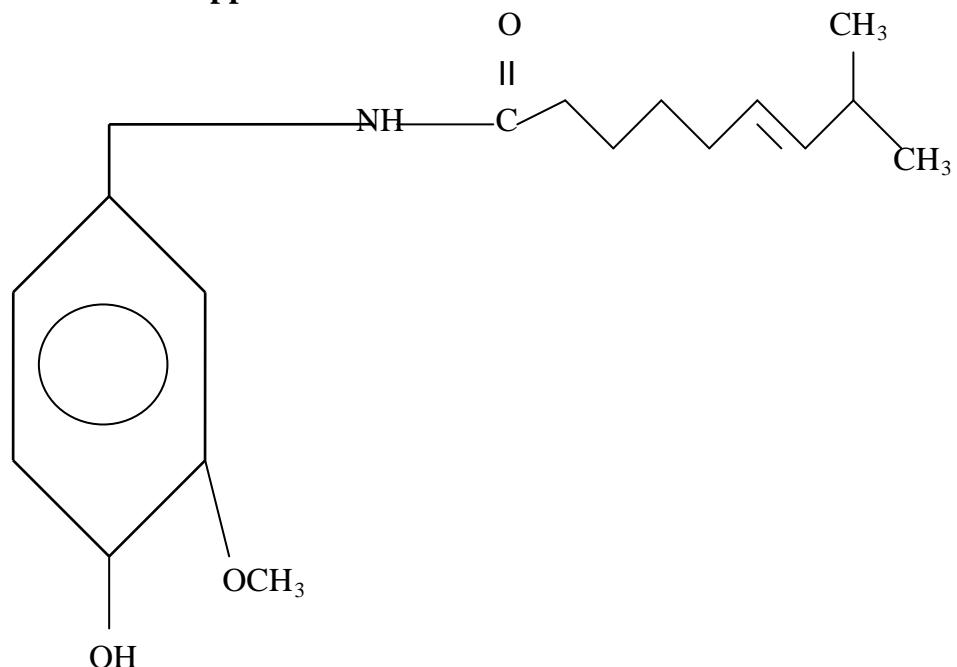
Température d'ébullition : 81°C

Température de fusion : 65°C

Densité : 1,59

Solubilité : Acétone, éther de pétrole, éthanol 80%, benzène, acétate d'éthyle, éther diéthylique

Formule développée :



8- méthyl –N- vanillyl -6- nonenamide [21, 28]

b- Propriétés physiologiques et pharmacologiques

Le piment rouge et piment noir communément appelés Chili sont des condiments souvent utilisés comme épice dans l'alimentation, ou comme médicament dans la médecine traditionnelle de nombreux pays. Le principe irritant de ces piments est la capsaïcine, un

amide de l'acide vanillyque doté de propriétés bénéfiques, aussi bien que d'effets toxiques. Cette substance est utilisée pour lutter contre les douleurs intenses dans certaines affections [37].

La capsaïcine est neurotoxique spécifique des fibres afférentes vésicales amyéliniques de type C, impliquées dans la réorganisation des réflexes mictionnels en pathologie [17].

La capsaïcine topique sous forme de préparation magistrale à 0,075% est parfois utile, en application cutanée, peut être envisagée, selon des essais aux résultats discordants [57].

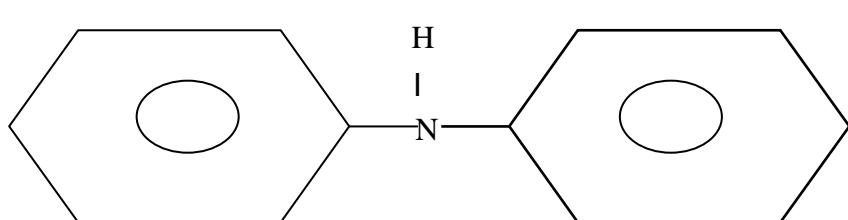
L'utilisation de la capsazépine, un antagoniste compétitif de la capsaïcine et de la résinifératoxine, un puissant analogue, a permis récemment, la découverte des récepteurs de type VR1 médiateur, spécifique de l'action de la capsaïcine. Cette accumulation de données relatives à la capsaïcine ouvre des perspectives intéressantes pour le développement de nouveaux produits analgésiques [37].

I-4-2- Diphénylamine (DPA)

a- Structure et propriétés physico-chimiques

Nom chimique	: N, N- diphenylaniline (DPA)
Formule brute	: C ₁₂ H ₁₁ N
Poids moléculaire	: 169,23g
Température de solidification	: 53-54°C
Température d'ébullition	: 302°C
Température de fusion	: 307°F (152°C)
Solubilité	: éthanol, éthyle acétate, méthanol, acetonitrile, n-hexane, n-butanol, sulfate d'anhydride de sodium, chloroforme, éthoxy acétate (EtOAc)
Longueur d'onde λ	: 285 et 340 nm

Formule développée :



N, N- diphenylamine (DPA) [5, 8, 42, 609]

b- Propriétés physiologiques et pharmacologiques

L'absorption des grandes quantités de diphenylamine dans le corps par n'importe quel itinéraire peut affecter le cœur et le sang [14].

La DPA est considérée comme une nourriture additive, son niveau de tolérance actuel est de 10µg/g du poids frais de fruit (Kupferman et Waelte, 1992). La diphenylamine est un anti-oxydant largement utilisé pour le contrôle du développement des brûlures superficielles sur les pommes pendant et suivent l'emmagasinage à environ 0°C (Ingele et D'souza, 1989) [7, 20, 60].

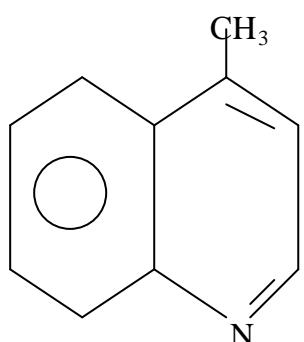
Karawya et al. (1984), ont reporté que la DPA est présente dans les oignons Egyptiens et le thé vert à la concentration élevée de 1%. Ils raisonnent que la DPA est un produit naturel et puissant responsable de l'activité putative anti-hyperglycémique de l'extrait préparé par ces plantes [37].

I-4-3- Lépidine

a- Structure et propriétés physico-chimiques

Non chimique	: 4- méthyl quinoléine ou p-méthyl quinoléine
Formule brute	: C ₁₀ H ₉ N
Poids moléculaire	: 143,19g
Température d'ébullition	: 260-263°C
Densité	: 1,083
Solubilité	: éthanol, méthanol, acetonitrile, éther de pétrole (40-60%)

Formule développée :



4- méthyl quinoléine [21, 59]

b- Propriétés physiologiques et pharmacologiques

La Lépidine présente un effet hypoglycémiant bénéfique qui serait en rapport avec l'accroissement de la synthèse du glycogène au niveau du foie [29].

I-5- Les méthodes chromatographiques

Tableau XIV : Tableau récapitulatif des différentes méthodes d'analyses des alcaloïdes

Standards	Méthodes d'analyses	Auteurs	Réf
Diphénylamine	- GC/MS - HPLC - Technique bidimensionnelle - RMN	- Karawya et al. (1984) - Allen et Hall (1980) - Garrido et al. (1998) - Nakazato et al. (1995)	[8, 42, 60]
Lépidine	- CCM - HPLC - RMN- H - Technique bidimensionnelle	- Ulrich et al. (1998)	[59]
Capsaicine	- CCM - HPLC - Méthode spectrophotométrie simple	- Kobata et Coll (1998) - Iwai et al. (1979) - Aczel (1989) - Perucka (1996)	[28]

La séparation d'un mélange en ses différents constituants est le but de toutes chromatographies. Trois méthodes chromatographiques peuvent être utilisées pour l'analyse des alcaloïdes :

- la Chromatographie Liquide à Haute Performance (CLHP) ;
- la Chromatographie en Phase Gazeuse (CPG) ;
- la Chromatographie sur Couche Mince (CCM) ;

a- Chromatographie sur couche mince (CCM)

L'originalité de la CCM tient au fait qu'elle se prête à la séparation des substances aussi différentes que les ions minéraux, les complexes organominéraux et les complexes organiques. C'est une méthode simple, peu coûteuse, sensible et permet une identification rapide. Elle peut selon le procédé utilisé, s'appliquer à des quantités de quelques µg au gramme.

L'identification en chromatographie sur couche mince nécessite le recours à des standards et à l'utilisation de plusieurs éluants.

Les principaux problèmes posés par cette technique consistent à faire un choix adéquat du support du solvant de séparation et du révélateur.

L'identification des substances se fait par comparaison du Rf (reponse factor) des substances à identifier avec ceux des substances étalons.

$$Rf = \frac{\text{Distance parcourue par la substance}}{\text{Distance parcourue par le front du solvant}}$$

Si deux substances ont le même Rf dans les mêmes conditions analytiques, on peut conclure quelles sont identiques.

b- Chromatographie liquide à haute performance (CLHP)

La chromatographie liquide à haute performance (CLHP) est une méthode d'analyse chimique consistant à séparer les constituants d'un mélange ; en particulier les pigments photosynthétiques. Technique récente, elle est l'une des meilleures méthodes de partage en raison de son pouvoir élevé de séparation, de sa spécificité et de sa très grande sensibilité. Ce procédé couvre un vaste champ d'applications analytiques et permet notamment l'analyse de très faibles quantités de molécules non volatiles thermosensibles ou de polarité élevée.

La particularité est de faire intervenir des mécanismes d'échanges soluté/phase mobile/phase stationnaire basés sur les coefficients d'absorption ou de partage.

Son succès est dû à la possibilité d'agir de manière précise sur la sélectivité entre les composées par le choix de colonne et de la composition d'éluant, en exploitant les interactions soluté/phase mobile/phase stationnaire [8, 56].

Tableau XV : Tableau récapitulatif de deux méthodes chromatographique (HPLC-CCM)

Standards	Chromatographie liquide à haute performance (HPLC)	Chromatographie sur couche mince (CCM)	Révélateurs	Réf
	Eluants	Eluants		
Diphénylamine	<ul style="list-style-type: none"> - Acétonitrile : méthanol : Eau (47 : 13 : 40 v/v/v) - Méthanol : Eau (70 : 30 v/v) 			[8]
Lépidine		<ul style="list-style-type: none"> - chloroforme : méthanol : NH₃ (90 : 9 : 1 v/v/v) 	Réactif de Draggendorff	[59]
Capsaïcine	Acétonitrile : Eau	<ul style="list-style-type: none"> - Ether de pétrole : Acétate d'éthyle : méthanol (75 : 20 : 5 v/v/v) 		[28]

CHAPITRE II : ETUDE EXPERIMENTALE

II- MATERIELS ET METHODES

II-1- Matériel Végétal

Le matériel végétal est énuméré dans le tableau XVI dont les noms scientifiques sont tirés des ouvrages de KERHARO, 1974, SOFWORA, 1982 et ACCT-COMORES, 1982 [1,32].

Tableau XVI : Différentes espèces végétales analysées

Noms communs	Noms scientifiques	Familles
- Bee - Marula	<i>Sclerocarya birrea (A.Rich)</i> <i>Hochst</i>	Anacardiacées
- Fromager - Kapokier	<i>Ceiba pentandra (L.) Gaertn</i>	Bombacacées
- Myrobalan d'Egypte - Dattier sauvage	<i>Balanites aegyptiaca (L.) Del</i>	Zygophyllacées

II-2- Standards des alcaloïdes

Les standards utilisés sont de pureté garantie et sont tous reconnus pour leurs propriétés antidiabétiques.

Tableau XVII : Standards des alcaloïdes

Standards	Fournisseurs	Longueurs d'ondes d'absorption (nm)	Pureté	Rôles
Capsaïcine	SIGMA Lot :108H5852	285	97	Excitatrice, sensibilisatrice, antidiabétique, neurotoxique spécifique, analgésique
Diphénylamine	RP Prolabo	285	99,44	Antioxydant, activité putative antihyperglycémique
Lépidine		204	94,88	Effet hypoglycémiant

II-3- Echantillonnage

Les différentes parties de chaque espèce végétale étudiées ont fait l'objet d'extraction et d'analyse.

Tableau XVIII : Tableau récapitulatif des différents organes

Genre et espèce	Organes
<i>Sclerocarya birrea (A.Rich) Hochst</i>	Ecorces Racines Feuilles
<i>Ceiba pentandra (L.) Gaertn</i>	Feuilles Racines Ecorces Fruits Fleurs
<i>Balanites aegyptiaca (L.) Del</i>	Feuilles Racines Ecorces Fruits Fleurs

II-4- Procédure d'extraction et purification d'alcaloïdes

II-4-1- Extraction d'alcaloïdes

Beaucoup de procédures d'extraction d'alcaloïdes à partir de solvants organiques existent actuellement.

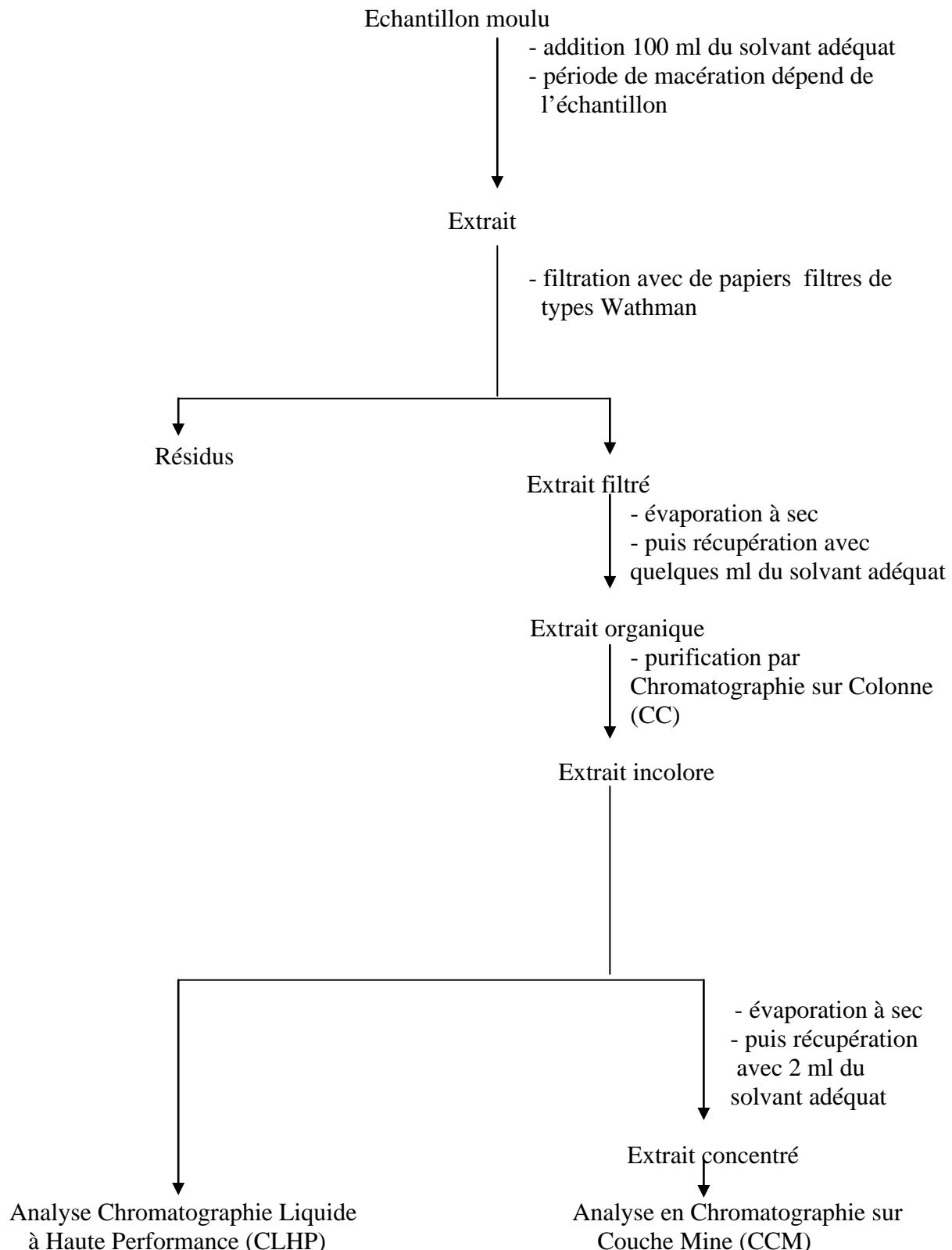
a- Matériels et produits chimiques

- Moulin électrique marque WARING
- Mixeur (moulin à café SEB)
- Mortier et pilon en porcelaine (AVIGNON)
- Entonnoir en pyrex
- Eprouvette graduée de 25 ml en pyrex
- Papier aluminium
- Erlenmeyer de 100 ml en verre
- Rotavapor KOWELL N6
- Fioles de 5 ml ,10 ml et 20 ml
- Micropipettes

- Tubes à essai
- Bécher de 100 ml en pyrex
- Ampoule à cône rond, plat 100 ml ,250 ml
- Balances électroniques de pression Sarturus
 - Sartorius MC1 laboratory LC 620 P
 - Sartorius BP 61 Max 61g
- Poire prolabo, France
- Ampoule à décanter prolabo
- Pissette,1 ml Corex n° 7086-A
- Dichlorométhane pour HPLC (prolabo France)
- Méthanol HPLC (prolabo, France)
- Ethanol absolu chromanor

b- Procédure d'extraction

Schéma général d'extraction



a-1- Extraction des alcaloïdes de *Sclerocarya birrea*

Différents poids des organes moulus ont été macérés avec 100 ml de dichlorométhane pendant 1 heure .Après les extraits ont été filtrés, puis évaporés à sec à 70°C, ensuite récupérés par 2 ml d'éthanol à 90%, suivi d'une purification par chromatographie sur colonne .L'analyse des alcaloïdes a été réalisé selon le schéma général d'étude.

b-1- Extraction des alcaloïdes de *Balanites aegyptiaca*

Différents poids des organes moulus ont été macérés avec 100 ml de dichlorométhane pendant 1 heure .Après les extraits ont été filtrés, puis évaporés à sec à 70°C, ensuite récupérés par 2 ml d'éthanol à 90%, suivi d'une purification par chromatographie sur colonne .L'analyse des alcaloïdes a été réalisé selon le schéma général d'étude.

c-1- Extraction des alcaloïdes de *Ceiba pentandra*

Différents poids des organes moulus ont été macérés avec 100 ml de dichlorométhane pendant 1 heure .Après les extraits ont été filtrés, puis évaporés à sec à 70°C, ensuite récupérés par 2 ml d'éthanol à 90%, suivi d'une purification par chromatographie sur colonne .L'analyse des alcaloïdes a été réalisé selon le schéma général d'étude.

II-4-2- Purification des extraits

Après extraction, nous avons procédé à la purification par chromatographie sur colonne, réalisée par les auteurs, Friedman et Levin (1992)[59].

a- Matériels et produits chimiques

- Papier aluminium
- Support en fer
- Ampoule à décanter de 100 ml (DURANT)
- colonne à 250 ml et 25 ml (Brabd-W Germany Silber Brand Ex 20°C)
- Etuve memmert (made in Wester Germany)
- Fioles de 5 ml ,10 ml et 20 ml
- Ethanol absolut chromasol v (Fluka Riedel de Haen)
- Dichlorométhane pour HPLC (prolabo, France)

- Méthanol HPLC (prolabo, France)
- Eau distillée grade HPLC (prolabo, France)
- ICN silica 63-200,60A charge Nr=141 Germany
- Na_2SO_4 (sulfate de sodium)

b- Procédure de purification

- Chromatographie sur colonne

Cette chromatographie sur colonne est un phénomène continu, mais se présente comme une succession de phénomènes discontinus, la solution à chromatographier sur colonne est supposée ne contenir qu'un seul soluté dissout dans un solvant de même nature que la phase mobile.

Remplir la colonne chromatographique d'une phase stationnaire composée de 7g de silica et 2g de Na_2SO_4 choisie en raison de la grande affinité pour les substances à séparer de tous nos échantillons, très finement divisés et imprégnés de la phase mobile. Nous avons d'abord conditionné la colonne en faisant circuler un courant d'éluant avant de mettre la solution à analyser .Dans la conduite de cette chromatographie, trois moments sont envisagés :

- Le dépôt de la solution à chromatographie sur colonne ;
- Le développement du chromatogramme ;
- l'élution.

La solution de chaque échantillon est déposée au sommet de la colonne.

Toute addition provoque par gravité un déplacement de chacun des volumes de la phase mobile le long de la colonne, ainsi de suite jusqu'à l'extrémité de la colonne où un volume de phase mobile est recueilli qui sera analysé par chromatographie sur couche mince et après évaporation à sec à 70°C [59].

II-5-Méthodes d'analyses des extraits

Différentes méthodes d'analyses des extraits des alcaloïdes ont été utilisées (voir tableau XIII).Cependant, nous avons choisi la chromatographie en phase liquide et chromatographie sur couche mince pour leur sensibilité, leur précision et leur simplicité.

II-5-1-Analyse des extraits par Chromatographie Liquide à Haute Performance (CLHP)

a- Appareillage et conditions analytiques

Le chromatographe utilisé est de type Jasco modèle 880-PU équipé des éléments suivants :

- Mélangeur automatique de type Jasco modèle 880-02 ;
- DéTECTEUR UV/visible de type Jasco modèle 875-UV ;
- Système de contrôle associé à un clavier de type Jasco modèle 801-SC ;
- Intégrateur spectra physies modèle 4270 ;
- Boucle d'injection de 20 μ l ;
- Réservoir de phase mobile ;
- Pompe Jasco 880PU ;
- Colonne SW5 Waters 15cm x 0,4cm I D;

Les conditions qui ont permis l'analyse des standards de Capsaïcine, Diphénylamine et Lépidine sont les suivantes :

◊ Standard Capsaïcine :

- Débit : 1ml/minute
- Pression : 158kg/cm²
- Pression max : 500kg/cm²
- Pression min : 0kg/cm²
- Longueur d'onde d'absorption : 285nm
- Range (sensibilité) : 0,16
- CS (vitesse de déroulement du papier) : 0,5mm/minute
- Atténuation : 2
- Seringue de 25 μ l (unimetric corporation)
- Système éluant en gradient : Acétonitrile-eau dans les proportions (80 :20v/v)

◊ Standard Diphénylamine :

- Débit	: 1ml/minute
- Pression	: 158kg/cm ²
- Pression max	: 500kg/cm ²
- Pression min	: 0kg/cm ²
- Longueur d'onde d'absorption	: 285nm
- Range (sensibilité)	: 0,16
- CS (vitesse de déroulement du papier)	: 0,5mm/minute
- Atténuation	: 2
- Seringue de 25 µl (unimetric corporation)	
- Système éluant en gradient	: Acétonitrile-eau dans les proportions (80 :20v/v)

◊ Standard Lépidine

- Débit	: 1ml/minute
- Pression	: 158kg/cm ²
- Pression max	: 500kg/cm ²
- Pression min	: 0kg/cm ²
- Longueur d'onde d'absorption	: 204nm
- Range (sensibilité)	: 0,16
- CS (vitesse de déroulement du papier)	: 0,5mm/minute
- Atténuation	: 2
- Seringue de 25 µl (unimetric corporation)	
- Système éluant en gradient	: Acétonitrile-eau dans les proportions (80 :20v/v)

b- Procédure expérimentale

- Etablissement des droites de calibration

Les droites de calibration des standards des alcaloïdes sont obtenues par les méthodes suivantes préconisées par : Nakazoto et al(1995), Friedman et Levin (1992), Shimadzu – Kyoto, Japan, Iwai et al.(1979), Aczel (1989) et Ulrich et al.(1998)[28,41,42,56,59].

Nous avons préparé des grammes de concentrations croissantes pour chaque standard d'alcaloïdes.

Tableau XI X : Concentrations des solutions standards

Standards	Solvants	Concentrations des solutions standards
Capsaïcine	Ethanol	100 ppm ; 50ppm ; 25ppm ; 10ppm ; 5ppm ; 2,5ppm
Diphénylamine	Ethanol	100 ppm ; 50ppm ; 25ppm ; 10ppm ; 5ppm ; 2,5ppm
Lépidine	Acétonitrile	100 ppm ; 50ppm ; 25ppm ; 10ppm ; 5ppm ; 2,5ppm

Les différentes solutions de chaque standard de solution sont injectées successivement dans la boucle d'injection. Leur détection se traduit par l'application d'un pic (caractéristique à chaque solution) dont le temps de rétention et la surface sont ensuite enregistrés.

La droite de calibration des standards est obtenue en traçant $S=f(C)$ où S représente la surface de pic et C la concentration des solutions standards.

c- Analyse des extraits

Tous les extraits des échantillons sont analysés en CLHP dans les mêmes conditions analytiques que le standard .L'identification de ces alcaloïdes se fait par la comparaison des temps de rétention des standards et des extraits d'échantillons.

II-5-2-Analyses des extraits par Chromatographie sur Couche Mince (CCM)

La chromatographie sur couche mince nous permet de confirmer les résultats obtenus par CLHP.

a- Matériels et solvants

- Cuve chromatographique en verre munie d'un couvercle étanche et de dimension adaptée aux plaques (chromatank)
- Séchoir électrique puissance 400 Watt type 162, code 209^220 volt
- Lampe UV puissance 8 watts -365 et 4 watt-254nm 230volt, 50 hertz modèle VL-4LC
- Graisse silicone Rhobosil R70428

- Plaques analytiques de silice, support aluminium de dimension 20x20cm type K6 référence Whatman
- Micro seringue de 10 μ l (Hamilton)
- Chloroforme RP Normapur TM RA pour analyse (prolabo)
- Benzène pour analyse ou (PANREAC) 99%
- Ether de pétrole 50-70°C pour analyse (PANREAC)
- Méthanol pour analyse (prolabo)
- Acétate d'éthyle pour CLHP (prolabo)

b- Procédure expérimentale

Nous nous sommes référés à des procédés d'analyse des substances par la chromatographie sur couche mince utilisés et décrits suivant l'alcaloïde, légèrement modifié.

L'éluant est déposé pendant 15m au fond de la cuve de migration, en vue de saturer l'atmosphère dans la cuve. Une goutte (1 μ l) de chaque standard d'alcaloïde et chaque extrait à analyser est déposée à l'aide de la microseringue sur la ligne de base située à 2 cm au bord inférieur de la plaque de dimension 20x20cm.

La plaque est introduite dans la cuve chromatographique contenant l'éluant adéquat. Après migration, la plaque est retirée de la cuve ensuite séchée puis révélée soit à la lampe UV soit à la vapeur d'iode ou soit au réactif Draggendorf.

Nous avons utilisé la CCM pour confirmer les résultats obtenus par la chromatographie en phase liquide.

CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSIONS

III- RESULTATS ET DISCUSSIONS

Les figures 4,5 et 6 représentent respectivement les droites de calibration de la Capsaïcine, de la Diphénylamine et de la Lépidine alors que les figures 7,8,9 représentent les chromatogrammes des standards et des extraits des échantillons .L'identification des alcaloïdes est basée sur la comparaison des temps de rétention des standards et des extraits.

Les temps de rétention des standards sont respectivement de **1,57** pour la Capsaïcine, **1,31** pour la Diphénylamine et **1,26** pour la Lépidine.

Les tableaux XX à XXII représentent la teneur en alcaloïdes trouvés dans les différentes parties des plantes étudiées .Ces concentrations ont été déterminées à partir des droites de calibration des standards. Ensuite nous avons associé la CCM pour confirmer les résultats obtenus par CLHP.

III-1-Chromatographie Liquide à Haute Performance (CLHP)

Les droites de calibration montre des coefficients de corrélation R (0.99499) voisin de l'unité, ce qui nous permet de montrer la fiabilité et la précision de la méthode.

Figure 5 : Droite de calibration de la **Diphénylamine** dans l'éthanol (285 nm)

Figure 6 : Droite de calibration de la **Lépidine** dans l'acétonitrile 90% T (204 nm)

Figure 7 : Chromatogrammes (CLHP) de la **Capsaïcine** et de 3extraits analysés

A- Chromatogramme (CLHP) de Capsaïcine(standard)

B- Chromatogramme (CLHP) d'extrait de racines de *Balanites aegyptiaca*

C- Chromatogramme (CLHP) d'extrait de racines de *Sclerocarya birrea*

D- Chromatogramme (CLHP) d'extrait de racines de *Ceiba pentandra*

Figure 8 : Chromatogrammes (CLHP) de la **Diphénylamine** et de 3 extraits analysés

A- Chromatogramme (CLHP) de Diphénylamine (standard)

B- Chromatogramme (CLHP) d'extrait d'écorces de *Sclerocarya birrea*

C- Chromatogramme (CLHP) d'extrait de fleurs de *Balanites aegyptiaca*

D- Chromatogramme (CLHP) d'extrait d'écorces de *Ceiba pentandra*

Figure 9 : Chromatogrammes (CLHP) de la **Lépidine** et de 3 extraits analysés

- A- Chromatogrammes (CLHP) de la Lépidine (Standard)
- B- Chromatogrammes (CLHP) d'extrait d'écorces de *Balanites aegyptiaca*
- C- Chromatogrammes (CLHP) d'extrait de fruits de *Balanites aegyptiaca*
- D- Chromatogrammes (CLHP) d'extrait d'écorces de *Ceiba pentandra*

Tableau XX : Estimation de la concentration en **Lépidine** des différentes parties des plantes étudiées

Plantes étudiées	Parties étudiées	Concentration en ppm de Lépidine (mg/kg)
<i>Ceiba pentandra</i>	Racines	255,12
	Fruits	9,66
	Fleurs	ND
	Ecorces	39,24
	Feuilles	ND
<i>Sclerocarya birrea</i>	Ecorces	15,80
	Racines	ND
	Feuilles	ND
<i>Balanites aegyptiaca</i>	Ecorces	36,96
	Racines	18,76
	Fleurs	17,28
	Feuilles	ND
	Fruits	ND

Tableau XXI : Estimation de la concentration en **Capsaïcine** des différentes parties des plantes étudiées

Plantes étudiées	Parties étudiées	Concentration en ppm de Capsaïcine (mg/kg)
<i>Ceiba pentandra</i>	Racines	15,39
	Fruits	8,435
	Fleurs	14,30
	Ecorces	2,79
	Feuilles	114,75
<i>Sclerocarya birrea</i>	Ecorces	977,74
	Racines	65,55
	Feuilles	21,43
<i>Balanites aegyptiaca</i>	Ecorces	28,06
	Racines	24,06
	Fleurs	119,41
	Feuilles	20,74
	Fruits	1,38

ND : Non DéTECTé

Tableau XVII : Estimation de la concentration en **Diphénylamine** des différentes parties des plantes étudiées

Plantes étudiées	Parties étudiées	Concentration en ppm de Diphénylamine (mg/kg)
<i>Ceiba pentandra</i>	Racines	0,54
	Fruits	14,37
	Fleurs	10,03
	Ecorces	1,53
	Feuilles	102,64
<i>Sclerocarya birrea</i>	Ecorces	10,29
	Racines	37,83
	Feuilles	2,5
<i>Balanites aegyptiaca</i>	Ecorces	10,48
	Racines	0,97
	Fleurs	13,45
	Feuilles	23,82
	Fruits	8,60

Tableau XXIII : Composition en alcaloïdes des différentes parties des plantes

Plantes	Organes	Alcaloïdes
<i>Ceiba pentandra</i>	Racines	Diphénylamine Capsaïcine Lépidine*
	Fruits	Capsaïcine Diphénylamine Lépidine
	Fleurs	Capsaïcine Diphénylamine
	Ecorces	Lépidine Diphénylamine Capsaïcine
	Feuilles	Diphénylamine* Capsaïcine*
<i>Sclerocarya birrea</i>	Ecorces	Lépidine Capsaïcine* Diphénylamine
	Racines	Capsaïcine Diphénylamine
	Feuilles	Capsaïcine Diphénylamine
<i>Balanites aegyptiaca</i>	Ecorces	Lépidine Diphénylamine Capsaïcine
	Racines	Diphénylamine Capsaïcine
	Fleurs	Capsaïcine* Diphénylamine
	Feuilles	Lépidine Capsaïcine Diphénylamine
	Fruits	Capsaïcine Lépidine Diphénylamine

*Indique une concentration élevée de l'alcaloïde dans l'extrait (supérieure à 100mg/kg)

◊ Capsaïcine

Nous avons détecté la présence de la Capsaïcine dans les 13 échantillons analysés avec des concentrations allant de 1,38 à 977,74 mg /kg. Cependant, nous observons des concentrations très élevées dépassant 100mg/kg au niveau des écorces de *Sclerocarya birrea*, des fleurs de *Balanites aegyptiaca* et des feuilles de *Ceiba pentandra* (voir tableau XXI).

◊ Diphénylamine

Nous avons détecté la présence de la Diphénylamine dans les 13 échantillons analysés avec des concentrations allant de 0,54 à 102,64 mg /kg. Cependant, nous observons une concentration très élevée dépassant 100mg/kg au niveau des feuilles de *Ceiba pentandra* (voir tableau XXII).

◊ Lépidine

Pour les 13 échantillons analysés, nous avons détecté la présence de la Lépidine dans 7 échantillons avec des concentrations allant de 9,66 à 255,12mg/kg et 6 échantillons dont la Lépidine est non détectée. Cependant, nous observons une concentration très élevée dépassant 100mg/kg au niveau des racines de *Ceiba pentandra* (voir tableau XX).

Pour les cinq (5) échantillons de *Ceiba pentandra* analysés, nous constatons que les **feuilles** contiennent de la Capsaïcine, et de la Diphénylamine à des concentrations dépassant 100mg/kg. Les concentrations particulièrement importantes de la Capsaïcine et de la Diphénylamine peuvent expliquer l'activité antihyperglycémante.

Les **fleurs** et les **fruits** contiennent de la Lépidine et de la Capsaïcine à des concentrations inférieures à 20mg/kg. Ce qui pourra expliquer des propriétés hypoglycémiantes se produisant à la suite d'une hyperglycémie.

Les **écorces** contiennent de la Capsaïcine, de la Didiphénylamine et de la Lépidine à des concentrations inférieures à 3 mg/kg, sauf celle de la Lépidine environ 40mg/kg. Leurs présences seraient des preuves de l'activité antidiabétique.

Les **racines** contiennent de la Diphénylamine, de la Capsaïcine et de la Lépidine à des concentrations inférieures à 20mg/kg sauf celle de la Lépidine dépassant 100mg/kg. Leurs présences peuvent expliquer l'effet hypoglycémiant.

Pour les trois (3) échantillons de *Sclerocarya birrea*, nous constatons que les **racines** et les **feuilles** contiennent de la diphénylamine et de la Capsaïcine à des concentrations inférieures à 70mg/kg. Leurs présences expliqueraient l'effet antidiabétique.

Les **écorces** contiennent de la Capsaïcine, de la Lépidine et de la diphénylamine à des concentrations inférieurs à 20mg/kg. Une concentration importante dépassant 100mg/kg pour la Capsaïcine. Ce qui pourrait expliquer l'activité hypoglycémante.

Pour les cinq (5) échantillons de *Balanites aegyptiaca* analysés, nous constatons que les **fruits** contiennent de la Diphénylamine, de la Capsaïcine et de Lépidine à des concentrations inférieures à 10mg/kg, sauf la concentration de la Lépidine environ 40mg/kg. Leurs présences seraient des supports moléculaires à l'activité antidiabétique. Les **feuilles** et les **écorces** contiennent de la Lépidine, de la Diphénylamine et de la Capsaïcine à des concentrations inférieures à 30mg/kg. Ce qui pourrait expliquer les propriétés hypoglycémiantes à la suite d'une hyperglycémie.

Les **fleurs** et les **racines** contiennent de la Diphénylamine et de la Capsaïcine à des concentrations inférieures à 30 mg /kg. Une concentration importante de Capsaïcine dépassant 100mg/kg peut expliquer une activité antidiabétique.

III-2- Chromatographie sur Couche Mince (CCM)

Pour confirmer les résultats de la HPLC, nous avons associé la CCM. Cette technique permet une analyse qualitative rapide des alcaloïdes contenus dans les extraits.

Les chromatogrammes sur couche mince des étalons et des extraits sont représentés par les figures 10 à 12. Les Rf des étalons des alcaloïdes et des extraits sont représentés dans le tableau XXIV.

Figures 10 : Chromatogrammes CCM de l'étalon de **Capsaïcine** et des extraits

Eluant : Benzène : Acéate d'éthyle : Méthanol (75 :20 :5 v/v/v)

CAP : Etalon de Capsaïcine

E1 : Extrait de racines de *Sclerocarya birrea*

E2 : Extrait de fruits de *Balanites aegyptiaca*

E3 : Extrait de feuilles de *Ceiba pentandra*

E4 : Extrait de fleurs de *Balanites aegyptiaca*

E5 : Extrait de fruits de *Ceiba pentandra*

E6 : Extrait de feuilles de *Balanites aegyptiaca*

E7 : Extrait d'écorces de *Ceiba pentandra*

E8 : Extrait de feuilles de *Sclerocarya birrea*

Figure 11 : Chromatogramme CCM de l'étalon de **Diphénylamine** et des extraits

Eluant : méthanol : chloroforme (70 :30 v/v)

DPA : Etalon de Diphénylamine (standard)

E1 : Extrait de racines de *Sclerocarya birrea*

E2 : Extrait de fruits de *Balanites aegyptiaca*

E3 : Extrait de feuilles de *Ceiba pentandra*

E4 : Extrait de fleurs de *Balanites aegyptiaca*

E5 : Extrait de fruits de *Ceiba pentandra*

E6 : Extrait de feuilles de *Balanites aegyptiaca*

E7 : Extrait d'écorces de *Ceiba pentandra*

E8 : Extrait de feuilles de *Sclerocarya birrea*

Figure 12 : Chromatogrammes CCM de l'étalon de **Lépidine** et des extraits

Eluant : Ether de pétrole : acétate d'éthyle : méthanol (75 :20 :5 v/v/v)

LEP : Etalon de Lépidine

E1 : Extrait de racines de *Sclerocarya birrea*

E2 : Extrait de fruits de *Balanites aegyptiaca*

E3 : Extrait de feuilles de *Ceiba pentandra*

E4 : Extrait de fleurs de *Balanites aegyptiaca*

E5 : Extrait de fruits de *Ceiba pentandra*

E6 : Extrait de feuilles de *Balanites aegyptiaca*

E7 : Extrait d'écorces de *Ceiba pentandra*

E8 : Extrait de feuilles de *Sclerocarya birrea*

Tableau XXIV : Tableau récapitulatif des Rf des étalons et des extraits

Solvants d'élution	Extraits	Rf (s) des extraits	Rf(s) des étalons
Méthanol : chloroforme (70 :30 v/v)	<ul style="list-style-type: none"> - Racines de <i>Sclerocarya birrea</i> 0,90 - Fruits de <i>Balanites aegyptiaca</i> 0,90 - Feuilles de <i>Ceiba pentandra</i> 0,91 - Feuilles de <i>Balanites aegyptiaca</i> 0,92 - Ecorces de <i>Ceiba pentandra</i> 0,92 - Ecorces de <i>Balanites aegyptiaca</i> 0,92 - Ecorces de <i>Sclerocarya birrea</i> 0,91 - Racines de <i>Balanites aegyptiaca</i> 0,90 - Racines de <i>Ceiba pentandra</i> 0,92 - Fruits de <i>Ceiba pentandra</i> 0,90 - Fleurs de <i>Balanites aegyptiaca</i> 0,91 - Feuilles de <i>Sclerocarya birrea</i> 0,90 - Fleurs de <i>Ceiba pentandra</i> 0,90 		Diphénylamine (0,90)
Benzène : Acétate d'éthyle : Méthanol (75 :20 :5 v/v/v)	<ul style="list-style-type: none"> - Racines de <i>Sclerocarya birrea</i> 0,92 - Fruits de <i>Balanites aegyptiaca</i> 0,93 - Feuilles de <i>Ceiba pentandra</i> 0,90 - Feuilles de <i>Balanites aegyptiaca</i> 0,90 - Ecorces de <i>Ceiba pentandra</i> 0,93 - Ecorces de <i>Balanites aegyptiaca</i> 0,91 - Ecorces de <i>Sclerocarya birrea</i> 0,94 - Racines de <i>Balanites aegyptiaca</i> 0,95 - Racines de <i>Ceiba pentandra</i> 0,95 - Fruits de <i>Ceiba pentandra</i> 0,93 - Fleurs de <i>Balanites aegyptiaca</i> 0,94 - Feuilles de <i>Sclerocarya birrea</i> 0,92 - Fleurs de <i>Ceiba pentandra</i> 0,90 		Capsaïcine (0,93)
Ether de pétrole : Acétate d'éthyle : Méthanol (75 :20 :5 v/v/v)	<ul style="list-style-type: none"> - Racines de <i>Ceiba pentandra</i> 0,96 - Fruits de <i>Ceiba pentandra</i> 0,95 - Ecorces de <i>Ceiba pentandra</i> 0,93 - Ecorces de <i>Sclerocarya birrea</i> 0,96 - Fruits de <i>Balanites aegyptiaca</i> 0,92 - Feuilles de <i>Balanites aegyptiaca</i> 0,93 - Ecorces de <i>Balanites aegyptiaca</i> 0,96 		Lépidine (0,94)

NB : les valeurs sont calculées avec des erreurs relatives de :

±0,01 à ± 0,02 pour la Diphénylamine, la Lépidine et la Capsaïcine

A- DIPHENYLAMINE

Les extraits ayant des Rfs plus ou moins égaux à celui de la Diphénylamine contiendraient de la Diphénylamine (voir tableau XXIV). Ce qui a été déjà quantifié par HPLC.

L'analyse des extraits par CCM nous a non seulement permis de confirmer la présence de la Diphénylamine dans ces extraits, mais également de montrer que ces extraits contiendraient en plus d'autres substances ce qui vient confirmer les résultats obtenus par HPLC.

B- CAPSAICINE

Les extraits montrant des Rfs plus ou moins identiques à celui de la Capsaïcine confirment la présence de cet alcaloïde dans nos échantillons (voir tableau XXIV). Ce qui a été déjà démontré par HPLC.

L'analyse des extraits par CCM nous a permis de confirmer la présence de la Capsaïcine dans ces extraits, mais également de montrer que ces extraits contiendraient en plus d'autres substances ce qui vient confirmer les résultats obtenus par HPLC .

C- LEPIDINE

Les extraits donnant des Rfs plus ou moins égaux à celui de la Lépidine contiendraient cette substance (voir tableau XXIV). Ce qui a été déjà quantifié par HPLC.

L'analyse des extraits par CCM nous a permis de confirmer la présence de la Capsaïcine dans ces extraits, mais également de montrer que ces extraits contiendraient en plus d'autres substances déjà confirmé par HPLC .

CONCLUSION

Aujourd’hui, les traitements à base de plantes reviennent au premier plan à cause non seulement du coût élevé des médicaments, mais aussi de l’efficacité des plantes.

Les plantes médicinales sont importantes pour la recherche pharmacologique et l’élaboration des médicaments comme agents thérapeutiques.

Malgré, la croissance et le développement incessant de nouveaux produits médicaux de synthèse et biologiques plus efficace, beaucoup de sociétés font toujours recours aux plantes médicinales.

C'est dans cette optique que nous avons étudiés ces trois plantes médicinales de familles différentes (Anacardiacées, Zygophyllacées et Bombacacées) dont certains organes sont préconisés par les tradipraticiens dans le traitement du diabète, ayant des rôles différents.

Ainsi, la feuille joue un rôle de carrefour de toutes les synthèses chimiques, la racine comme pomme, la fleur transmet le message héréditaire et regorge souvent les principes actifs, le fruit est une réserve de vitamines, d’acides organiques et de sucres. Les graines réservoir autonome renfermant les nutriments nécessaires à la future plante, l’écorce est un couloir de transit entre la racine et la feuille, mais contient des principes actifs. Les alcaloïdes recherchés (Capsaïcine, Diphénylamine et Lépidine) possèdent tous des propriétés antidiabétiques reconnues .

Au cours de nos expériences ,nous avons effectué des analyses quantitatives par la Chromatographie liquide à haute performance(CLHP) et des analyses qualitatives par Chromatographie sur couche mince (CCM) des alcaloïdes dans les différents échantillons L’analyse par Chromatographie liquide à haute performance, nous a permis de déterminer les concentrations en partie par million (ppm) de principes actifs des échantillons en mg /kg des Capsaïcine, des Lépidine et de Diphénylamine.

Dans l’ensemble, les concentrations de Capsaïcine de Lépidine et de Diphénylamine détectées sont supérieures à 100mg/kg.

L’analyse par Chromatographie sur couche mince nous a permis de confirmer les résultats obtenus par Chromatographie liquide à haute performance.

Mais, ces résultats ouvrent une voie qui permettrait de prendre en compte la présence de ces principes actifs, agents thérapeutiques dans le traitement du diabète.

Ce travail mérite d’être approfondi dans le but :

- De rechercher d'autres principes actifs antidiabétiques ;
- D'évaluer l'innocuité et l'efficacité ;
- De mener des études physiologiques et pharmacologiques ;
- D'appliquer une étude chimique aux différentes prescriptions de la médecine traditionnelle ;
- De proposer une poudre à base d'organes riches en alcaloïdes recherchés.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1- ABAYOMI SOFOWORA (1996)

Plantes médicinales et médecine traditionnelle d'Afrique

Pp :(17-134)

2- ABDOULAYE HASSANE (2005)

Etude de l'impact des conditions de développement du *Balanites aegyptiaca* Del .sur la production d'alcaloïdes

Mémoire de DEA, Université de Bamako. Mali

3- BESANCON STEPHANE et GREVOST JOEL (2003)

Action/société

Le diabète menace l'Afrique .appui au développement, santé, diabète, Mali

4- AGNES BODECHON (2003)

Actualité « le magazine »diabète

5- BARRY J .P et CELLES L.C (1991)

Flore de Mauritanie.Tome 1(p:22-23 ; 153-156),359 p

Ed.CRDP, Nice et I.S.S, Nouakchott

6- ARCHI BALD (1933)

Trans R.Soc.Trop.Med.Hyg., 27, 207

7- AVIRAH, JOSEPHE.R (1994)

Studies on natural rubber Bound Diphenylamine

Polym.Degradé.Stab. vol.46; n°2 Pp: 251-257

8- BAHRUDDIU SAAD, NOOR HAANIFF, MUHAMMAD IDIRIS

SALEH,NOOR HASANI AHHMAD ABU,NORHA YATI(2004)

Determination of ortho –phenyl phenol, diphenyl and diphenylamine in apples and oranges using HPLC fluorescence detection analytical

9- BAUMER.M (1995)

Arbres, arbrisseaux nourriciers en Afrique Occidentale

Dakar : Enda Editions, 260 p

10- BERHAUT.J (1975)

Flore illustrée du Sénégal Tome N, 626 p

11- BERRY S.K (1979)

The characteristics of the Kapok (*Ceiba pentandra*, *Gaertn*) seed oil

Pertalika: Faculty of Agriculture, University of Pertanian Malaysia

12- BOUKUET.A, DEBRAY.M (1974)

Plantes médicinales de la Côte d'Ivoire

Paris : Travaux et Documents de l'ORSTOM.232 p

13- BURKILL H.M (1985)

The useful plants of west Tropical Africa: 2 editions

Kew: Royal Botanical Gardens, vol 1. 960 p

14- CARL J.ELSKAMP (1989)

Organic Methods Evaluation Branch OSHA Analytical

Laboratory Salt Lake City, Uth.Date July Chemist

15- BALZIEL J.M (1955)

The useful plants of west Tropical Africa: 2 édition

London: Grown Agents for Overseas Govrenenent and Administration, 612 p

16- DE LA PRADILLA C.F (1985)

Des plantes qui nous ont guéris. Tome I

Ouagadougou : Librairie jeunesse d'Afrique ,101 p

17- DE SEZE M, WAIERT L., FERRIERE J.,-M, .DE SEZE M.-P.JOSEPHE P.-A., BARATM (1999)

Installations intravésicules de Capsaïcine en urologie .Des principes pharmacologiques aux applications thérapeutiques

[Prog .Urol ; (Paris)], vol .9 n°4, Pp: 615-632

18- CHRITELLE DUCHENE et HELENE THIBAULT (2001)

Diabétologie –Nutrition et facteurs de risques

19- CHRITELLE DUCHENE et HELENE THIBAULT (2001)

Diabétologie –Nutrition et facteurs de risques

20-DRZYGA OLIVER (2003)

Diphenylamine and derivatives in the environments: a review chemosphere

21-KATHERINE A.STUART LINDA M. FLETCHER, ANDREW D. CLOUSTRON, STEVE V. LYNCH, DAVID M. PURDIE, PAUL KERLIN and DARRELL H.G.CRAWFORD (1993- 1994)

Fluka chemika- Biochimika

Pp: 283, 808

22- GALVEZ J, CRESPO M.E, ZARZUELO.A. WITE.P (1993)

Pharmacological activity of procyanidin isolated from *Sclerocarya birrea* bark: antidiarrheal activity and effects on isolated guinea – pig ileum – Phototherapy research, (1) 25-28

23- GALVEZ J., ZARZUELO, CRESPO M.E, UTRILLAM .P.JIMENEZ J.SPIESSENS .C, DE WITE P. (1991)

Antidiarrhoeic activity of *Sclerocarya birrea* bark extract and its active tanin constituent in rats. Phytotherapy research -5 (6) 276-279

24- GALVEZ J., ZARZUELO, BUSSON R., COBBAERT C., DE WITTE P. (1972)
(-)-épicatechin -3 gallyol ester: a secretagogue compound from the bark of *Sclerocarya birrea*. Planta medical -58 (2) 174-175

25- HADDAD C. (2000)

Fruitiers sauvages du Sénégal

Thèse de Doctorat d'Etat en Pharmacie, Montpellier I

26- HEAL (R.F), ROGERS (E.F) (1950)

A survey of plants for the insecticidal activity

Lloydia, 13 89-169

27- HENRI LECLERS (1994)

Précis de la phytothérapie thérapeutique par les plantes françaises

Pp : IX-XV, 183-184

28- IRENA EERUCKA, Wiestew OLESZEK (2000)

Extraction and determination of Capsaicinoids in fruits of hot pepper capsicum annuum L .By spectrophotometry high – performance liquid chromatography
Food chemistry vol .71 Pp: 287-291

29- ISMAEL CHAKIR (2004)

Analyse des alcaloïdes dans les plantes antidiabétiques:*Calotropis procera* (Ait.) Ait.f., *Catharanthus roseus* (L.) G.Don, *Jatropha curcas* (L.)

Mémoire de DEA, Université Cheikh Anta Diop de Dakar

30- IRVINE F.R (1961)

Woody plants of Ghana with special references to their use

London: Oxford University Press, XCV + 866 p

31- GAUDIN.O (1933)

Recherche sur la roténone et le pouvoir ichtyotoxique de quelques plantes du Soudan – français

Bull.sciences .pharmacolog.40 385 -394

32- J.KERHARO et J.G.ADAM (1974)

La pharmacopée sénégalaise traditionnelle .Plantes médicinales et toxiques, 1 vol .de 10 11 pages, 44 figure ,761 – 789, Paris, Vigot

33-J-KERHARO (1974)

Plantes médicinales et toxiques

Paris:Edition vigot ,994 p

34- J.KERHARO et J.G.ADAM (1964)

Les plantes médicinales toxiques et magiques des Niominka et des Socés des îles du Saloum (Sénégal)

Paris, n°99

35- KADIRVEL.R, NATANAN.R, UDAYASURIANK (1986)

Use of Kapok as poultry feed. Department Animal Nutrition

Madras Veterinary College, Madras India: Poultry Science, 65(12) 2363-5

36- KATEGILE J.A, ISHENGOMA M., KATULE A.M (1978)

The use of Kapok (*Ceiba pentandra*) seed cake a sources of proteins in broiler

Tanzania: Department Animal Science, University of Dar es Salam. Journal of Science of Food and Agriculture, 29(4), 317 – 22

37- KATI- COULIBALY S., COXAM V., BARLET J.P (1998)

Intérêts physiologiques, pharmacologiques et toxicologiques du piment de son principe actif : la Capsaïcine

38- KOICHISAI TO, MASAKAZU HORIE, YOUJI HOSHINO and NORIHIDE NOSE (1990)

Stama Institut of Public Heath 639-1 Kamiokubo Urawa - shi, Saitama 338(Japan) and HIROYUKI NAKAZA WA

Chrom .22277.Pp 441 -447

39-KON (G.A.R), WELLER (W.T) (1939)

Sapogenins .IV .the sapogenin of *Balanites aegyptiaca* wall

J.chemi soc., 800-801

40- KOK WARO J.G (1976)

Medicinal plants of East Africa .East Africa Literature Bureau, Kampala

Nairobi, Dar Es Salam ,384 p

41- LEON PERLEMASTER, JEAN LOUIS SELAM, GERARD KOLLIN DE L'HORTEL (1987)-2003

Diabète et maladies métaboliques

3ème Edition, Pp : 1-11

42- LI -QUAN WANG, GIO-WEI -QIN, SHAO-NONG-CHPN.JINLI (2001)

Three diterpene glucoside and diphenylamine derivatives from *Pieris Formosa*

Fitoterapia

Pp: 72,779-789

43- L'OMS (2002-2005)

Stratégie de l'OMS pour la médecine traditionnelle

Pp : 7

44- MALGRAS D (1972)

Arbres et arbustes guérisseurs des savanes maliennes

Paris : Edition Karthala

45-MARIE SEYNABOU GUEYE (épouse SARR) (1973)

Contribution à l'étude pharmacodynamique d'une plante antidiabétique (*Sclerocarya birrea*)

Thèse de Doctorat d'Etat en Pharmacie

Université Cheikh Anta Diop de Dakar, n°2 Pp : 1 -7

46- MARTIN BUYSSCHAERT (2001)

Diabétologie clinique

2ème Edition Pg préface ,11-15

47- MAURICE RUBIN (1988)

Abrégé des phytothérapies pratiques

Doin éditeur, Pp : 1-11

48- MAYDELL, HANS-JURGEN VON (1990)

Arbres et arbustes du Sahel : leurs caractérisations et leurs utilisations

Weikersheim: Margaraf

49- MENDEL FRIENDMAN, GARYM.Mc DONALD and WILLIAM F.HADDON (1993)

Kinetics of Acid-Catalysed Hydrolysis of carbohydrate Groups of Potato Glycoalkaloids α -chaconine and α -Solanine

J.Agric.Food Chem., vol.41 Pp: 1397-1406

50- M.REJDALI a A.BIROUK (Eds) (1996)

Diversité biologique et valorisation des plantes médicinales

Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II

51- NAHARID., ASHA R.R (2003)

Chemical composition and nutritive value of Kapok seed meal for broiler chickens

Department of poultry Science, Madras veterinary College, Tanil Nadu Veterinary and Animal Sciences

Université Chennai, India.Poultry Science ; 44(3) :505-9

52- PADILLA S.P, SOLIVEN F.A (1933)

Chemical analysis for possible Sources of oil forty five species of oil. bearing seeds

Philippine Agriculture, 22408-15

53-POUSSET J.L (1989)

Plantes médicinales africaines.Utilisation pratique : A.C.C.T

Paris Edition Marketing, 156 P.

54- ROY.H. (1966)

Cactées plantes d'appartement

Paris Edition des deux coqs d'or

55- RUIZ V., YBARRA J., DESMEULES J.PIGUET V., ALLAZ A. F, DAYER.P (1996)

Une douleur difficile : la neuropathie diabétique

[Med.Hyg...], vol.54, n°2114

56- S.C.MORRIS a T.H.LEE (1981)

Analysis of potato glycoalkaloids with radially compressed High-performance Liquid chromatography cartridges and Ethanolamine in the mobile phase

Journal of chromatography 219 Pp: 403-410

57- R.DEMOTTE (2003)

Traité des douleurs neuropathiques du diabétique

58- TRAVATO A., KIRJAVAINEN S., GALATIE.M., FORESTIE A.M (1995)

Effect of *Sclerocarya birrea* Hochst Extract on Some metabolie activities in the rat.

Phototherapy research, 9, (8) Pp: 591-593

59- ULRICH H.MAIER HEIDRUN (1998)

Seven imidazole alkaloids from *lepidium Sativum*

Phytochemistry, vol.49 n°6 Pp: 1791-1795

60- WILLIAM J.BRAMALAGE, THOMAS L.POTTER and ZHIGURO JU (1996)

Detection of diphenylamine on surfaces of nontreated apples (Mals domestica Borkh)

J.Agric. Food chem., 44, Pp: 1348.1351

61- YAGUE (A.L) (1982)

Contribution à l'Etude de la pharmacopée traditionnelle de Fouta (Sénégal)

Thèse doctorat d'Etat pharmacie, Université de Dakar, n° 34

62-YLVA NOREEN, HESHAM EL SEEDI, PREMILA PERERA and BOLHLIN (1998)

J. Nat. Prod, 61 p8-16