



UFR ENVIRONNEMENT

REPUBLIQUE DE CÔTE D'IVOIRE

Union-Discipline-Travail

Ministère de l'Enseignement Supérieur
et

de la Recherche Scientifique

ANNEE ACADEMIQUE :
2019-2020

N° D'ORDRE : 0360/2021

N° CARTE D'ETUDIANT:
CI0415004017

LABORATOIRE :
Sciences et
Technologies de
l'Environnement
(LSTE)

Soutenu publiquement
le : 01/03/2021

MASTER

Physique-Chimie Appliquée

Option : Environnement

THEME :

**ETUDE CHIMIQUE DES EXTRAITS
DES FEUILLES DE *Baphia nitida*
Lodd (Fabaceae)**

Présenté par :

PONDO Kouakou Kan Joel

JURY

Président : Mme TRAORE Karidia, Professeure Titulaire,
Université Jean LOROUGNON GUEDE

Directeur : M. DONGUI Bini Kouamé, Professeur Titulaire,
Université Jean LOROUGNON GUEDE

Encadreur : M. Mohamadou Lamine DOUMBIA, Maître-Assistant,
Université Jean LOROUGNON GUEDE

Examineur : OUSSOU Kouamé Raphael, Maître-Assistant,
Université Jean LOROUGNON GUEDE



UNIVERSITE
JEAN LOROUGNON GUEDE

UFR ENVIRONNEMENT

REPUBLIQUE DE CÔTE D'IVOIRE

Union-Discipline-Travail

Ministère de l'Enseignement Supérieur
et

de la Recherche Scientifique

ANNEE ACADEMIQUE :

2019-2020

N°D'ORDRE : 0360/021

N°CARTED'ETUDIANT:

CI0415004017

LABORATOIRE :

Sciences et
Technologies de
l'environnement

Soutenu publiquement

le : 01/03/2021

MASTER

Physique-Chimie Appliquée

Option : Environnement

THEME :

**ETUDE CHIMIQUE DES EXTRAITS
DES FEUILLES DE *Baphia nitida*
Lodd (Fabaceae)**

Présenté par :

PONDO Kouakou Kan Joel

JURY

Président : Mme TRAORE Karidia, Professeure Titulaire,
Université Jean LOROUGNON GUEDE

Directeur : M. DONGUI Bini Kouamé, Professeur Titulaire,
Université Jean LOROUGNON GUEDE

Encadreur : M. Mohamadou Lamine DOUMBIA, Maître-Assistant,
Université Jean LOROUGNON GUEDE

Examineur : OUSSOU Kouamé Raphael, Maître-Assistant,
Université Jean LOROUGNON GUEDE

DEDICACE

À ma famille

Qui m'a toujours soutenue

Et encouragée à suivre les chemins

Que je désirais

À celle pour qui mon cœur bat

REMERCIEMENTS

Ce document n'aurait pas vu le jour s'il n'y avait pas eu la contribution de certaines personnes que je tiens à remercier.

Je voudrais exprimer ma considération distinguée à la Professeure TIDOU Abiba Sanogo Epouse KONE, Présidente de l'Université Jean Lorougnon GUEDE de Daloa.

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude au Professeur KOUASSI Kouakou Lazare, Directeur de l'UFR Environnement à l'Université Jean Lorougnon GUEDE de Daloa.

Je voudrais adresser mes remerciements au Professeur DONGUI Bini Kouamé pour avoir accepté la direction scientifique de ce travail. Je tiens à lui exprimer toute ma reconnaissance.

Mes remerciements vont naturellement au Docteur DOUMBIA Mohamadou Lamine, mon encadreur scientifique. Je le remercie pour sa disponibilité, pour son enthousiasme et pour l'attention particulière avec laquelle il a suivi et encadré ce travail. Je tiens encore à lui exprimer ma profonde gratitude pour son aide et ses précieux conseils.

J'exprime toute ma reconnaissance aux membres du jury qui nous ont fait l'honneur de lire ce mémoire et aussi d'avoir accepté de le juger pour son amélioration.

Ma reconnaissance est également adressée à tous les enseignants du département de Mathématiques Physique-Chimie et Informatique de l'Université Jean Lorougnon GUEDE de Daloa qui ont contribué à ma formation.

Ma mère KOUAKOU Aya Thérèse, mon Père KOUAME Pondo Corentin et mes frères et sœurs. Je voudrais simplement vous dire merci. Merci pour tout le soutien dont j'ai bénéficié tout au long de mon cursus scolaire et universitaire.

Mes remerciements vont aussi à l'endroit des étudiants de la 3^{ème} promotion de Master II de Physique-Chimie, en particulier à ALIALI Yao Richard, N'DRIN Amenan Ruth, KOFFI Landry-Boris Kouamé, SALIFOU Ibrahim et Cissé Moussa pour leur soutien tout au long de l'année académique.

Je tiens à remercier mes amis de longue date N'DA Kouassi Thierry et GOULEDEHI Sehontinhin Gilles que j'ai baptisé Uranium 235, pour tout ce qu'ils ont fait pour moi depuis qu'on s'est connu. Très chers amis que Dieu pour le rende au centuple !

Dans l'impossibilité de citer tous les noms, j'exprime ma profonde reconnaissance à tous ceux et celles qui par leurs encouragements, leurs conseils et leurs prières m'ont permis d'être à ce niveau d'étude Aujourd'hui.

QUE DIEU VOUS BENISSE !!!

TABLE DES MATIERES

Pages

LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS	v
LISTE DES TABLEAUX.....	vi
LISTE DES FIGURES.....	vii
INTRODUCTION.....	1
PARTIE 1: GENERALITES.....	3
CHAPITRE 1: GENERALITES SUR <i>Baphia nitida</i>	3
I. FAMILLE DES Fabaceae	3
II. PRESENTATION DE <i>Baphia nitida</i>	3
II.1. Historique	3
II.2. Position systématique.....	4
II.3. Description botanique de la plante.....	4
II.4. Noms en langues locales	5
II.5. Utilisation traditionnelle.....	5
II.6. Propriétés pharmacologiques	6
III. PHYTOCHIMIE DE L'ESPECE <i>Baphia nitida</i>	6
III.1. Définition	6
III.2. Composition chimique des feuilles de <i>Baphia nitida</i>	6
III.3. Composition chimique des écorces.....	8
CHAPITRE 2: METABOLITES SECONDAIRES DES PLANTES	9
I. LES ALCALOIDES.....	9
I.1. Propriétés physico-chimiques	9
I.2. Propriétés biologiques.....	10
I.3. Actions pharmacologiques	10
I.4. Classifications biogénétiques	10
I.4.1. Alcaloïdes vrais.....	11
I.4.2. Pseudo-alcaloïdes.....	12
I.4.3. Proto-alcaloïdes	12
I.5. Caractérisations	13

II.	COMPOSES PHENOLIQUES OU POLYPHENOLS.....	13
II.1.	Propriétés physico-chimiques	13
II.2.	Propriétés biologiques	14
II.3.	Classifications	14
II.3.1.	Acides hydroxybenzoïques.....	15
II.3.2.	Acides hydroxycinnamiques et leurs dérivés	15
II.3.3.	Flavonoides.....	16
II.3.4.	Tanins	18
II.4.	Caractérisation.....	19
III.	TERPENOIDES ET STEROIDES.....	20
III.1.	Propriétés physico-chimiques	20
III.2.	Propriétés biologiques	20
III.3.	Classifications	21
III.4.	Caractérisation.....	21
IV.	DIFFERENTES METHODES DE PREPARATIONS DES PLANTES	21
IV.1.	Infusion.....	21
IV.2.	Décoction.....	21
IV.3.	Macération.....	21
	PARTIE 2: MATERIEL ET METHODES	22
CHAPITRE 1:	MATERIEL.....	22
I.	MATERIEL VEGETAL	22
II.	MATERIEL TECHNIQUE.....	22
II.1.	Solvants	22
II.2.	Réactifs	22
II.3.	Appareillage	23
II.4.	Autres matériels.....	23
CHAPITRE 2:	METHODES	24
I.	ETUDE PHYTOCHIMIQUE DES EXTRAITS DES FEUILLES	24
I.1.	Préparation de la matière végétale	24

I.1.1.	La récolte	24
I.1.2.	Le séchage.....	24
I.1.3.	Le broyage	24
I.2.	Techniques d'extraction des métabolites secondaires	24
I.2.1.	La macération	24
I.2.2.	La décoction.....	24
I.2.3.	L'infusion.....	25
I.3.	Caractérisation des composés chimiques.....	25
I.3.1.	Détection des alcaloïdes : test de Wagner	25
I.3.2.	Détection des polyphénols.....	25
I.3.3.	Test des flavonoïdes	25
I.3.4.	Test des coumarines.....	25
I.3.5.	Mise en évidence des quinones.....	26
I.3.6.	Mise en évidence des anthocyanes	26
I.3.7.	Mise en évidence des indoles	26
I.3.8.	Test des Tanins	26
I.3.9.	Les Phlobatanins	26
I.3.10.	Détection des stérols et terpènes : Réaction de Lieberman et Bürchard	26
I.3.11.	Les saponosides ou saponines	26
I.3.12.	Les composés réducteurs	27
II.	DETERMINATION DE LA COMPOSITION BIOCHIMIQUE ET MINÉRALE DES FEUILLES DE <i>Baphia nitida</i>	27
II.1.	Détermination du taux d'humidité et de matières sèches	27
II.2.	2.3.2. Dosage des protéines.....	27
II.3.	Dosage des lipides	28
II.4.	Détermination du taux de cendres.....	28
II.5.	Détermination des glucides totaux	29
II.6.	Valeur énergétique	29
II.7.	Détermination des teneurs en différents éléments minéraux	29
	PARTIE 3: RESULTATS ET DISCUSSION.....	30

CHAPITRE 1: RESULTATS	30
I. ETUDE PHYTOCHIMIQUE DES EXTRAITS DES FEUILLES	30
I.1. Screening phytochimique dans l'hexane.....	30
I.2. Screening phytochimique dans le dichlorométhane	31
I.3. Screening phytochimique dans le méthanol.....	32
I.4. Screening phytochimique dans l'eau	33
II. DETERMINATION DE LA COMPOSITION BIOCHIMIQUE ET MINERALE DES FEUILLES DE <i>Baphia nitida</i>	34
II.1. Analyse minérale.....	34
II.2. Analyse nutritionnelle	34
CHAPITRE 2: DISCUSION.....	35
CONCLUSION ET PERSPECTIVES	38
REFERENCES.....	40
ANNEXES	48

LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

TH : Taux d'Humidité

TC : Taux de Cendre

TMS : Taux de Matière Sèche

PE : Prise D'Essai

M : Mineur

B* : moyen

B : bon

LISTE DES TABLEAUX

Pages

Tableau I: Quelques noms en langues locales de <i>Baphia nitida</i> en Côte d'Ivoire (Kabran <i>et al.</i> , 2011).....	5
Tableau II: Les composés identifiés dans le décocté de feuilles et leurs pouvoirs (Kabran <i>et al.</i> , 2011).....	7
Tableau III: Résultat du screening phytochimique des extraits hydro-acetoniques des feuilles (Amadou, 2020)	8
Tableau IV: Test phytochimique dans l'hexane	30
Tableau V: Test phytochimique dans le dichlorométhane	31
Tableau VI: Test phytochimique dans le méthanol.....	32
Tableau VII: Test phytochimique dans l'eau.....	33
Tableau VIII: Composition nutritive des feuilles de <i>Baphia nitida</i>	34

LISTE DES FIGURES

Pages

Figure 1:Feuille de <i>Baphia nitida</i>	4
Figure 2: Structure de quelques alcaloïdes.....	11
Figure 3: Synthèse de strychnine à partir de L-tryptophane	11
Figure 4:Synthèse de la caféine et théobromine à partir de l'IMP.....	12
Figure 5:Synthèse de la colchicine à partir de la L-phénylalanine	12
Figure 6: Exemple de composés phénoliques	13
Figure 7:Mecanisme d'action des polyphénols.....	14
Figure 8:Structure du phénol et de la benzoquinone.....	14
Figure 9: Structures de quelques acides hydroxybenzoïques.....	15
Figure 10:Structures de quelques acides hydroxycinnamiques	15
Figure 11:Structure de quelques flavonoïdes	17
Figure 12:Exemple de structure d'un trimer de type 4-8	19
Figure 13:Molécule d'isoprène	20
Figure 14:Feuilles séchées(a) et broyée(b) de <i>Baphia nitida</i>	22
Figure 15: Composition minérale des feuilles de <i>Baphia nitida</i>	34

INTRODUCTION

INTRODUCTION

Depuis plusieurs années, le monde entier est confronté à de nombreux problèmes. En plus de la pollution environnementale avec tout son cortège de maux, s'ajoutent tous les problèmes liés à la sécurité alimentaire, menaçant la survie de l'espèce humaine et son environnement (OMS, 2017). En effet, depuis un moment, l'incidence des maladies a connu une augmentation significative dans le monde. Ce qui contraste avec l'amélioration de l'hygiène de vie. L'on assiste non seulement à la recrudescence des maladies (Les cancers, paludisme, fièvre typhoïde, SIDA, diarrhée, AVC ...) mais également aux problèmes de résistance des germes pathogènes à certains médicaments existant, le coût élevé des médicaments, effets secondaire des médicaments, et aussi à l'indisponibilité des médicaments et des prestations de santé ; ce qui complique les schémas thérapeutiques usuels (Kabran *et al.*, 2011).

Face à ces difficultés, différentes solutions ont été proposées à savoir l'utilisation des molécules de synthèse et des remèdes à base de plantes (Toty *et al.*, 2008). Cette dernière solution est la plus explorée actuellement car selon Fouché *et al.* (2000) 80% de la population mondiale plus particulièrement les pays en développement, se soignent uniquement avec des remèdes traditionnels à base de plantes. Cette source semble inépuisable puisque seule une petite partie des 400.000 espèces végétales connues a été investiguée sur les deux plans phytochimique et pharmacologique. Chaque espèce peut contenir plusieurs milliers de constituants différents dont les divers usages ont pour objectif de vaincre la souffrance et d'améliorer la santé des hommes (Nostro *et al.*, 2000; Tra Bi *et al.*, 2008). En effet, ces plantes doivent leur pouvoir thérapeutique à des substances dites actives couramment appelées métabolites secondaires qu'elles renferment. Elles les synthétisent notamment pour se défendre contre ou s'adapter à toute agression biotique (bactéries, virus, champignons, parasites) ou abiotique (environnement). Ces métabolismes secondaires découverts par les scientifiques ont la capacité de renforcer le système immunitaire, protéger le corps contre les radicaux libres, tuer les germes pathogènes et bien plus encore garder l'organisme en forme (Anulika *et al.*, 2016).

Une étude ethnobotanique réalisée auprès des tradithérapeutes en Côte d'Ivoire a montré l'utilisation de plusieurs plantes médicinales dont *Baphia nitida* (Fabaceae) dans le traitement de plusieurs pathologies (N'gaman *et al.* 2013). En effet, les feuilles de cette espèce sont

utilisées dans la thérapie de plusieurs pathologies tels que la diarrhée, les ulcères, l'anémie, le paludisme, les troubles érectiles, le diabète, les piqûres de serpents et de scorpions (Jansen *et al.*, 2005). En plus de ses propriétés thérapeutiques, *Baphia nitida* est souvent employée en tant qu'arbre d'ombrage ornemental ou en haie de clôture. Le bois de *Baphia nitida* sert également à confectionner des mortiers, des pilons, des cannes et des outils pour l'agriculture.

Compte tenu de son importance pour les communautés rurales, *Baphia nitida* mérite davantage d'attention afin d'optimiser le potentiel qu'elle représente. C'est dans ce cadre que nous avons entrepris de mener une étude chimique en vue de contribuer à la valorisation des feuilles de *Baphia nitida*. Pour y parvenir il s'agira de façon plus spécifique de:

- faire une étude phytochimique des extraits des feuilles afin d'identifier les familles de phytocomposés qui y sont ;
- déterminer la composition minérale et biochimique des feuilles de *baphia nitida*.

Outre la conclusion et les perspectives ; ce présent mémoire est subdivisé en trois grandes parties, la première partie est consacrée à la synthèse bibliographique ; la seconde partie aux matériel et méthodes et la dernière partie aux résultats et discussions.

PARTIE 1: GENERALITES

CHAPITRE 1: GENERALITES SUR *Baphia nitida***I. FAMILLE DES Fabaceae**

Les légumineuses dont fait partie les Fabaceae est une super famille comprenant 12 000 espèces réparties en plus de 650 genres. Cette famille des Fabaceae est constituée des arbres, arbustes, des herbes annuelles ou vivaces. La famille des Fabaceae est cosmopolite des zones froides et tropicales. La fonction chlorophyllienne est parfois transférée aux tiges. Les espèces de cette famille sont caractérisées par la présence des nodules; mais, ils sont absents chez la plupart des Caesalpinioideae. Les nodules sont le résultat d'une symbiose entre les bactéries et différentes espèces de Légumineuses.

Les feuilles sont normalement composées, pennées et rarement bipennées. Elles sont alternes, stipulées. Elles sont parfois transformées en vrilles simples. Les fleurs sont hermaphrodites et zygomorphes. Les fruits se présentent sous forme de gousses coriaces, ligneuses, déhiscentes ou indéhiscentes. A maturité ils s'ouvrent en deux valves parfois samaroides (Belesi, 2009).

II. PRESENTATION DE *Baphia nitida***II.1. Historique**

Le genre *Baphia* désigne plusieurs petits arbres ou arbustes de la famille des Fabaceae. Il comprend environ 45 espèces et est largement répandu en Afrique tropicale. Dans ce genre, l'une des espèces les plus connues est : *Baphia nitida* Lodd (Burkill, 1995). Aujourd'hui, elle est souvent employée en tant qu'arbre d'ombrage ornemental ou en haie de clôture. Le bois de *Baphia nitida* sert également à confectionner des mortiers, des pilons, des cannes et des outils pour l'agriculture. Aussi, l'écorce et les feuillages sont utilisés en médecine traditionnelle pour traiter plusieurs maladies telles que : la varicelle, les hernies (Jansen *et al.*, 2005).

II.2. Position systématique

La classification botanique de *Baphia nitida* (APG, 2009) est représentée ci-dessous :

- Règne :	Végétal
- Embranchement:	Magnoliophyta
- Sous-embranchement:	Rosophytina
- Classe :	Rosopsida
- Sous-classe:	Rosidae
- Ordre:	Fabales
- Famille :	Fabaceae
- Genre :	<i>Baphia</i>
- Espèce :	<i>Baphia nitida</i>

II.3. Description botanique de la plante

Baphia nitida est un petit arbre de 6 m de haut. Ses feuilles sont oblongues, arrondies à la base, acuminées et mesurent 8 à 12 cm de long et 4 à 5 cm de large. Plus ou moins pubescentes sous les nervures avec des rameaux glabres (Adjanooun *et al.*, 1979). En Côte d'Ivoire, on la rencontre dans les formations forestières de préférence dans les forêts secondaires (Adjanooun *et al.*, 1979).



Figure 1:Feuille de *Baphia nitida*

II.4. Noms en langues locales

En Côte d'Ivoire cette espèce est très bien connue par certaines populations. Les noms diffèrent d'un groupe ethnique à un autre (Tableau I).

Tableau I: Quelques noms en langues locales de *Baphia nitida* en Côte d'Ivoire (Kabran *et al.*, 2011)

Ethnies	Noms
Baoulé de Bouake	Schimagnrin
Abbey	Okoué
Attié	Tchoukpè
Guéré	Djahin ou Ga-hiré
Oubi	Djahè
Kroumen	Nié
Ebrié	Agoron

II.5. Utilisation traditionnelle

Baphia nitida est utilisée dans le traitement de la stérilité, des hémorroïdes, de la varicelle et des hernies (Bouquet et Debray, 1974). La plupart des tradipraticiens l'utilisent également pour soigner l'aménorrhée, les diarrhées dysentériques, les ictères et les maladies vénériennes. *B. nitida* en association avec *Pycnanthus anguensis* sont localement utilisées comme pâtes à mâcher, dans le traitement de maux de dents et de maladies cutanées diverses (Omobuwajo *et al.*, 1991). Les Attié utilisent les feuilles de *B. nitida* comme cicatrisant et antitétanique selon la prescription suivante : aussitôt après une blessure, les jeunes feuilles sont froissées et pressées dans la plaie. Puis, le tout est recouvert avec de nouvelles feuilles froissées. Le pansement est renouvelé deux jours après (Adjanooun *et al.*, 1979). Pour soigner les douleurs intercostales, les guérisseurs pilent les feuilles avec celles de *Rauwolfia vomitoria*, *Nephrolepis biserrata* et des graines de *Maniguette*. La pâte obtenue sert à faire des applications locales. Les Guéré triturent les jeunes feuilles dans la paume avec un peu d'eau, du piment et du sel. L'extrait obtenu sert à faire des instillations nasales efficaces contre les maux de tête (Adjanooun *et al.*, 1979). Les Oubi l'utilisent pour soigner l'asthme, selon le dosage suivant: les feuilles de *B. nitida* sont

pilées avec celles de *Cassia occidentalis* pour en faire une pâte. La pâte obtenue est délayée dans l'eau puis filtrée. Le filtrat ainsi obtenu est absorbé par le malade sous forme de boisson (Adjanohoun *et al.*, 1979).

II.6. Propriétés pharmacologiques

Les propriétés pharmacologiques de *Baphia nitida* ont été rapportées dans plusieurs études, c'est le cas de l'activité hépato-protectrice qui est due en grande partie à la présence des composés chimiques actifs tels que les flavonoïdes, alcaloïdes et terpènes (Mehdi *et al.*, 2010). Ce sont les propriétés anti-inflammatoire (Onwukaeme, 1995), analgésique (Mehdi *et al.*, 2010), anti-diarrhéique, anxiolytique, myorelaxante, neurosédative (Adeyemi *et al.*, 2006 ; Adeyemi *et al.*, 2008) et neuromusculaire (Adeyemi *et al.*, 1991). Les activités antioxydante, antimicrobienne et cicatrisante ont été étudiées également par un bon nombre de chercheurs. Ainsi, les différentes propriétés pharmacologiques identifiées dans *B. nitida* sont liées à la présence des métabolites secondaires (Kouakou *et al.*, 2009 ; Akande *et al.*, 2011 ; Konkon *et al.*, 2011).

III. PHYTOCHIMIE DE L'ESPECE *Baphia nitida*

III.1. Définition

La phytochimie ou chimie des végétaux est la science qui étudie la structure, le métabolisme et la fonction ainsi que les méthodes d'analyse, de purification et d'extraction des substances naturelles issues des plantes.

III.2. Composition chimique des feuilles de *Baphia nitida*

Des études phytochimiques ont été effectuées sur les feuilles de *Baphia nitida*. Les résultats sont consignés dans les tableaux ci-dessous. (Kabran *et al.*, 2011 ; Amadou, 2020).

Tableau II: Les composés identifiés dans le décocté de feuilles et leurs pouvoirs (Kabran *et al.*, 2011)

Extraits Composés	Hexanique	Chloroformique	Ethylacetiques	n-butanoliques
Stérols et polyphénols	+	++	-	-
Anthracènes	-	+	-	-
Stéroïdes	-	-	-	-
Saponines	-	+	-	-
Sucres réducteurs	-	-	-	++
Flavonoïdes	-	++	++	++
Coumarines	+	++	+	-
Tanins	-	+	+	+
Composés phénoliques	-	+	-	-
Alcaloïdes	-	+	-	-
Pouvoir antioxydant	M	M	B*	M

Source : Kabran *et al.*, 2011

+ : présence ; ++ : présence moyenne ; +++: présence abondante ; - : absence ; M : mineur ; B : bon ; B* : moyen

Tableau III: Résultat du screening phytochimique des extraits hydro-acétoniques des feuilles (Amadou, 2020)

Composés \ Organe	Feuilles
Polyphénols	++
Alcaloïdes	+++
Tanins cathéchiques	+
Tanins galliques	-
Glycosides cardiotonique	-
Quinones	-
Acides aminés	-
Saponosides	-
Anthocyanes	-
Anthracénosides	-
Phlobatanins	+
Antraquinones	+
Leucoanthocyanes	+
Indoles	-
Flavonoides	+
Stéroïdes&terpènes	+

+ : présence ; ++ : présence moyenne ; +++: présence abondante ; - : absence.

III.3. Composition chimique des écorces

Les saponosides et les mucillages ont été identifiés dans les écorces des tiges de *Baphia nitida*. Les saponosides ont des propriétés tensioactives, antifongiques, antibactériennes et antivirales. Ils présentent également des activités protectrices des veines et des capillaires et une activité œdémateuse et hormonale (Macheix *et al.*, 2005).

Les mucilages sont des fibres solubles qui possèdent aussi plusieurs propriétés médicinales. Ils sont anti-cholestérols, anti-constipations, antidiabétiques et anticancéreux (Lin *et al.*, 2005). Les métabolites secondaires dans cette plante lui confèrent la protection contre les bactéries, les champignons.

CHAPITRE 2: METABOLITES SECONDAIRES DES PLANTES

L'importance des végétaux réside dans leur capacité à produire des substances naturelles très diversifiées. En effet, à côté des métabolites primaires classiques (glucides, protides, lipides, acides nucléiques), ils accumulent fréquemment des métabolites secondaires dont la fonction physiologique n'est pas toujours évidente mais qui représentent une source importante de molécules utilisables par l'homme dans des domaines aussi différents que la pharmacologie ou l'agroalimentaire. Leur incorporation dans l'alimentation humaine et les préparations médicamenteuses peuvent être utiles pour la prévention contre plusieurs maladies telle que le cancer, les infections et les inflammations. Les métabolites secondaires ont une répartition limitée dans l'organisme de la plante dont plus de 200 000 structures ont été définies (Hartmann, 2007). Ces molécules marquent de manière originale, une espèce, une famille ou un genre de plante et permettent parfois d'établir une taxonomie chimique et se trouvent dans toutes les parties de la plante : les racines, l'écorce du tronc, les feuilles, les fruits et les fleurs. Les métabolites secondaires appartiennent à des groupes chimiques variés (alcaloïdes, terpènes, composés phénoliques.) qui sont répartis de manière diversifiée chez les végétaux (Macheix *et al.*, 2005), et une catégorie secondaire de composés mixtes.

I. LES ALCALOÏDES

Les alcaloïdes sont des substances organiques azotées, le plus souvent d'origine végétale. Ils renferment un ou plusieurs atomes d'azote qui leur confèrent des propriétés basiques organiques plus ou moins prononcées et des atomes de carbone, d'hydrogène et plus souvent d'oxygène. Les alcaloïdes ont pour formule générale $C_xH_yO_zN_t$ et sont doués de propriétés biologiques et pharmacologiques. Ce groupe de métabolites secondaires contient plus de 10 000 composés connus. La majorité des alcaloïdes dériveraient des acides aminés tels que le tryptophane, la tyrosine, la lysine, l'histidine et l'ornithine (Louis, 2004). Ils sont répandus dans presque tout le règne végétal, en particulier dans les familles des Apocynacées et Euphorbiacées.

I.1. Propriétés physico-chimiques

Les alcaloïdes non oxygénés sont des liquides volatils, alors que les alcaloïdes oxygénés sont des solides cristallisables qui sont très souvent doués de pouvoir rotatoire. Ils s'extrait soit par l'eau acide, soit par des solvants comme le chloroforme ($CHCl_3$) après alcalinisation du milieu (Bruneton, 1993). La solubilité des alcaloïdes est variable selon leur présence à l'état de base ou à l'état de sel. En effet, la forme basique est soluble dans les solvants organiques non polaires (benzène, éther éthylique, chloroforme) et dans les solvants organiques polaires

(alcools) alors que la forme de sels est insoluble dans les solvants organiques apolaires, mais soluble dans les solvants organiques polaires et dans l'eau (Bruneton, 1999). La saveur amère est une caractéristique générale chez les alcaloïdes et sont très souvent biologiquement actifs.

I.2. Propriétés biologiques

Les alcaloïdes présentent diverses activités biologiques. Ainsi, de nombreux alcaloïdes comme la strychnine, issue des graines de *Strychnos nux-vomica* (Loganiaceae), sont des poisons pour l'homme et le bétail. Certains alcaloïdes sont des stupéfiants (cocaïne) et ont des vertus thérapeutiques (morphine, quinine). D'autres comme les calystégines issues des feuilles de *Morus alba* (Linn) (Moraceae) et des racines de *Calystegia pubescens* (Convolvulaceae), la canthin-6-one issue de *Pentaceros australis* (Hook) (Rutaceae) et la berbérine issue de l'écorce des Berberidaceae présentent des activités antimicrobiennes (Louis, 2004).

I.3. Actions pharmacologiques

Les alcaloïdes ont plusieurs activités pharmacologiques qui sont: les propriétés analgésique, anticholinergique, anti malaria (quinine), antihypertensive, antitumorale (taxol et vincristine), sympathomimétique, cardio-dépressive, anesthésiante, narcotique et diurétique.

I.4. Classifications biogénétiques

Les alcaloïdes et les composés azotés peuvent avoir une structure acyclique, mono ou polycyclique et sont classés selon la structure du noyau hétérocycle (Garraffo *et al.*, 1993). Les principaux cycles sont l'indole, la quinoline, l'isoquinoline, la pyridine et la quinolizidine. Nous avons aussi les cycles secondaires dont la pyrrolidine, la pyrrolizidine, la pyrimidine et l'imidazole. Selon la classification biogénétique, les alcaloïdes sont issus principalement du métabolisme des acides aminés (tyrosine, tryptophane). Certains présentent des éléments de structures dérivées des terpènes (solanidine).

Certains alcaloïdes ont servi de modèle pour la synthèse d'analogues ayant des propriétés plus intéressantes. Plus de 10 000 alcaloïdes ont été isolés ou détectés chez les plantes, les champignons et même chez les animaux (Mann *et al.*, 1994). Ainsi, on distingue trois grandes classes suivant qu'ils possèdent ou non un acide aminé comme précurseur direct et qu'ils comportent ou non un azote dans un hétérocycle (figure 2) (Aniszewski , 2007).

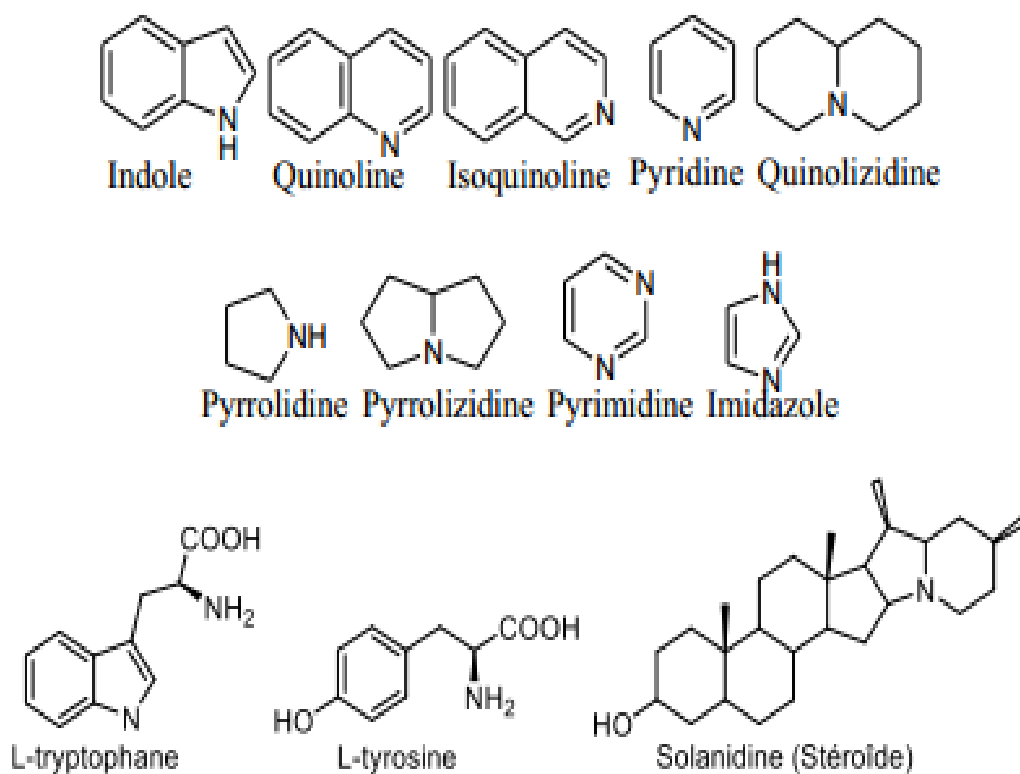


Figure 2: Structure de quelques alcaloïdes

I.4.1. Alcaloïdes vrais

Ils sont biosynthétiquement formés à partir d'un acide aminé (figure 3), et sont issus du seul règne végétal (Mauro Neves, 2007). Ils comportent un atome d'azote dans un système hétérocyclique. Ce sont des substances douées d'une grande activité biologique même à faibles doses. Ils apparaissent dans les plantes, soit sous forme libre, soit sous forme d'un sel ou comme N-oxide (Aniszewski, 2007). La figure 3 montre la strychnine dérivée du tryptophane.

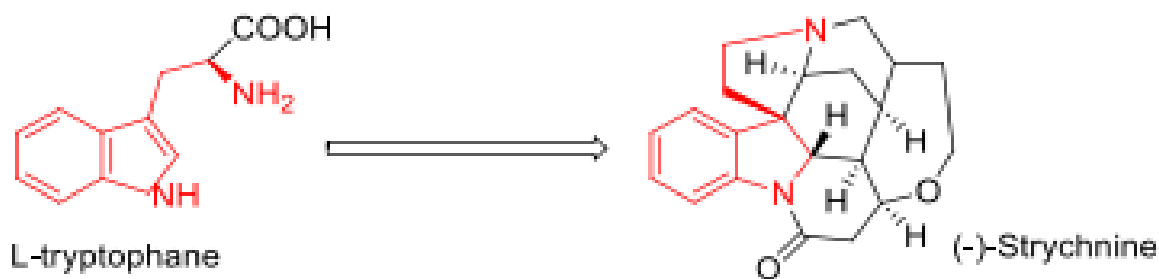


Figure 3: Synthèse de strychnine à partir de L-tryptophane

I.4.2. Pseudo-alcaloïdes

Ils présentent le plus souvent les caractéristiques des alcaloïdes vrais, mais le squelette carboné de base ne dérive pas d'un acide aminé. Il s'agit d'alcaloïdes terpéniques ou bien des substances azotées hétérocycliques issues du métabolisme de l'acétate (**Mauro Neves, 2007**). Ils peuvent cependant être indirectement liés à la voie des acides aminés par l'intermédiaire d'un de leurs précurseurs ou d'un de leurs postcurseurs (Aniszewski, 2007). L'exemple de la figure 3 décrit la synthèse de la caféine à partir de l'IMP.

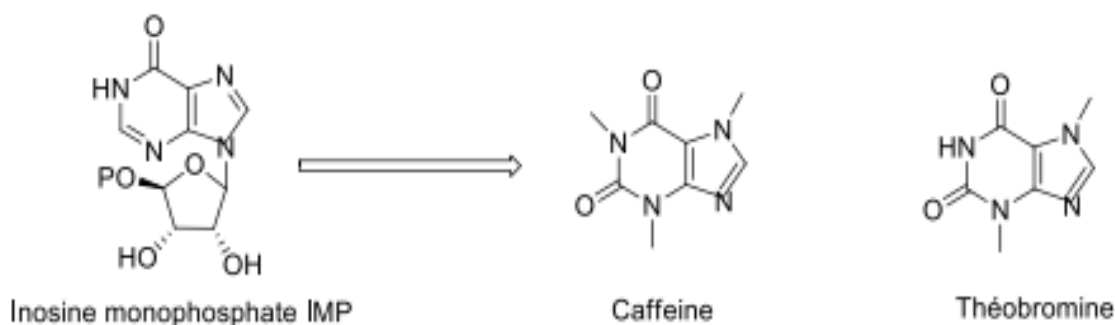


Figure 4: Synthèse de la caféine et théobromine à partir de l'IMP

I.4.3. Proto-alcaloïdes

Ce sont des amines simples dont l'azote n'est pas inclus dans le système hétérocyclique. Ils sont élaborés *in vivo* et ont une réaction basique à partir des acides aminés, comme la sérotonine, la mescaline et les bétaines (Aniszewski, 2007 ; **Mauro Neves, 2007**). Ainsi, la colchicine peut être obtenue à partir de la L-phénylalanine (figure 5).

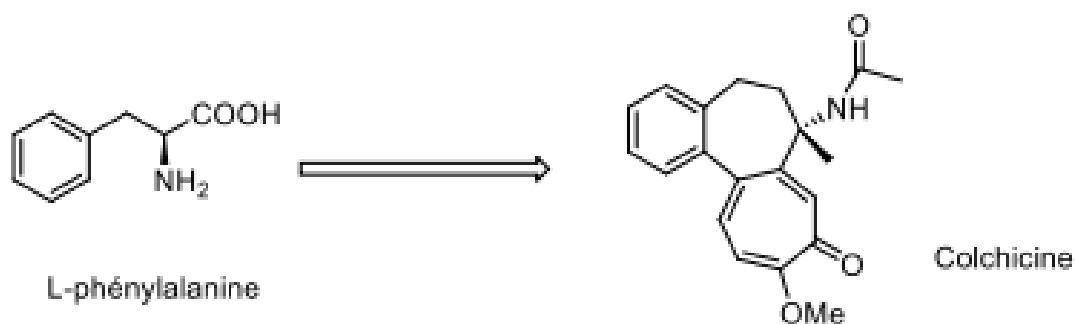


Figure 5: Synthèse de la colchicine à partir de la L-phénylalanine

I.5. Caractérisations

Tous les alcaloïdes présentent des propriétés alcalines plus ou moins marquées et forment des sels avec les acides (sulfates, chlorhydrates...). Ils peuvent aussi précipiter les hydrates de métaux lourds tels que le bismuth, le mercure, le tungstène, l'iode, leur permettant ainsi d'adopter une structure d'ammonium quaternaire (Rizk, 1982).

II. COMPOSES PHENOLIQUES OU POLYPHENOLS

Les polyphénols sont des produits du métabolisme secondaire des végétaux. Ils sont caractérisés par la présence d'au moins un noyau benzénique auquel est directement lié un ou plusieurs groupement(s) hydroxyle(s) libre(s), ou engagé(s) dans une autre fonction tels que les éther, ester, hétéroside (Bruneton, 1999 ; Lugasi *et al.*, 2003). Les composés phénoliques constituent l'un des groupes les plus largement distribués chez les végétaux avec plus de 8000 structures connus (Lugasi *et al.*, 2003). Ils sont présents dans toutes les parties des végétaux supérieurs (racines, tiges, feuilles, fleurs, pollens, fruits, graines et bois), mais leur nature et teneur varient largement d'une espèce à l'autre (Grolier *et al.*, 2001). Ils constituent un ensemble de composés dérivant de la phénylalanine et de la tyrosine (Phillips *et al.*, 2005). La figure 6 donne deux exemples de composés phénoliques.

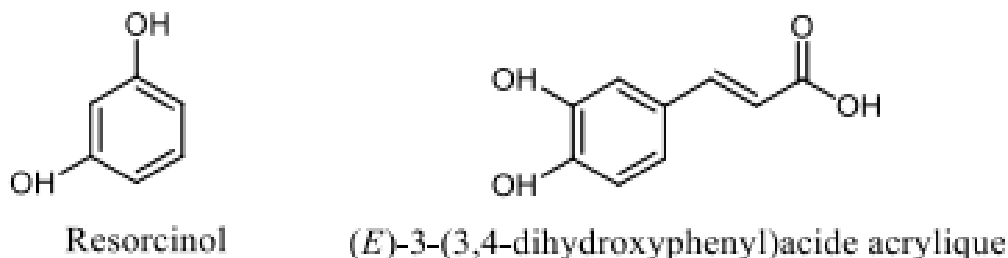


Figure 6: Exemple de composés phénoliques

II.1. Propriétés physico-chimiques

Les composés phénoliques sont hydrosolubles, de poids moléculaires compris entre 500 et 3000 Dalton. Les deux propriétés fondamentales que partagent toutes les classes de polyphénols sont les propriétés réductrices qui sont à la base de la capacité de ces substances à piéger les espèces oxygénées (activité antioxydante) et leur capacité à s'oxyder (Sarni-Manchado & Cheynier, 2006). La complexation métallique des polyphénols est susceptible de limiter l'absorption intestinale des ions métalliques d'importance biologique comme le fer (Bruneton, 1999).

II.2. Propriétés biologiques

Les composés phénoliques interviennent dans plusieurs domaines de la santé tels que la lutte contre l'athérosclérose et le vieillissement des cellules. Leur activité biologique est liée à leur pouvoir antioxydant et leur interaction avec les protéines (Sarni-Manchado & Cheynier, 2006).

Les composés phénoliques sont utilisés pour combattre les odeurs émanant des eaux usées et pour lutter contre les infections chirurgicales.

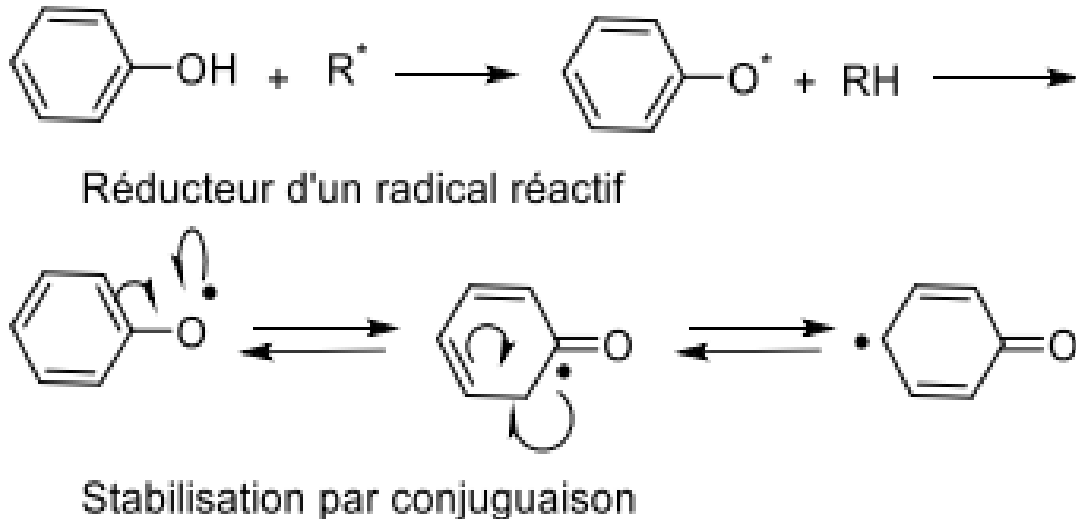


Figure 7: Mécanisme d'action des polyphénols

II.3. Classifications

Les composés phénoliques sont classés en phénols simples (phénol) et en benzoquinones (figure 8), en acides phénoliques, en flavonoïdes et en tannins.

Les acides phénoliques sont des composés non flavoniques. Ils sont présents dans les plantes sous forme combinée. Ils dérivent de l'acide benzoïque et existent sous forme d'ester ou de glucoside. Ils regroupent les acides hydroxybenzoïques, hydroxycinnamiques et leurs dérivés.



Figure 8: Structure du phénol et de la benzoquinone

II.3.1. Acides hydroxybenzoïques

Les acides hydroxybenzoïques (Figure 9) dérivent de l'acide benzoïque et sont formés d'un squelette à sept atomes de carbones (C6-C1).

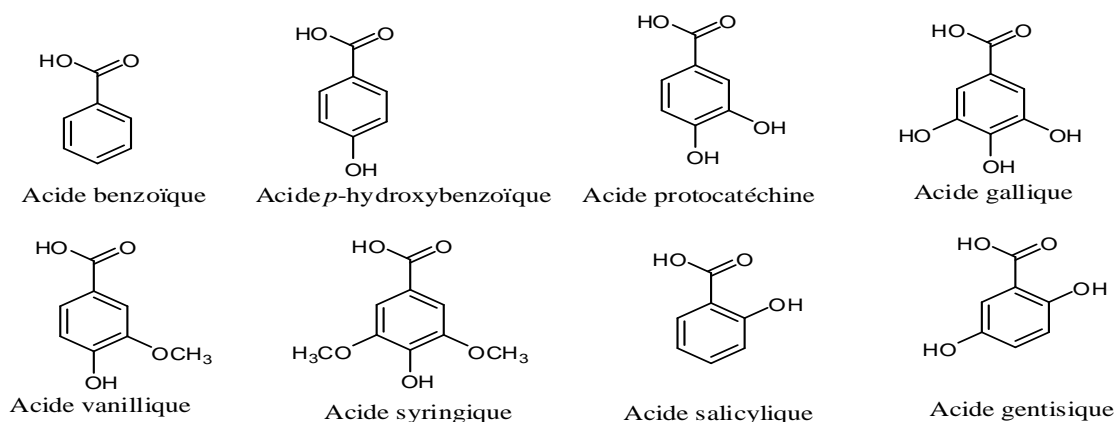


Figure 9: Structures de quelques acides hydroxybenzoïques

II.3.2. Acides hydroxycinnamiques et leurs dérivés

Ils sont aussi appelés phénylpropanoïdes et possèdent une structure du type C6-C3 dérivée de celle de l'acide cinnamique. Les composés les plus fréquents sont les acides *p*-coumarique et caféique, ainsi que l'acide férulique et sinapique (Figure 10). Les esters d'acides hydroxycinnamiques contribuent aux caractéristiques organoleptiques des produits transformés telles que l'amertume, l'astringence et le brunissement enzymatique (Macheix *et al.*, 2006).

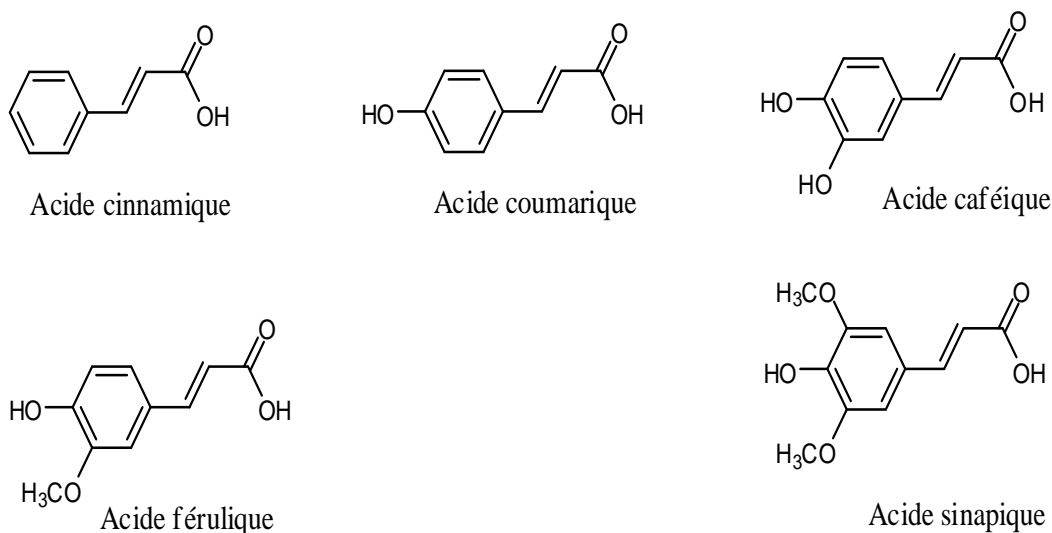


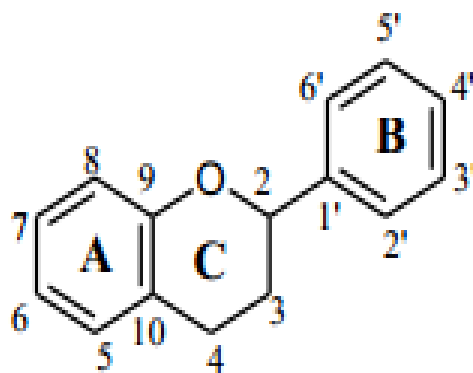
Figure 10: Structures de quelques acides hydroxycinnamiques

II.3.3. Flavonoïdes

Ce sont des pigments quasiment universels des végétaux qui sont en partie responsables de la coloration des fleurs, des fruits et parfois des feuilles (Biaye, 2002). Les flavonoïdes ont un rôle important dans la protection de la plante contre les insectes et les agents pathogènes (Harbone, 1980).

Ce groupe de composés est défini par une structure en C15, caractérisée par un enchaînement de deux noyaux aromatiques A et B liés par une unité de trois carbones (C3):

Ar (A) -C3(C)- Ar (B).



Les différentes classes sont déterminées par le degré d'oxydation de l'unité de liaison, tandis que les composés de la même classe sont déterminés par le pont d'hydroxylation ou d'autres substitutions du noyau A ou B.

Les flavonoïdes sont hydroxylés en position 3, 5, 7, 3', 4' et 5', et sont souvent glycosylés. On attribue aux flavonoïdes des propriétés variées : antioxydante, antiallergique, antispasmodique, antibactérienne, hépatoprotectrice, oestrogénique (Bors *et al.*, 1998).

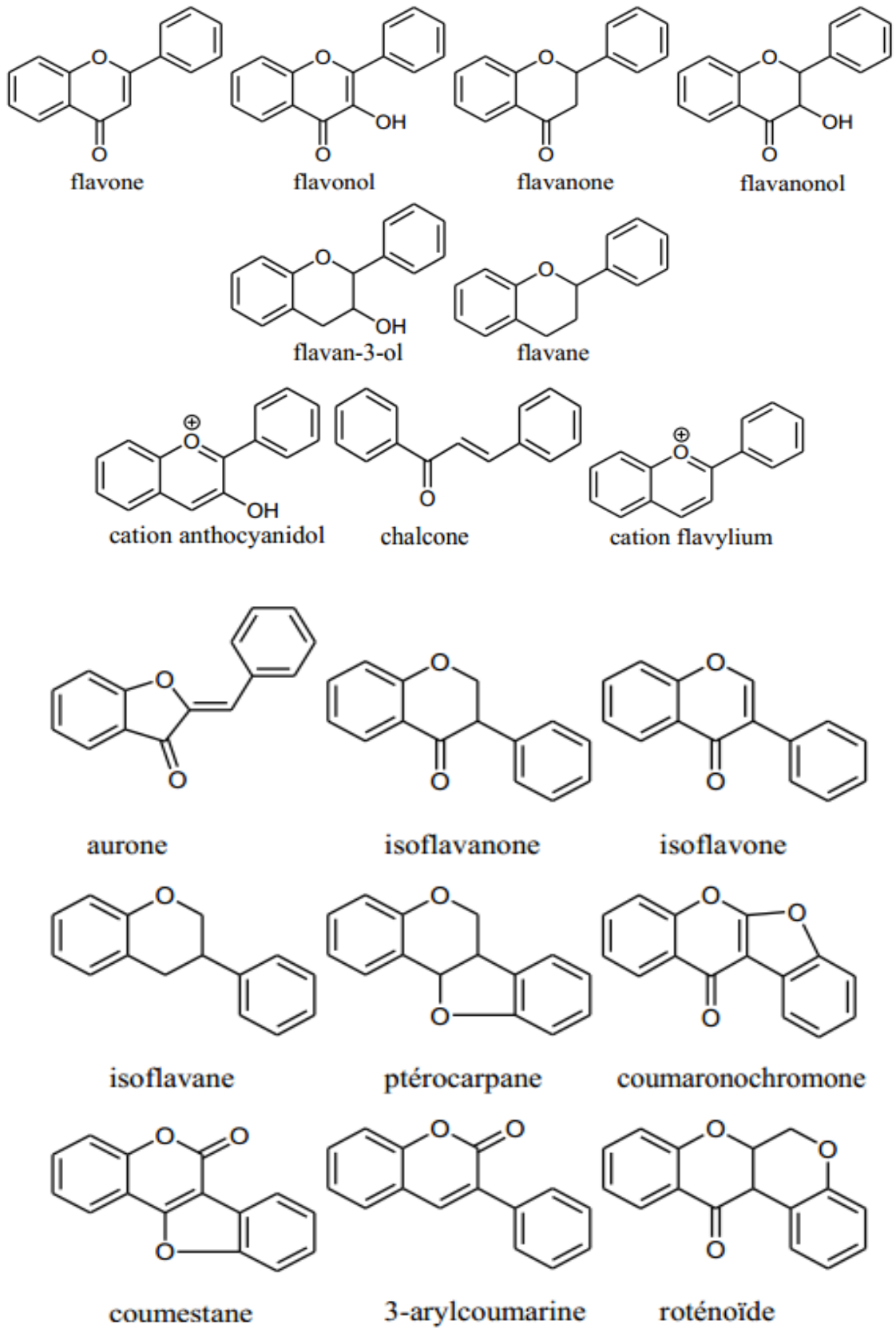
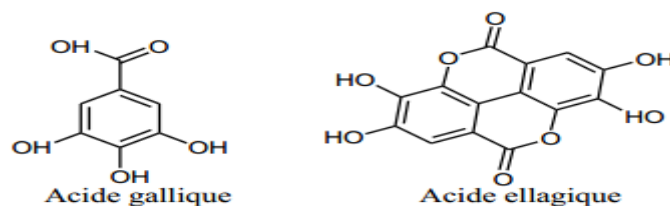


Figure 11: Structure de quelques flavonoïdes

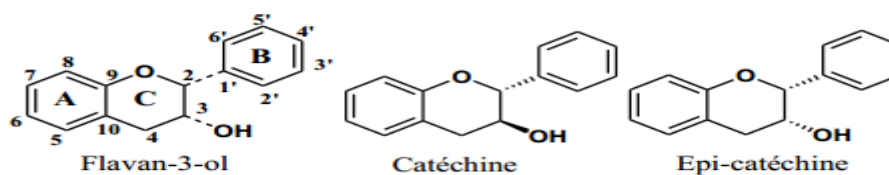
II.3.4. Tanins

Les tannins sont utilisés depuis très longtemps pour convertir la peau des animaux en cuir grâce à l'interaction des flavonoïdes avec les fibres de collagène, protéine riche en résidus proline et hydroxyproline (Codornui- Hernandez *et al.*, 2003). Selon leur structure, ils sont classés en deux groupes majeurs : les tannins condensés (proanthocyanidines) et les tannins hydrolysables (gallotanins et ellagitanins). Les tanins hydrolysables sont des esters d'acide gallique ou d'acide ellagique et de glucose.



Les tannins condensés encore appelés proanthocyanidines, sont des oligomères ou polymères de flavan-3-ols qui ont la propriété de libérer des anthocyanes en milieu acide, à chaud, par rupture de la liaison intermonomérique (Porter, 1986 ; Cheynier & Sarni- Marchando, 2006). Leur structure complexe est formée d'unités répétitives monomériques qui varient par leurs centres asymétriques, leur degré d'oxydation et leur nombre de substituant galloylé (Souquet *et al.*, 1996).

Selon la nature de l'anthocyane libérée, on distingue deux types de proanthocyanidines : d'une part les procyanidines (polymères de catéchine, d'épicatéchine et de leur 3-O-gallate) qui libèrent de la cyanidine et d'autre part, les prodelphinidines (polymères de gallocatéchine, S d'épigallocatéchine et de leur 3-O-gallate) qui libèrent de la delphinidine (Adams, 2006).



Les unités de flavan-3-ol sont liées entre elles par des liaisons carbone-carbone de type 4-8 ou de type 4-6.

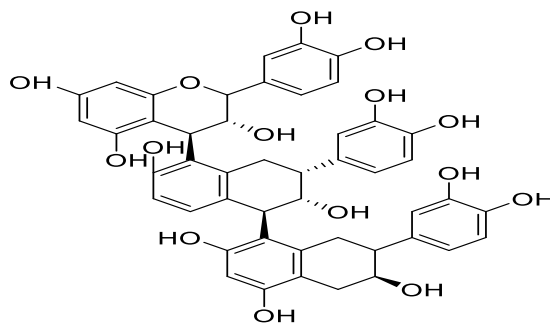


Figure 12: Exemple de structure d'un trimer de type 4-8

Les tanins ont des propriétés anti-oxydantes, antimicrobiennes et anti-inflammatoires (Bruneton *et al.*, 1999). Leur aptitude à piéger les radicaux libres pourraient réduire le risque de maladies cardio-vasculaires et de cancer (**Faculté de pharmacie de Monastir- Dcep1**).

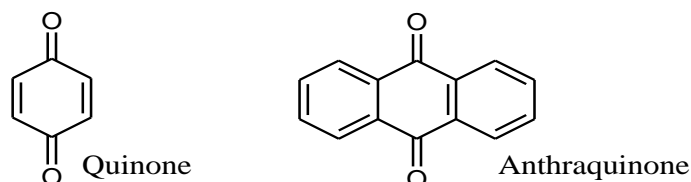
II.4. Caractérisation

Les composés flavoniques sont réduits en présence d'un acide concentré et de magnésium. Après élimination d'une molécule d'eau, le produit de réduction conduit à des anthocyanidines de couleur rouge.

Les anthocyanes et les leucoanthocyanes sont mis en évidence par la réduction du noyau du flavonoïde, mais cette fois-ci en absence de métaux.

Les tannins sont des dérivés hydroxylés de carbures aromatiques. Les hydroxyles peuvent être libres ou engagés dans des substitutions de type O-méthyle, O-glycosyle, O-prényle. Le chlorure ferrique (FeCl_3) en solution diluée forme avec les phénols des colorations variant du bleu au violet, qui sont dues à la formation de complexes d'oxydation.

Les quinones et anthraquinones font partie du groupe des quinones naturelles qui sont des substances oxygénées engendrées par l'oxydation des composés aromatiques et caractérisées par un motif 1,4-dicétocyclohexa 2,5-diène.



La caractérisation de ces principes actifs (anthraquinoniques) dans les broyats est effectuée par la réaction de BORNTRAGER. Elle est basée sur la coloration rouge que fournissent les 1,8-dihydroxyanthraquinone lorsqu'elles sont placées en milieu fortement alcalins. L'extrait

aqueux est traité en milieu acide dans le but de transformer l'ensemble des principes actifs en anthraquinones libres, car ils peuvent être liés à des hétérosides (Durand *et al.*, 2011).

III. TERPENOIDES ET STEROIDES

Les terpènes sont produits par de nombreuses plantes, en particulier les conifères. Ce sont des composants majeurs de la résine et de l'essence de térébenthine produite à partir de résine. Ce sont des hydrocarbures naturels, de structures cycliques ou à chaînes ouvertes. Leur formule brute est: $(C_5H_x)_n$ où x est variable en fonction du degré d'insaturation de la molécule et n peut prendre des valeurs allant de 1 à 8 sauf dans les polyterpènes qui peuvent atteindre plus de 100 (le caoutchouc par exemple). La molécule de base est l'isoprène (2-méthylbutadiène) de formule C_5H_8 (figure 13). Le terme terpénoïde désigne un ensemble de substances présentant le squelette des terpènes avec une ou plusieurs fonctions chimiques (alcool, aldéhyde, cétone, acide, lactone).

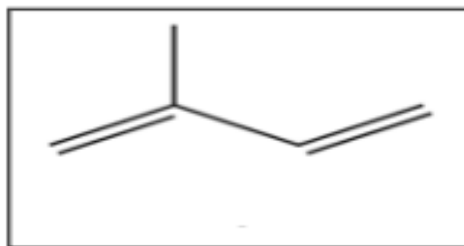


Figure 13: Molécule d'isoprène

III.1. Propriétés physico-chimiques

Les terpénoïdes sont des molécules à nombre de carbones multiples de 5, et dont le précurseur est l'isopentényl diphosphate (IPP). Ils sont formés de l'assemblage d'un nombre entier d'unités pentacarbonées ramifiées dérivées du 2-méthyl butadiène $(C_5H_8)_n$. Ces squelettes peuvent être arrangés de façon linéaire ou former des anneaux. Il existe environ 20000 composés terpéniques connus. Ils sont plus solubles dans les solvants moins polaires.

III.2. Propriétés biologiques

Les terpènes possèdent des propriétés anti-hypertensive, antirétrovirale, anti-inflammatoire, analgésique, antimicrobienne et antiparasitaire (Yu *et al.*, 2013). Certains tels que les cholestérols sont dangereux pour la santé.

III.3. Classifications

En fonction du nombre n (entier) d'unités, on peut distinguer pour les monoterpènes (C10) (n = 2), les sesquiterpènes (C15) (n = 3), les diterpènes (C20) (n = 4), les sesterpènes (C25) (n=5), les triterpènes (C30) (n = 6), les tétraterpènes (C40) (n = 8) et les polyterpènes. Parmi les terpènes, les plus importants sont l' α -pinène, le β -pinène, le δ -3-carène, le limonène, le carotène.

III.4. Caractérisation

Les colorations bleu-vert et rouge-violet à rose indiquent respectivement la présence des stéroïdes et des triterpènes. Ces colorations sont dues à une déshydratation en position 3, par addition d'acide sulfurique concentré. Cette réaction est suivie soit d'une isomérisation soit d'une transposition moléculaire, ce qui provoque le changement de coloration (Lucchesi, 2005).

IV. DIFFERENTES METHODES DE PREPARATIONS DES PLANTES

Le mode de préparation d'une plante médicinale est la méthode d'extraction des principes actifs responsables d'action curative. Il peut avoir un effet sur la quantité des produits chimiques présents.

Les modes de préparation les plus courants sont : l'infusion, la décoction et la macération.

IV.1. Infusion

C'est une méthode d'extraction des principes actifs qui consiste à faire bouillir une certaine quantité d'eau. Dès le début de l'ébullition, on retire le récipient de la source de chaleur et on y ajoute une quantité de plante et on laisse refroidir (en général de 10 à 20 minutes).

IV.2. Décoction

C'est une méthode d'extraction des principes actifs et/ou des arômes d'une préparation généralement végétale par dissolution dans l'eau bouillante. Elle s'applique généralement aux parties les plus dures des plantes : racines, graines, écorce, bois. Elle est utilisée en herboristerie, en teinturerie, en brasserie et en cuisine.

IV.3. Macération

La macération est une opération qui consiste à laisser la poudre du matériel végétal en contact prolongé avec un solvant pour en extraire les principes actifs. C'est une extraction qui se fait à température ambiante (Lagnika, 2005 ; Djabou, 2006).

PARTIE 2: MATERIEL
ET METHODES

CHAPITRE 1: MATERIEL

I. MATERIEL VEGETAL

Le matériel végétal utilisé est essentiellement constituée des feuilles de l'espèce *Baphia nitida*.



a



b

Figure 14: Feuilles séchées(a) et broyée(b) de *Baphia nitida*

II. MATERIEL TECHNIQUE

II.1. Solvants

Pour l'extraction des principes actifs nous avons eu besoin des solvants comme :

- l'hexane;
- le dichlorométhane ;
- le méthanol;
- l'eau.

II.2. Réactifs

Pour la caractérisation ou l'identification des phytoconstitués nous avons utilisé les réactifs suivants :

- L'acide chlorhydrique ;
- Le magnésium ;
- Le chlorure de Fer ;
- Le réactif de Burchard ;
- Le réactif de Stiasny ;
- Anhydride acétique
- Acide sulfurique

- L'hydroxyde de potassium

II.3. Appareillage

L'appareillage utilisé est constitué :

- d'agitateurs magnétiques pour les macérations ;
- d'un bain marie pour réaliser des ébullitions et chauffage
- d'une balance analytique de précision (0.01g) pour prendre la masse des broyats ;
- d'une étuve pour le séchage des broyats
- d'une broyeuse électrique.
- Un four à moufle

II.4. Autres matériels

Le matériel annexe est constitué :

- d'une spatule pour le prélèvement de la masse de broyats ;
- de la verrerie courante du laboratoire ;
- d'une calotte ;
- de barreaux aimantés pour agiter les milieux.

CHAPITRE 2: METHODES

I. ETUDE PHYTOCHIMIQUE DES EXTRAITS DES FEUILLES

I.1. Préparation de la matière végétale

I.1.1. La récolte

La récolte des feuilles de cette espèce de plante a été effectuée en Juillet 2020 à Gbékita péa à dix kilomètres de Daloa au centre ouest de la Côte d'Ivoire.

Les feuilles de *Baphia nitida*, ont été récoltées dans une jachère près de la forêt aux singes du village de Gbékita péa dans la région du haut-Sassandra (Daloa) durant le mois de juillet 2020.

I.1.2. Le séchage

Transporté au laboratoire, le matériel végétal a été lavé puis séché à l'abri de la lumière solaire durant 8 semaines.

I.1.3. Le broyage

Une fois séché, le matériel végétal a été broyé afin de le rendre en poudre pour faciliter l'extraction des principes actifs.

I.2. Techniques d'extraction des métabolites secondaires

Le principe de l'extraction consiste à traiter un mélange homogène ou non de solides ou de liquides par un solvant pur dans le but d'en extraire un ou plusieurs constituants. Deux types d'extractions sont souvent combinés: l'extraction liquide-liquide et l'extraction solide-liquide.

Le type d'extraction dont nous avons eu recours dans nos travaux est l'extraction solide-liquide.

I.2.1. La macération

Dans un solvant organique (eau, méthanol, dichlorométhane, hexane) de 100 mL à froid, on ajoute 5g de broyats (broyat de feuille, broyat d'écorce de racine et broyat d'écorce de tige). Le mélange est mis sous agitation pendant 24h ; la solution obtenue est filtrée avec un coton hydrophile.

I.2.2. La décoction

Cette méthode d'extraction a été effectuée selon le protocole décrit par Nshimiyimana et He, 2010 en y apportant quelques modifications :

Dans 100mL d'un solvant organique (eau, méthanol, dichlorométhane et l'hexane.) est ajoutée 5gramme de matière végétale broyée puis agiter manuellement et doucement. Le mélange obtenu est chauffé avec une calotte à 100°C pour l'eau, 60°C pour le dichlorométhane et

l'hexane et 70°C pour le méthanol pendant 30 minutes. Après 30 minutes, le mélange est laissé refroidir à la température ambiante puis filtrer sur un coton hydrophile.

I.2.3. L'infusion

Dans un bécher de 500mL, le solvant organique (eau, méthanol, dichlorométhane et l'hexane) est chauffé avec une plaque chauffante jusqu'à l'ébullition totale. Un volume de 100mL du solvant est prélevé, à ce volume on ajoute 5g de broyats ; le mélange ainsi obtenu est agité manuellement et doucement. Puis ensuite le mélange est laissé refroidir pendant 15 minutes. Afin la solution obtenue est filtrée par du coton hydrophile.

I.3. Caractérisation des composés chimiques

I.3.1. Détection des alcaloïdes : test de Wagner

A 2 mL de l'extrait avec le solvant organique (eau, méthanol, hexane et le dichlorométhane) des différents organes de notre plante ; on ajoute 1mL du réactif Wagner (1,27 g de I₂ et 2 g de KI dissout dans 100 mL de H₂O).

L'apparition de précipités intenses colorés indique une réaction positive.

I.3.2. Détection des polyphénols

Elle se réalise à partir de 2 mL de l'extrait des feuilles de *Baphia nitida* qui seront réparties dans des tubes étiquetés, puis on ajoute une goutte de solution aqueuse de chlorure ferrique (FeCl₃) à 2%, la lecture se fera en quelques minutes, qui montrera des polyphénols par l'apparition d'une couleur bleu-noirâtre ou verte par l'apparition d'une couleur bleu-noirâtre ou verte (Wagner, 1983).

I.3.3. Test des flavonoïdes

Dans un tube à essai contenant 2mL d'extrait, sont ajoutés 3 à 5 gouttes d'une solution d'acétate de plomb basique à 10m/v.

L'apparition d'une coloration jaune orangée indique la présence de flavonoïdes.

I.3.4. Test des coumarines

A 10 gouttes d'une solution de KOH à 10% (m/v) sont additionnées à 3-5 mL d'extrait végétal. Le mélange est chauffé au bain-marie. Ensuite, sont ajoutés 5 à 10 mL d'eau distillée et la masse réactionnelle est vigoureusement agitée. La solution obtenue est neutralisée avec une solution de HCl à 10% (v/v) jusqu'à obtenir une solution acide. Si à cet effet, l'on observe un trouble ou une précipitation, alors la présence de coumarines est confirmée.

I.3.5. Mise en évidence des quinones

Dans un tube à essai contenant 2mL de l'extrait, on ajoute 0,5mL d'une solution de soude (NaOH) à 10% (m/v). L'apparition d'une coloration jaune, rouge ou violette indique la présence des quinones.

I.3.6. Mise en évidence des anthocyanes

A 1mL d'extrait contenu dans un tube à essai, on ajoute 1mL d'une solution d'hydroxyde de potassium (NaOH) et 1mL d'une solution d'acide chlorhydrique (HCl). Le mélange obtenu est ensuite plongé dans un bain marie. Une coloration rouge, bleue, violette ou jaune indique la présence des anthocyanes.

I.3.7. Mise en évidence des indoles

A 2 mL d'extrait contenu dans un tube à essai, on ajoute deux à trois gouttes de réactif de Salkowski. L'apparition d'un précipité jaunâtre indique la présence d'indoles. Le réactif est obtenu par mélange de 3 mL d'une solution aqueuse de chlorure de fer (III) à 1,5mol/L, 100 mL d'eau distillée et 60 mL d'acide sulfurique concentré.

I.3.8. Test des Tanins

On introduit 2 mL d'infusé dans un tube à essais, puis on ajoute 1 mL d'une solution aqueuse de FeCl₃ à 1 %. En présence de tanin, il se développe une coloration verdâtre ou bleu noir (Edeogal *et al.*, 2005).

I.3.9. Les Phlobatanins

On fait bouillir l'extrait contenant 1% d'une solution d'acide chlorhydrique.

L'apparition d'un précipité rouge traduit la présence de phlobatanins.

I.3.10. Détection des stérols et terpènes : Réaction de Lieberman et Burchard

Dans un volume de 2mL de la solution à analyser, on y ajoute 1 mL d'anhydride acétique.

Ensuite 0,5mL d'acide sulfurique concentré est lentement coulé sur les parois du tube à essai.

La réaction est positive s'il y a apparition d'un anneau pourpre ou violet virant au bleu puis au vert (Wagner, 1983).

I.3.11. Les saponosides ou saponines

Dans un tube à essai, introduire 10 mL du filtrat et agiter vigoureusement pendant 10 à 15 secondes. Placer le tube verticalement pendant 15 min. Si la mousse persiste au bout de cette période, la drogue végétale contient des saponines (Wagner, 1983)

I.3.12. Les composés réducteurs

On ajoute 1mL de liqueur de Fehling à 2mL de notre extrait puis l'ensemble est plongé dans un bain marie pendant 8minutes. L'obtention d'un précipité rouge brique indique la présence des composés réducteurs.

II. DETERMINATION DE LA COMPOSITION BIOCHIMIQUE ET MINERALE DES FEUILLES DE *Baphia nitida***II.1. Détermination du taux d'humidité et de matières sèches**

Le taux d'humidité (TH) de chaque échantillon a été déterminé selon la méthode AOAC (1990). Une masse de 5 g (PE) a été pesée dans des creusets en porcelaine préalablement tarés. L'ensemble creuset et échantillon (M1) a été porté à l'étuve à 105 °C jusqu'à obtention d'une masse constante (pendant 24 h). Au bout du temps de séchage, le creuset retiré de l'étuve a été mis au dessiccateur pour le refroidissement avant d'être pesé (M2). Les taux d'humidité (TH) et de matière sèche (TMS) ont été déterminés à partir des relations mathématiques suivantes :

$$\text{TH (\%)} = \frac{(M_1 - M_2)}{\text{PE}} \times 100 \quad (1)$$

$$\text{(TMS) (\%)} = 100 - \text{TH (\%)} \quad (2)$$

II.2. 2.3.2. Dosage des protéines

Le dosage des protéines a été réalisé selon la méthode de Kjeldahl (AOAC, 1990). Un échantillon de la biomasse de 1 g a été chauffé à 400 °C pendant 150 min en présence d'une pincée du mélange de catalyseur (sélénium + sulfate de potassium (K₂SO₄)) et 20 ml d'acide sulfurique (H₂SO₄) 95-97 %. Le minéralisât obtenu a été complété à 60 ml avec de l'eau distillée. A ce volume, ont été ajoutés 50 ml de soude (40 %, p/v) avant d'être porté à ébullition dans un distillateur de type LEGALLAIS. L'ammoniac qui se dégagait a été piégé dans un vase doseur contenant 10 ml du mélange acido-basique (4 %, p/v) indicateur mixte (rouge de méthyle + vert de bromocrésol) à pH 4,4 -5,8. Le dosage a été réalisé par une solution décimolaire d'acide sulfurique.

$$\text{N \%} = \frac{V_{(\text{H}_2\text{SO}_4)} \times N_{(\text{H}_2\text{SO}_4)} \times 14,007 \times 100}{1000 \times \text{PE}} \quad (3)$$

Avec:

V(H₂SO₄): Volume en ml de H₂SO₄.

N(H₂SO₄): Normalité d'acide sulfurique versé (0,1N).

PE: Prise d'essai (g).

N%: Taux d'azote.

14,007: Masse atomique de l'azote.

La teneur en protéine a été obtenue en multipliant le taux d'azote par le coefficient de conversion 6,25 (Glowa, 1974).

II.3. Dosage des lipides

Les lipides totaux ont été extraits selon la méthode d'AOAC (1990) utilisant le SOXHLET. Un échantillon de 5 g a été pesé et introduit dans une cartouche de WHATMAN préalablement tarée. Un volume de 200 ml d'hexane a été déposé dans un ballon d'extraction préalablement pesé à vide. Le ballon contenant l'hexane (M₁) a été déposé sur la calotte chauffante (110 °C) pendant 8 h. Après ce temps d'extraction, le ballon a été retiré du SOXHLET et mis à l'étuve à 130 °C pendant 1 h pour l'évaporation totale du solvant. L'évaporation terminée, le ballon a été repesé (M₂). Le taux de lipide (TL) a été déterminé à partir de l'équation suivante:

$$\text{TL (\%)} = \frac{(M_2 - M_1)}{5 \text{ g}} \times 100 \quad (4)$$

II.4. Détermination du taux de cendres

Les taux de cendres (TC) ont été déterminés selon la méthode AOAC (1990). Une masse de 2 g d'échantillon a été pesé dans un creuset en porcelaine séché de masse M₁. L'ensemble échantillon + creuset (M₂), a été mis dans un four à moufle à 550 °C jusqu'à l'obtention d'une cendre blanche. L'échantillon ainsi incinéré a été mis dans un dessiccateur pour refroidissement. Le creuset contenant l'échantillon calciné a été pesé (M₃). Les taux de cendres (TC) ont été déterminés selon les relations suivantes:

$$\text{TC (\%)} = \frac{(M_3 - M_1)}{(M_2 - M_1)} \times 100 \quad (5)$$

II.5. Détermination des glucides totaux

Les glucides totaux ont été déterminés par différence selon l'équation suivante:

$$\text{Glucides totaux (\%)} = 100 - (\text{cendre(\%)} + \text{protéine(\%)} + \text{lipide(\%)}) \quad (6)$$

II.6. Valeur énergétique

La valeur énergétique des différents champignons a été calculée en utilisant la formule décrite par Crisan et Sands (1978). Ainsi, pour 100 g d'aliment, la valeur énergétique a été exprimée comme suit:

$$\text{Valeur énergétique (Kcal/100g)} = (8,37 \times \text{Lipides (\%)}) + (2,62 \times \text{Protéines (\%)}) + (4,2 \times \text{Glucides (\%)}) \quad (7)$$

II.7. Détermination des teneurs en différents éléments minéraux

Les minéraux ont été dosés par spectrophotométrie d'absorption atomique selon la méthode de digestion de l'AOAC (1990) utilisant les acides forts. Une quantité de 0,5 g de cendres issues de l'incinération de chacun des broyats des échantillons a été dissoute dans 31 ml d'un mélange constitué d'acide perchlorique (11,80 mol/L), d'acide nitrique (14,44 mol/L) et d'acide sulfurique (18,01 mol/L). Le mélange obtenu bien agité sous la hotte a été chauffé sur une plaque chauffante jusqu'à l'apparition de fumées blanches épaisses. Le milieu réactionnel a été ensuite refroidi sur la pailleuse pendant 10 min, puis dilué dans 50 ml d'eau distillée. Il a été porté de nouveau à ébullition pendant 30 min, puis refroidi à nouveau dans les mêmes conditions. Le mélange a été ensuite filtré sur le papier filtre Whatman n° 4 et le filtrat obtenu a été complété au trait de jauge de la fiole (50 mL) avec de l'eau distillée. La teneur de chaque élément minéral a été déterminée au spectrophotomètre atomique à flamme de marque VARIAN AA.20 à une longueur d'onde spécifique par comparaison aux solutions étalons.

PARTIE 3: RESULTATS ET DISCUSSION

CHAPITRE 1: RESULTATS**I. ETUDE PHYTOCHIMIQUE DES EXTRAITS DES FEUILLES****I.1. Screening phytochimique dans l'hexane**

Les composés qui se trouvent dans l'extrait hexanique des feuilles sont les stéroïdes & terpènes, les composés réducteurs, les anthocyanes et les indoles ; par contre les alcaloïdes les polyphénols, les flavonoïdes, les coumarines, les quinones, les saponosides, les tanins et les phlobatanins sont absents.

Tableau IV: Test phytochimique dans l'hexane

Métabolites secondaires	Macération	Feuille	
		Infusion	Décoction
Alcaloïdes	-	-	-
Stéroïdes et terpènes	+	++	+++
Polyphénols	-	-	-
Flavonoïdes	-	-	-
Coumarines	-	-	-
Quinones	-	-	-
Saponosides	-	-	-
Composés réducteurs	+	+-	-
Anthocyanes	+	++	+++
Indoles	+	+++	+
Tanins	-	-	-
Phlobatanins	-	-	-

+++ : Présence en forte quantité

++ : Présence en moyenne quantité

+ : Présence en faible quantité

+- : Présence en très faible quantité

- : Absence

I.2. Screening phytochimique dans le dichlorométhane

Le test phytochimique dans le CH_2Cl_2 a révélé la présence des alcaloïdes, des stérols & terpènes, les polyphénols, les anthocyanes, les indoles; les composés réducteurs sont en trace.

Les flavonoïdes, les coumarines, les quinones, les saponosides, les tanins et les phlobatanins sont absents dans l'extrait de dichlorométhane.

Tableau V: Test phytochimique dans le dichlorométhane

Métabolites secondaires	Feuille		
	Macération	Infusion	Décoction
Alcaloïdes	+++	++	+
Stérols et terpènes	++	++	++
Polyphénols	++	++	++
Flavonoïdes	-	-	-
Coumarines	-	-	+
Quinones	-	-	-
Saponosides	-	-	-
Composés réducteurs	+ -	+ -	+ -
Anthocyanes	+	+	+ -
Indoles	+ -	+	++
Tanins	-	-	-
Phlobatanins	-	-	-

+++ : Présence en forte quantité

++ : Présence en moyenne quantité

+ : Présence en faible quantité

+ - : Présence en très faible quantité

- : Absence

I.3. Screening phytochimique dans le méthanol

Les tanins, les quinones, les flavonoïdes, les polyphénols et les alcaloïdes sont les phytoconstitués présents dans l'extrait méthanolique des feuilles. Les anthocyanes et les phlobatanins sont en faible quantité.

Tableau VI: Test phytochimique dans le méthanol

Métabolites secondaires	Macération	Feuille		
		Infusion	Décoction	
Alcaloïdes	++	+	++	
Stérols et terpènes	-	-	-	
Polyphénols	++	+	++	
Flavonoïdes	+ -	+	+ -	
Coumarines	-	-	-	
Quinones	+ -	+	-	
Saponosides	-	-	-	
Composés réducteurs	-	-	-	
Anthocyanes	+ -	+ -	+ -	
Indoles	-	-	-	
Tanins	++	+	++	
Phlobatanins	+ -	+ -	+ -	

+++ : Présence en forte quantité

++ : Présence en moyenne quantité

+ : Présence en faible quantité

+ - : Présence en très faible quantité

- : Absence

I.4. Screening phytochimique dans l'eau

Le criblage phytochimique dans l'eau montre la présence de composés tels que les alcaloïdes, les polyphénols, les coumarines, les quinones, les saponosides, les composés réducteurs, les anthocyanes, les tanins et les phlobatanins ; cependant nous observons l'absence des stérols & terpènes et les indoles.

Tableau VII: Test phytochimique dans l'eau

Métabolites secondaires	Macération	Feuille	
		Infusion	Décoction
Alcaloïdes	+	++	+++
Stérols et terpènes	-	-	-
Polyphénols	+	++	++
Flavonoïdes	-	-	-
Coumarines	+	++	+++
Quinones	+	+	++
Saponosides	+	+++	++
Composés réducteurs	+	++	+++
Anthocyanes	++	+	+
Indoles	-	-	-
Tanins	+	+	++
Phlobatanins	+	++	++

+++ : Présence en forte quantité

++ : Présence en moyenne quantité

+ : Présence en faible quantité

- : Absence

II. DETERMINATION DE LA COMPOSITION BIOCHIMIQUE ET MINERALE DES FEUILLES DE *Baphia nitida*

II.1. Analyse minérale

L'analyse minérale montre la présence de calcium, potassium, sodium, cuivre, fer, magnésium, zinc et le phosphore. L'élément le plus abondant est le calcium avec une teneur de 65.07 mg/100g. Et le cuivre le moins abondant avec une teneur de 0.14mg/100g.

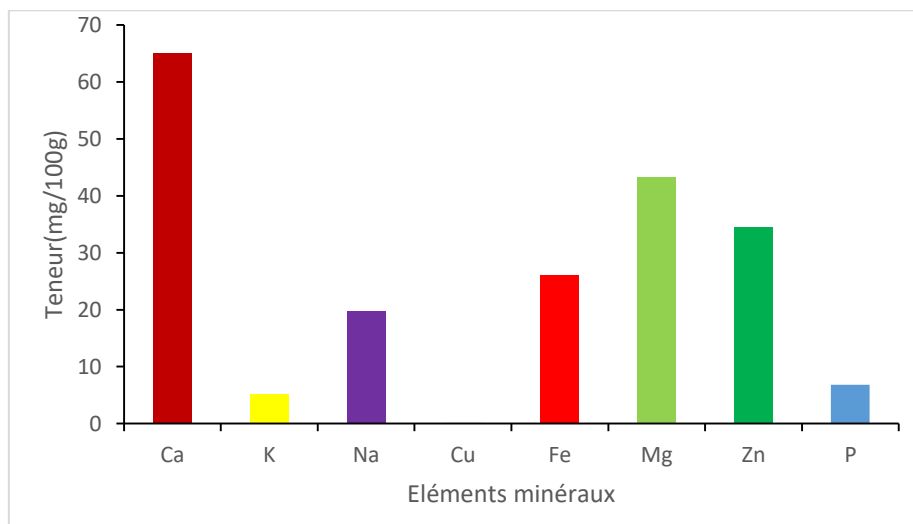


Figure 15: Composition minérale des feuilles de *Baphia nitida*.

II.2. Analyse nutritionnelle

La matière organique, la matière volatile et les glucides totaux sont les plus abondants. Les feuilles enregistrent un taux moyennement faible en eaux, en cendre, protéines, lipides.

Tableau VIII: Composition nutritive des feuilles de *Baphia nitida*

Taux d'humidité (TH%)	19.17±0.03
Taux de matière sèche (TMS%)	80.83±0.03
Taux de cendre (TC%)	10.78±0.03
Protéines(%)	9.92±0.03
Lipides(%)	4.82±0.03
Glucides totaux(%)	74.48±0.05
Valeur Energétique (Kcal/100g)	379.13±0.06

CHAPITRE 2: DISCUSSION

L'extrait à l'hexane ne contient que des stérols et terpènes, les anthocyanes et les indoles. Les composés réducteurs sont retrouvés qu'à la macération et sont en état de trace à l'infusion. En effet, l'hexane, solvant apolaire, débarrasse les broyats des graisses, des stérols et de certains pigments. Ces résultats sont similaires aux résultats obtenus par Kanté (2018), Akintayo *et al.* (2004) et Ouattara *et al.* (2011) sur *Blighia sapida* à l'exception de l'indole, et différents de ceux obtenus par Kabran *et al.* (2011). La fraction au dichlorométhane contient 7 composés sur les 12 recherchés. A l'exception des alcaloïdes et des anthocyanes, la température favorise l'extraction des autres composés. La meilleure méthode à retenir en termes de quantité (nombre de composé extrait) est l'infusion. Ces résultats ne sont pas conformes aux résultats de Kanté (2018) réalisés sur *Blighia sapida* ; plusieurs facteurs tels que le matériel végétal, les conditions d'opération peuvent expliquer cette différence. Cependant nous n'avons pas trouvé de données de la littérature concernant l'extrait au dichlorométhane réalisé sur les feuilles de la *Baphia nitida* pour les comparer à nos résultats. L'analyse des résultats du tableau VII révèle l'absence des stérols & terpène, des flavonoïdes et des indoles sur les 12 composés recherchés. Ces résultats montrent aussi que la décoction est la meilleure méthode d'extraction des métabolites secondaire, suivis de l'infusion puis la macération. Ce résultat concorde avec ceux de Bohui *et al.* (2018), avec ceux de Mahmoudi Souhila *et al.* (2013) sur l'étude d'Artichaut et similaire à ceux de Konkon *et al.* (2006), lors de l'étude de l'identification des groupes de constituants chimiques présentant un intérêt pharmacologique, ils ont testé trois modes d'extraction à savoir la décoction, l'infusion et la macération. Ils ont trouvé que la méthode d'extraction par décoction du point de vue qualitative, est efficace que les autres méthodes d'extraction (macération et l'infusion). En effet, le temps est très long dans le cas de la macération (24heures) par rapport à la décoction (15minutes). Selon Naima *et al.* (2015), la prolongation du temps d'extraction peut déterminer le rendement de l'extrait et pourrait entraîner la dégradation de certaines substances naturelles comme les polyphénols et les flavonoïdes. L'extrait méthanolique et aqueux contiennent sensiblement les mêmes familles de composés à l'exception des flavonoïdes qui sont présents uniquement dans la fraction méthanolique et les composés réducteurs et les saponosides qui sont spécifiques à l'extrait aqueux. De façon générale la température ne joue pas un grand rôle lors de l'extraction des phyto-composés dans le méthanol. La macération et la décoction peuvent être retenues comme meilleure méthode d'extraction dans le méthanol. Cependant du point de vue économique et énergétique la

macération semble être la meilleure méthode. Tous les métabolites secondaires identifiés dans la plante présentent des propriétés biologiques qui pourraient expliquer l'utilisation de la plante en médecine non conventionnelle pour le traitement des pathologies locales. Le nombre de composé extrait augmente avec la polarité du solvant.

L'analyse par spectrophotométrie d'absorption atomique a permis de déterminer la composition minérale des feuilles de la *baphia nitida*. Les minéraux sont des nutriments inorganiques nécessaires en petites quantités.

Les résultats obtenus montrent la présence du calcium(Ca), magnésium(Mg), phosphore(P), potassium(K), fer(Fe), cuivre(Cu), sodium(Na) et le zinc(Zn). Les travaux réalisés par (Odhav *et al.*, 2007) sur *C. asiatica* en Afrique du Sud ont montrés des teneurs en calcium(2,4 mg/100g), magnésium(0,3 mg/100g), sodium(0,02 mg/100g), fer(10 mg/100g), phosphore(0,3 mg/100g), zinc(20 mg/100g). Ces résultats sont en désaccord avec les nôtres. Ces mêmes auteurs ont trouvés pour les feuilles d'*Amoranthus spinosus*, que le calcium et le magnésium sont les éléments les plus abondants ; ce qui est accord avec nos résultats.

A l'exception des éléments comme l'aluminium, le silicium, le chlore et le soufre, nos résultats sont similaires à ceux obtenus par N'gaman (2013) sur le *Gmelina aborea* Roxb. Selon IFDC(2015) les minéraux se retrouvent dans la plante à partir des sols. Les plantes prélèvent les éléments minéraux du sol pour produire les composés organiques. Il est établi que plusieurs éléments sont nécessaires pour le fonctionnement normale de la plante (Anonyme, 2007). Notons aussi la présence des oligoéléments tels que le fer (essentiel dans la formation de la chlorophylle et catalyseur de plusieurs enzymes) et d'élément utile Zn et Cu.

En plus de leur importance comme minéraux dans la croissance de la plante, le fer et le magnésium sont beaucoup utilisés comme enzymes et sont aussi important dans l'alimentation et la santé (Davidian *et al.*, 2007 ; Mossion,2007). De par leurs différentes actions, les éléments minéraux sont indispensables à la bonne croissance et au bon développement des végétaux.

Les minéraux sont les facteurs les plus importants dans le maintien de tous les processus physiologiques. Ils sont des constituants des dents, des os, des tissus, du sang, des muscles et des cellules nerveuses. Les vitamines peuvent ne pas être correctement assimilées sans le bon équilibre de minéraux. Par exemple, le calcium est nécessaire pour l'utilisation de la vitamine C.

Les feuilles étudiées ont une faible teneur en eau de l'ordre de 19%. Ces résultats sont différents de ceux obtenus par Razafindralambo (2013) et comparable à ceux de Diop *et al.* (2005) et Nivoarilanto (2018) sur la pulpe des baobabs Malgache ; cette faible teneur en eau traduit une valeur importante de la matière sèche (80.83%) et pourrait s'expliquer par le lieu de récolte. Ce qui permet d'avoir, d'une part une concentration élevée en nutriments, d'autre part, un stockage plus facile des feuilles. Compte tenu de la faible teneur en eau, nous avons trouvés une quantité très importante en glucides (74.48%) dans les feuilles. Ces résultats sont similaires avec ceux obtenus par (Nivoarilanto, 2018).

La teneur en protéines des feuilles de la *Baphia nitida* est estimée à 9.92%. Ces résultats similaire à ceux obtenus par Cissé(2012) sur l'espèce *A.rubrostipa* de baobab et en désaccord avec ceux de (Lockett *et al.*, 2000) sur l'espèce *digitata*. Les protéines servent à construire et à entretenir les cellules, et leur dégradation chimique forment de l'énergie produisent près de 4kcal/g.

**CONCLUSION ET
PERSPECTIVES**

L'objet de la présente étude se situant dans le cadre de la contribution à la valorisation des plantes médicinales de Côte d'Ivoire, a porté sur l'étude chimique des feuilles de *Baphia nitida*, une Fabaceae de Côte d'Ivoire utilisée en médecine traditionnelle pour le traitement des maladies telles que la varicelle, les hernies, la stérilité, l'hémorroïde etc.

Les résultats obtenus à partir du tri phytochimique par des tests de détection a permis de montrer que ladite espèce renferme les alcaloïdes, les stéroïdes & terpènes, les polyphénols, les flavonoïdes, les coumarines, les quinones, les saponosides, les composés réducteurs, les anthocyanes, les indoles, les tanins et les phlobatanins. Quant à l'analyse biochimique et minérale, elle a révélé la présence des lipides, protéines, glucides, de calcium, de magnésium, de potassium, de sodium, de fer, de zinc, et de phosphore. L'analyse a aussi montré une faible teneur en eau, ce qui permet une très bonne conservation des feuilles. Compte tenu de cette faible humidité, les teneurs en glucides, se révèlent très élevées (74,48%). Les feuilles de la *Baphia nitida* sont aussi pauvres en lipides. Quant à la teneur en protéine, elle se situe aux environs de 10%. Elles fournissent en moyenne 379.13Kcal et ces valeurs sont intéressantes par rapport aux nombreux fruits et feuilles de grande consommation.

Au de tout ce qui précède, la valorisation des feuilles de *baphia nitida* peut être envisagée. Une consommation surtout conseillée pour la classe n'ayant pas une carence en fer à cause de la présence de composés phénoliques qui pourraient diminuer la biodisponibilité du fer.

Cependant, ces travaux de recherches sont incomplets et méritent d'être approfondis avec les perspectives suivantes :

- étudier les possibilités de valorisation de toute la partie de la plante (racine, écorce, fruits), non seulement pour l'usage alimentaire mais aussi à des fins pharmaceutiques, thérapeutiques et cosmétiques ;
- faire une étude quantitative et étudier les propriétés chimiques des différents composés extraits ;
- évaluation des propriétés antifongiques des extraits bruts et leurs composés actifs.

REFERENCES

- Adams D. (2006). Phenolic and ripening in grape berries, from ASEV phenolic symposium. *American Journal of Enology and viticulture*, 5(7):249-256.
- Adeyemi O. & Akindele A. (2008). Antidiarrhoeal activity of the ethyl acetate extract of *Baphia nitida*. *Journal of Ethnopharmacology*, 116: 407-412.
- Adeyemi O. & Ogunmakinde A. (1991). Neuromuscular effects of the aqueous extract of *Baphia nitida*. *Planta Medica*, 57 (2): 46-47.
- Adeyemi O., Yemitan O. & Taiwo A. (2006). Neurosedative and muscle-relaxant activities of ethyl acetate extract of *Baphia nitida* AFZEL. *Journal of Ethnopharmacology*, 106:312-316.
- Adjanohoun E. & Assi E., 1979 : Contribution au recensement des plantes médicinales de Côte d'Ivoire. *Centre National de Floristique*, Abidjan (Côte d'Ivoire), 358 p.
- Akande L., Akande B. & Gbenle G. (2011). Toxicological and antioxidant effects of ethanolic extract of *Baphia nitida* on diazepam induced oxidative stress in rats. *African Journal of Biochemistry Research*, 5(8): 255-263.
- Amadou K. (2020). Activité antibactérienne des extraits hydroacetoniques des feuilles, des tiges et des racines de *Baphia nitida* sur la croissance *in vitro* de *Shigella* sp (souche eeq). Mémoire de master en biologie-santé et Substances Naturelles d'intérêt option : phytothérapie et pharmacologie des substances naturelles, Université Jean Lorougnon Guédé(Daloa, Côte d'Ivoire), 69p.
- Aniszewski T. (2007). Alkaloids - Secrets of Life, Alkaloid Chemistry, Biological significance, Applications and Ecological Role. *Google eBook Front Cover*, 316p
- Anonyme(2007). Fertilisation minérale des cultures: les éléments minéraux secondaires et oligoéléments. Transfert de technologie en agriculture. Bulletin mensuel d'information et de liaison du PNTTA, Rabat (Maroc), 4p.
- Anulika N.P., Ignatius E.O., Raymond E.S., Osasere O.I & Abiola A.H. (2016). The chemistry of natural product: plant secondary metabolites. *International journal of technology enhancements and emerging engineering research*, 4 (8): 1- 8.

- AOAC International (1990). Official Methods of the Association of Analytical Chemists. 15th Ed., Washington (Etats-Unis), 1298p.
- APG (2009). An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 161: 105-121.
- Biaye M. (2002). Actions pharmacologiques des tanins. Thèse de doctorat, faculté de médecine, pharmacie et d'odonto-stomatologie, Université Cheikh Anta Diop (Dakar, Sénégal), 82p.
- Boumaza, O. (2006). Recherche et Détermination Structurale des Métabolites Secondaires de *Genista tricuspidata* (Fabaceae), et *Haloxyton scoparium* (Chenopodiaceae). Thèse de doctorat, faculté des sciences exactes département de chimie option : Phytochimie, Université Mentouri-Constantine (Constantine, Algérie), 182p.
- Bouquet A. & Debray M. (1974). Plantes médicinales de la Côte d'Ivoire. *ORSTOM*, Paris(France), 32: 232p.
- Bruneton J. (1987). Eléments de Phytochimie et de Pharmacognosie. Technique et Documentation Lavoisier Ed., Paris(France), 373p.
- Bruneton J. (1993). Eléments de Phytochimie de Plantes Médicinales. 2ème Edition, Technique et Documentation Lavoisier Ed., Paris(France), 372p.
- Bruneton J. (1999). Pharmacognosie, Phytochimie, Plantes médicinales. 3ème Edition Tec et Doc, Paris (France), 1120p.
- Burkill H. M. (Eds) (1985). Entry for *Lasiurus hirsutus* (Forssk.) Boiss. [family POACEAE]. *In: The useful plants of west tropical Africa*, 2nd edition. *Royal Botanic Gardens*, London(Canada): pp. 522-527.
- Cheynier V. & Sarni-Marchando P. (Eds) (2006). Structures Phénoliques et Gout. *In : Les Polyphénols En Agroalimentaire. Lavoisier Techniques et documentations*, Paris(France), 89-134.
- Cissé I. (2012). Caractérisation des propriétés biochimiques et nutritionnelles de la pulpe de baobab des espèces endémiques de Madagascar et de l'Afrique continentale en vue de leur valorisation. Thèse de doctorat, Montpellier SupAgro (France), 153p.

- Crisan E.V. & Sands A. (1978). Nutritional value. *In: The Biology and Cultivation of Edible Mushrooms*. Chang S.T. & Hayes W.A. (Eds.), London (Canada), pp.137-168.
- Davidian J-C., Cathala N., Gosti F & Fourcroy P. (2007). Le soufre dans le sol et son rôle dans la physiologie de la plante. *Académie d'agriculture de France*, 93(3) :53-55.
- Diop A.G., Sakho M., Donier M., Cissé M., & Reynes M. (2005). Le baobab africain (*adansonia digitata* L.) : Principales caractéristiques et utilisation. *Fruits*, 61(1) :55-69.
- Djabou N., (2006). *Sambucus Nigra* L, une plante de la pharmacopée traditionnelle Nord-Africaine. Mémoire de magistère en chimie Organique appliquée, Université Abou Bakr Belkaid (Tlemcen, Algérie), 123p.
- Durand M., Molinier V., Kunz W. & Aubry J. M. (2011). Classification of organic solvents revisited by using the COSMO-RS approach. *Chemistry a European Journal*, 17: 5155–5164.
- Edeoga H.O., Okwu D.E. & Mbaebie B.O. (2005). Phytochemical constituent of some Nigerian medicinal plants. *African Journal of biotechnology*, 4(7):685-688.
- Fouché JG, Marquet A & Hambuckers A (2000). Les plantes médicinales, de la plante au médicament. *Exposition temporel Liège*, 17p.
- Garraffo H.M., Caceres J., Daly J.W., Span de T.F., Andriamaharavo N.R. & Andriantsifana M. (1993). Alkaloids in Madagascar frogs (*Mantella*): pumilo-toxins, indolizidines, quinolizines et pyrolizidines. *Journal of Natural Products*, 56 (7): 1016-1038.
- Gérard J., Berdell R. & Martin L. (2003). Introduction à la microbiologie. *Edition du Renouveau pédagogique*, Paris(France), 945p.
- Glowa W. (1974). Zirconium dioxide, a new catalyst, in the Kjeldahl method for total nitrogen determination. *Journal of the AOAC*, 57(5):1228-1230.
- Grolier P., Borel P., Scalbert A. & Remesy C.(Eds.) (2001). Les Phytomicronutriments. *In : Traite de nutrition clinique de l'adulte, Médecine-Sciences. Flammarion*, Paris (France): pp.165-177.

- Harborne J.B., Boulter D. & Turner B.L. (1971). Chemotaxonomie of the Leguminosae. *Academic Press*, London (Canada), 612p.
- Hartmann T. (2007). From waste products to ecochemicals: fifty years research of plant secondary metabolism. *Phytochemistry*, 68:2831–2846.
- Heckman J. (2006). A history of organic farming: Transitions from Sir Albert Howard's war in the soil to USDA national organic program. *Reverend Agriculture and food systems*, 21(3):143-150.
- IFDC (2015). Les éléments nutritifs des plantes et leurs rôles. Catalyser l'intensification agricole accélérée pour la stabilité sociale et environnementale, Rapport annuel, Kigali(Rwanda) ,36p.
- Igor Passi L.B. (2002). Etude des activités biologiques de *Fagara zanthoxyloides* Lam(Rutaceae).Thèse de Doctorat, Faculté de Médecine de Pharmacie et D'Odontostomatologie, Université de Bamako (Bamako Mali), 128p.
- Jansen P. & Cardon D. (2005). Ressources végétales de l'Afrique tropicale 3. Colorants et Tanins. *Fondation PROTA*, Wageningen (Pays-Bas) ,288 p.
- John M.W. (2008). Plant secondary metabolites. *In: Methods in molecular biology*. Makkar H. P., Siddhuraju P. & Becker K. (Eds.), Totowa (New Jersey). Pp.38-185.
- Kabran G. R., Ambeu N. C. & Mamyrbékova B. J. (2011). CCM d'extraits sélectifs de 10 Plantes utilisées Dans le Traitement Traditionnel du Cancer du Sein en Côte d'Ivoire. *European Journal of Scientific Research*; 63 (4): 592-603.
- Konkon N., Ouattara D., Adjoungoua A., Simaga D., Koné B., N'guessan K. & Kouakou T. (2011). Anti-inflammatory and cicatrizing activity of *Baphia nitida* Lodd. Exudates. *International Journal of Biosciences* 1(5):45-50.
- Konkon N.G., Simaga D & Adjoungoua A. (2006) Etude phytochimique de *Mitragyna inermis* (Willd.) O. Ktze (Rubiaceae), plante à feuille antidiabétique. *Pharm Méd Trad Afr*, 14:73-80.

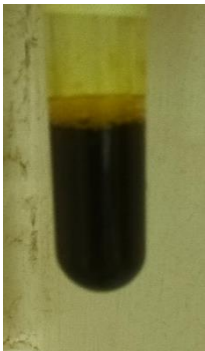
- Kouakou S., Sahpaz S., Irié N., Datte Y., kablan J., Gressier B. & Bailleul F. (2009). Oxygen species scavenger activities and phenolic contents of four West African plants. *Food Chemistry*, 118:430-435.
- Lagnika L. (2005). Etude phytochimique et activité biologique des substances naturelles isolées de plantes Béninoises. Thèse de doctorat, Faculté de pharmacie, Université Louis Pasteur Strasbourg (Alsace, France), 268p.
- Lewis G., Schrire B., Mackinder B & Lock M. (2005). Legumes of the world. *Edinburgh journals of botany*, 62(3):195-199.
- Lin S-Y., Liu, H-Y., Lu Y-L. & Hou W.C., (2005). Antioxidant activities of mucilage from different Taiwanese yam cultivars. *Botanical Bulletin of Academia Sinica*, 46:183-188.
- Lockett C., Calvert C. & Grivetti L., 2000. Energy and micronutrient composition of dietary and medicinal wild plants consumed during drought. Study of rural Fulani, Northeastern Nigeria. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 51(3):95-208.
- Louis S., (2004). Diversité Structurale Et D'activité Biologique Des Albumines Entomotoxiques De Type 1b Des Graines De Légumineuses. Thèse de Doctorat, Evolution, Ecologie Microbienne Et Modélisation option : Analyse et modélisation des systèmes biologiques, Institut National Des Sciences Appliquées De Lyon(France), 260p
- Lucchesi M.E. (2005). Extraction sans solvant assistée par Micro-ondes : Conception et application à l'extraction des huiles essentielles. Thèse de doctorat en science ; Université de la Réunion (Saint-Denis, France); 143p.
- Lugasi A., Hovari J., SagiK. & Biro L. (2003). The role of antioxidant phytonutrients in the prevention of diseases. *Journal Acta biologica szegediensis*, 47 (1-4):119-125.
- Macheix J.J., Fleuret A. & Sarni-Manchado P. (2006). Composés phénoliques dans la plante : Structure, Biosynthèse, Répartition et Rôles. In : Les polyphénols en agroalimentaire. Macheix J.J., Fleuret A. & Sarni-Manchado P. (Eds.); *Tec& Doc Lavoisier*, Paris(France), pp.1-27.

- Macheix J.J., Fleuriet, A. & Jay-Allemand C. (2005). Les composés phénoliques des végétaux : un exemple de métabolites secondaires d'importance économique. *Presses Polytechniques et Universitaires Romandes*, Lausanne(Suisse), 134p.
- Mann J., Davidson R. S., Hobbs J. B., Banthorpe D. V & Harborne J. B. (1994). Natural Products: Their Chemistry and Biological Significance. *Longman Scientific & Technical*, Harlow (Royaume Uni), 389p.
- Mauro-Neves M., (2007). Synthèse d'alcaloïdes biologiquement actifs : la (+)-anatoxine-a et la (±) camptothécine. Thèse de doctorat en chimie. Université Joseph Fourier (Grenoble, France), 186p
- Mehdi C., Philippe C., Catherine V., Bernard W., Modibo O., Hugo C., Ilse S., Lieve D. & Annelise L. (2010). Acylated flavonol pentaglycosides from *Baphia nitida* leaves. *Phytochemistry Letters* 3:70-74.
- Mossion A. (2007). Etude de la composition minérale et organique des liqueurs de thé et de leurs caractéristiques organoleptiques : Influence des paramètres physico-chimique de l'eau. Thèse de doctorat, Institut National Polytechnique (Toulouse, France) ,204p.
- N'gaman K.C.C. (2013). Etude phytochimique et effet d'extrait de *Gmelina arborea* Roxb. (Verbenaceae) de Côte d'Ivoire sur la stabilité osmotique d'erythrocytes. Thèse de doctorat en chimie des substances naturelles, Université Nangui Abrogoua (Abidjan, Côte d'Ivoire) ,139p.
- Naima R., Oummam M., Hannache H., Sesbou A., Charrier B.,Pizzi A. & Charrier-El Bouhtoury F.(2015). Comparison of the impact of different extraction methods on polyphenols yield and tanins extracted from Moroccan *Acacia mollissima* barks. *Industrial crops and products*, 70:245-252.
- Nivoarilanto S.L. (2018). Potentialité, pouvoir antioxydant et facteurs antinutritionnels de la pulpe des baobabs Malgaches. Mémoire de Master en biochimie fondamentale et appliquée option : Sciences des aliments et nutrition, Université d'Antananarivo (Madagascar), 46p.
- Nostro A, Germano MP, D'Angelo V, Marino A & Cannatelli MA (2000). Extraction methods and bioautography for evaluation of medicinal plant antimicrobial activity. *Lettre en microbiologie appliquée*, 30 (5): 379-384.

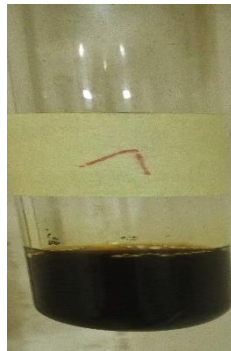
- Nshimiyimana D S & He Q. (2010). Radical Scavenging Capacity of Rwandan CTC Tea Polyphenols Extracted Using Microwave Assisted Extraction. *Pakistan Journal of Nutrition*, 9 (6): 589-593.
- Odhav B., Beekrum S., Akala U. & Baynath H. (2007). Preliminary assessment of nutritional value of traditional leafy vegetables in Kwazulu-Natal, South Africa. *Journal of food composition and analysis*, 20: 430-435.
- Omobuwajo O., Adesanya S. & Babalola G. (1991). Isoflavonoids from *Pycnanthus angolensis* and *Baphia nitida*. *Phytochemistry*, 31(3): 1013-1014.
- OMS (Organisation Mondiale de la Santé) (2017). Directives de l'organisation mondiale de la santé pour l'utilisation sans risque des eaux, utilisation des eaux usées en agriculture. 3e édition, 2728-2750.
- Onwukaeme N. (1995). Activités anti-inflammatoires des flavonoïdes de *Baphia nitida* Lodd. *Journal of Ethnopharmacology*, 46(2): 121-124.
- Phillips J.C., Braun R., Wang W., Gumbart J., Tajkhorshid E., Villa E., Chipot C., Skeel R. D., Kale L. & Schulten K. (2005). Scalable molecular dynamics with namd. *Journal of Computational Chemistry*, 26(16): 1781-1802.
- Porter L.J. (1986). Number- and Weight-Average Molecular Weights for Some Proanthocyanidin polymers (Condensed Tannins). *Australian Journal of Chemistry*, 39 (4): 557-562.
- Razafindralambo N.Z.S. (2014). Potentialités antioxydante et nutritionnelle des baobabs Malgaches. Mémoire en biochimie fondamentale et appliquée option : biochimie appliquée aux sciences de l'aliment et à la nutrition, Université Antananarivo (Madagascar), 63p.
- Rizk A.M. & Heiba H.I. (1990). Constituents of plants growing in Qatar XVII anti-inflammatory and cytotoxic activities of extracts of thirty indigenous species. *International journal of crude drug research*, 28(2): 89-95.
- Rolland R. (2004). Antioxydants naturels végétaux. *Oilseeds and fats, Crops and Lipids*, 11(6): 419-424.

- Schneider, A & Huyghe, C. (2015). Les légumineuses pour des systèmes agricoles et alimentaires durables. *Edition Quæ*, Paris(France) ,472p.
- Souquet J. M., Cheynier V., Brossaud F. & Moutounet M. (1996). Polymeric Proanthocyanidins from grape Skins. *Phytochemistry*, 43(2): 509-512.
- Toty A.A., Guessennd N., Bahi C., Kra A.M., Otokore D.A.&Dosso M.(2013). Évaluation *in-vitro* de l'activité antibactérienne de l'extrait aqueux de l'écorce de tronc de *Harungana madagascariensis* sur la croissance de souches multi-résistantes. *Bulletin de la Société Royale des Sciences de Liège*, 82:12-21.
- Tra Bi F.H., Irié G.M., N'Gaman K.C.C. & Mohou C.H.B. (2008). Études de quelques plantes thérapeutiques utilisées dans le traitement de l'hypertension artérielle et du diabète : deux maladies émergentes en Côte d'Ivoire. *Sciences & Nature*, 5 (1): 39-48.
- Wagner H., Blatt S. & Zgainski E-M (Eds.) (1983). Dünnschicht chromatographische Analyse von Arzneidrogen. *In: Drogenanalyse*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, New York (USA), pp. 291-295.
- Wojciechowski M.F., Lavin M & Sanderson M.J. (2004). A phylogeny of Legumes (Leguminosae) based on analysis of the plastid MATK gene resolves many well-supported subclades within the family. *American Journal of Botany*, 91(11):1846-1862.
- Yu J., Yan M., Jeanne D. & Qi C. (2013). Antitumor activities of rauwolfia vomitiria extract and potentiation of carboplatin effects against ovarian cancer. *Current Therapeutic Research journal*, 75: 8–14.
- Zerbo P., Millogo R.J., Nacoulma O.G. &Van Damme P. (2011). Plantes médicinales et pratiques médicales au Burkina Faso: cas des Sanan. *Bois et foret des tropiques*, 307(1) :41-53.

ANNEXES



Test des polyphénols



Test des alcaloïdes



Test des flavonoïdes



Stérols & terpènes



Test des coumarines



Quinones



Anthocyanes



Indoles

RESUME

Ce travail qui s'est déroulé à l'université Jean Lorougnon Guédé, a porté sur l'espèce *Baphia nitida* (Fabaceae) utilisé en médecine traditionnelle en Côte d'Ivoire. Il vise à étudier l'aspect phytochimique et la composition biochimique des feuilles de *baphia nitida*. A cet effet un criblage phytochimique et une analyse par spectrophotométrie ont été effectués. Le criblage phytochimique a montré la présence de phytoconstitués dont les alcaloïdes, les stérols & terpènes, les polyphénols, les flavonoïdes, les coumarines, les quinones, les saponosides, les composés réducteurs, les anthocyanes, les indoles, les tanins et les phlobatanins. L'eau, solvant polaire a été retenu à l'issue des tests comme le meilleur solvant d'extraction des saponosides. L'analyse biochimique a montré la présence des lipides (4.82%), glucides (74.48%), protéines (9.92%), Ca (65,06 mg/100), K (5,12 mg/100g), Na (19,78 mg/100g), Cu (0,14 mg/100g), Fe (26,05 mg/100g), Mg (43,35 mg/100g), Zn (34,52 mg/100g), et le P (6,79 mg/100g). Les glucides et le calcium sont les éléments nutritifs les plus abondants dans les feuilles de la *baphia nitida*.

Mots clés : *Baphia nitida*, métabolite secondaire, phytochimie.

ABSTRACT

This work, which took place at the University Jean Lorougnon Guédé, focused on the species *Baphia nitida* (Fabaceae) used in traditional medicine in Côte d'Ivoire. It aims to study the phytochemical aspect and the biochemical composition of *Baphia nitida* leaves. For this purpose a phytochemical screening and an analysis by spectrophotometry have been carried out. The phytochemical screening showed the presence of phytoconstituents including alkaloids, sterols & terpenes, polyphenols, flavonoids, coumarins, quinones, saponosides, reducing compounds, anthocyanins, indoles, tannins and phlobatanins. Water, a polar solvent, was selected as the best solvent for the extraction of saponosides. The biochemical analysis showed the presence of lipids (4.82%), carbohydrates (74.48%), proteins (9.92%), Ca (65.06 mg/100), K (5.12 mg/100g), Na (19.78 mg/100g), Cu (0.14 mg/100g), Fe (26.05 mg/100g), Mg (43.35 mg/100g), Zn (34.52 mg/100g), and P (6.79 mg/100g). Carbohydrates and calcium are the most abundant nutrients in the leaves of the *baphia nitida*.

Keywords: *Baphia nitida*, secondary metabolite, phytochemistry.