



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 0378/2021

N° CARTE D'ETUDIANT :

CI0416000120

## MASTER

PHYSIQUE-CHIMIE APPLIQUEE

Option : Environnement

THEME :

**ETUDE DE LA VARIABILITE DE LA COMPOSITION  
CHIMIQUE ET DE L'ACTIVITE ANTIOXYDANTE DES  
ORGANES DE *ALCHORNEA CORDIFOLIA***

LABORATOIRE :  
Laboratoire des  
sciences et  
Technologies de  
l'Environnement (LSTE)

Présenté par :

**OUATTARA SANGA ISMAEL**

JURY

Président : M. BARIMA Yao Sadaïou Sabas, Maître de Conférences,

Université Jean LOROUGNON GUEDE

Directeur : M. KONAN Kouakou Séraphin, Maître de Conférences,

Université Jean LOROUGNON GUEDE

Encadreur : M. KOFFI N'Dri Emmanuel, Maître-Assistant,

Ecole Normale Supérieure

Examineur : M. N'GUESSAN Kouamé Antoine, Maître-Assistant,

Université Jean LOROUGNON GUEDE

Soutenu publiquement Le :

09/03/2021



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 0378/2021

N° CARTE D'ETUDIANT :

CI0416000120

# MASTER

PHYSIQUE-CHIMIE APPLIQUEE

Option : Environnement

THEME :

**ETUDE DE LA VARIABILITE DE LA COMPOSITION  
CHIMIQUE ET DE L'ACTIVITE ANTIOXYDANTE DES  
ORGANES DE *ALCHORNEA CORDIFOLIA***

LABORATOIRE :  
Laboratoire des  
sciences et  
Technologies de  
l'Environnement (LSTE)

Présenté par :

**OUATTARA SANGA ISMAEL**

JURY

Président : M. BARIMA Yao Sadaïou Sabas, Maître de Conférences,

Université Jean LOROUGNON GUEDE

Directeur : M. KONAN Kouakou Séraphin, Maître de Conférences,

Université Jean LOROUGNON GUEDE

Encadreur : M. KOFFI N'Dri Emmanuel, Maître-Assistant,

Ecole Normale Supérieure

Examineur : M. N'GUESSAN Kouamé Antoine, Maître-Assistant,

Université Jean LOROUGNON GUEDE

Soutenu publiquement Le :

09/03/2021

## DEDICACES

*Je dédie ce travail à mes parents pour leurs amours, soutiens et encouragements. Que Dieu les protège.*

## REMERCIEMENTS

Les travaux présentés dans ce mémoire ont été effectués dans le cadre de notre stage de fin de cycle pour l'obtention du Diplôme de Master Physique-Chimie.

La réalisation de ce mémoire a été rendue possible grâce aux soutiens et conseils de plusieurs personnes que nous tenons à remercier. Il s'agit :

- des autorités de l'Université Jean Lorougnon Guédé, en particulier Mme **TIDOU Abiba Sanogo**, Professeur Titulaire et Présidente de cette Université pour tout ce qu'elle fait quotidiennement en vue de la bonne marche de l'institution ;

- de M. **KOUASSI Kouakou Lazare**, Professeur Titulaire et Directeur de l'UFR Environnement à l'Université Jean Lorougnon Guédé et tout le personnel de ladite l'UFR qui œuvrent pour une formation de qualité ;

- de mon Directeur de mémoire, M. **KONAN Kouakou Séraphin**, Maître de Conférences à l'Université Jean Lorougnon Guédé de Daloa et de mon encadreur, M. **KOFFI N'Dri Emmanuel**, Maître-Assistant à l'Ecole Normale Supérieure d'Abidjan, pour avoir accepté de diriger ce travail. Nous saluons la pertinence de leurs interventions, leurs explications sans cesse qui se sont toujours révélées utiles, voire déterminantes pour l'aboutissement de ce travail.

Nous exprimons notre gratitude au chef du Département de Formation et de Recherche du Génie Chimique et Agro-Alimentaire (DFR GCAA) de l'INP-HB de Yamoussoukro, M. **ADIMA Amissa Augustin**, Professeur Titulaire, pour nous avoir permis d'intégrer l'équipe de substances naturelles du LAPISEN (Laboratoire des Procédés Industriels de Synthèse, de l'Environnement et des Energies Nouvelles) et pour la mise à notre disposition tous les moyens nécessaires pour la réalisation de nos travaux.

Nos vifs remerciements vont également à l'endroit de :

- mon maître de stage, M. **N'DA Phillipe**, Ingénieur de recherche au LAPISEN, pour ses conseils et pour son implication dans la réalisation des travaux ;

- M. **OBLE Jean**, Technicien Supérieur au LAPISEN, pour ses conseils avisés ;

- M. **OUATTARA Yaya Anianhou**, Doctorant en deuxième année de l'Ecole Doctorale Polytechnique (EDP) de l'INP-HB, pour ses conseils et son aide lors du traitement statistique des données.

Nos remerciements vont aussi à l'endroit de tous les membres du jury, pour nous avoir fait l'honneur de contribuer à l'amélioration de ce document.

Spécial remerciement à M. **FOFANA** et sa famille qui m'ont accueilli bras ouverts dans leur domicile ; merci à vous pour les conseils et le soutien financier.

Je suis très reconnaissant envers ma famille, qui ne cesse de m'apporter son soutien moral, spirituel et financier.

Que tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail trouvent ici l'expression de notre profonde gratitude.

## TABLE DES

MATIERES	Pages
<b>LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS.....</b>	<b>iv</b>
<b>LISTE DES TABLEAUX.....</b>	<b>v</b>
<b>LISTE DES FIGURES .....</b>	<b>vi</b>
<b>LISTE DES ANNEXES .....</b>	<b>vii</b>
<b>INTRODUCTION.....</b>	<b>3</b>
<b>PARTIE II : GENERALITES .....</b>	<b>2</b>
<b>I.1 Généralité sur <i>Alchornea cordifolia</i> .....</b>	<b>2</b>
I.1.1 Description botanique .....	2
I.1.2 Position systématique.....	3
I.1.3 Noms vernaculaires.....	3
I.1.4 Répartition géographique.....	3
I.1.5 Utilisations traditionnelles de la plante .....	4
I.1.6 Travaux antérieurs réalisés sur la plante .....	4
I.1.6.1 Propriétés pharmacologiques .....	4
I.1.6.2 Composition chimique .....	5
<b>I.2 Généralité sur les métabolites secondaires .....</b>	<b>5</b>
I.2.1 Composés phénoliques.....	6
I.2.1.1 Flavonoïdes .....	6
I.2.1.2 Acides phénoliques .....	7
I.2.1.3 Quinones et dérivés anthracéniques.....	8
I.2.1.4 Tanins.....	9
I.2.1.5 Coumarines .....	10
I.2.2 Terpènes et stéroïdes.....	11
I.2.2.1 Terpènes .....	11

I.2.2.2 Stéroïdes.....	12
I.2.3 Alcaloïdes .....	12
<b>I.3 Généralité sur le stress oxydatif .....</b>	<b>13</b>
I.3.1 Définition du stress oxydatif.....	13
I.3.2 Causes du stress oxydatif .....	13
I.3.3 Conséquences du stress oxydatif .....	14
I.3.4 Moyens de lutte contre le stress oxydatif.....	14
<b>PARTIE II : MATERIEL ET METHODES .....</b>	<b>19</b>
<b>II.1 Matériel .....</b>	<b>16</b>
II.1.1 Matériel végétal .....	16
II.1.2 Matériel de laboratoire.....	17
II.1.3 Produits chimiques .....	17
<b>II.2 Méthodes .....</b>	<b>18</b>
II.2.1 Préparation des extraits.....	18
II.2.2 Détermination des paramètres physicochimiques des extraits .....	18
II.2.2.1 Détermination du pH .....	18
II.2.2.2 Détermination du °Brix .....	18
II.2.2.3 Détermination du taux de matières sèches .....	18
II.2.3 Détermination de la teneur en minéraux.....	19
II.2.4 Extraction sélective des métabolites secondaires .....	19
II.2.5 Criblage phytochimique des extraits sélectifs .....	19
II.2.6 Détermination des teneurs en quelques phytonutriments.....	20
II.2.6.1 Détermination de la teneur en polyphénols totaux .....	20
II.2.6.2 Détermination de la teneur en flavonoïdes totaux .....	20
II.2.7 Evaluation de l'activité antioxydante des différents extraits.....	20
II.2.8 Analyse statistique des données .....	21

<b>PARTIE III : RESULTATS ET DISCUSSION .....</b>	<b>22</b>
<b>III.1 Résultats .....</b>	<b>22</b>
III.1.1 Caractéristiques physicochimiques des extraits des différents organes .....	22
III.1.2 Composition minérale des extraits des différents organes de <i>Alchornea cordifolia</i> .....	22
III.1.3 Composition phytochimique des extraits sélectifs des organes de <i>Alchornea cordifolia</i> .....	23
III.1.3.1 Cas des extraits d'acétate d'éthyle .....	23
III.1.3.2 Cas des extraits chloroformiques .....	25
III.1.3.3 Cas des extraits hexaniques.....	26
III.1.4 Teneurs en phytonutriments des extraits des différents organes.....	27
III.1.5 Capacité antioxydante des extraits des organes de <i>Alchornea cordifolia</i> .....	28
<b>III.2 Discussion .....</b>	<b>29</b>
<b>CONCLUSION ET PERSPECTIVES .....</b>	<b>32</b>
<b>REFERENCES .....</b>	<b>34</b>
<b>ANNEXES</b>	

## LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS

<b>AAO</b>	:	Activité Antioxydante
<b>ABTS</b>	:	Acide 2,2'-azinobis-3-éthylbenzothiazoline-6-sulfonique
<b>°Brix</b>	:	Degré Brix
<b>CCM</b>	:	Chromatographie sur couche mince
<b>° C</b>	:	Degré Celsius
<b>ERO</b>	:	Espèces Réactives d'Oxygène
<b>INP-HB</b>	:	Institut National Polytechnique Félix Houphouët Boigny
<b>LAPISEN</b>	:	Laboratoire des Procédés Industriels de Synthèse, de l'Environnement et des Energies Nouvelles
<b>MS</b>	:	Matière Sèche
<b>UJLoG</b>	:	Université Jean Lorougnon Guédé
<b>UV</b>	:	Ultraviolet
<b>V/V</b>	:	Volume par volume

## LISTE DES TABLEAUX

<b>Tableau I</b> : Classification des terpènes.....	11
<b>Tableau II</b> : Caractéristiques physicochimiques des extraits des différents organes de <i>Alchornea cordifolia</i> .....	22
<b>Tableau III</b> : Composition minérale des extraits des différents organes de <i>Alchornea. cordifolia</i> .....	23

## LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Plante de <i>Alchornea cordifolia</i> .....	2
Figure 2 : Structure de base des Flavonoïdes. ....	7
Figure 3 : Structure chimique des sous-groupes de Flavonoïdes .....	7
Figure 4 : Structures de base des acides phénoliques.....	8
Figure 5 : Structure chimique de quelques acides phénoliques .....	8
Figure 6 : Structure de quelques quinones .....	9
Figure 7 : Structure de base des anthracènes.....	9
Figure 8 : Structure chimique de quelques coumarines .....	10
Figure 9 : Molécule d'isoprène .....	11
Figure 10 : Structure chimique de quelques stéroïdes.....	12
Figure 11 : Structures de quelques Alcaloïdes .....	13
Figure 12 : Causes du stress oxydatif.....	14
Figure 13 : Système de défense des antioxydants contre le stress oxydatif.....	15
Figure 14 : Organes de <i>Alchornea cordifolia</i> séchés et broyés.....	16
Figure 15 : Chromatogrammes sous UV 365 nm des extraits Fa, Ta et Ra. ....	24
Figure 16 : Chromatogrammes sous UV 365 nm des extraits Fc, Rc et Tc. ....	25
Figure 17 : Chromatogrammes sous UV 365 nm des extraits Th, Fh et Rh. ....	26
Figure 18 : Teneurs en polyphénols totaux et en flavonoïdes totaux des organes de <i>Alchornea cordifolia</i> .....	28
Figure 19 : Capacité oxydante des extraits des organes de <i>Alchornea cordifolia</i> .....	29

## **LISTE DES ANNEXES**

**Annexe 1** : Appareillage

**Annexe 2** : Courbes d'étalonnage

# **INTRODUCTION**

Les plantes médicinales sont utilisées par plus de 80% de la population africaine pour leurs besoins de santé (Guissou *et al.*, 2008). Les vertus thérapeutiques attribuées à ces plantes sont généralement dues aux métabolites secondaires qui exercent des effets pharmacologiques importants sur l'homme (Velu *et al.*, 2018).

Ces métabolites secondaires diffèrent d'une plante à une autre. Ils sont souvent répartis de façon inégale au sein des organes d'une même plante ; ce qui leur confère des utilisations diverses (Macheix *et al.*, 2005). Ainsi, de nombreuses recettes de plantes ont pu voir le jour avec 761 recettes provenant de 1421 espèces de plantes médicinales recensées en Côte d'Ivoire (Aké-Assi, 1991). Parmi ces recettes, figurent très souvent l'utilisation des organes tels que les feuilles, les tiges et les racines de *Alchornea cordifolia* (Yao, 2013). Parmi les organes suscités, les feuilles sont les plus exploitées. Elles sont généralement utilisées pour soigner le paludisme, l'hypertension artérielle, la drépanocytose, le diabète, la carie dentaire etc (Yao, 2013). Par contre, les tiges et racines sont de moins en moins utilisées dans les différentes recettes. Ce qui nous amène à nous interroger sur les fondements scientifiques de l'utilisation préférentielle des feuilles de cette plante comparativement aux tiges et racines.

La présente étude est une contribution à la valorisation de *Alchornea cordifolia* par l'accroissement de la connaissance de la variabilité de la composition chimique et de l'activité antioxydante de ses différents organes. Pour y parvenir, il s'agit de façon plus spécifique de :

- déterminer les caractéristiques physico-chimiques et la composition minérale des extraits des différents organes de *Alchornea cordifolia* ;
- faire un tri phytochimique des extraits des différents organes de la plante étudiée afin d'identifier les familles de composés phytochimiques qui y sont présentes ;
- évaluer l'activité antioxydante des extraits des différents organes de *Alchornea cordifolia*.

Le mémoire présent s'articule autour de trois grandes parties. La première partie rapporte la généralité sur *Alchornea cordifolia*, les métabolites secondaires et le stress oxydatif. La deuxième partie décrit le matériel et les méthodes utilisées. Enfin, la troisième partie présente l'analyse et la discussion de l'ensemble des résultats expérimentaux obtenus, suivie d'une conclusion et des perspectives.

## **PARTIE II : GENERALITES**

## I.1 Généralité sur *Alchornea cordifolia*

### I.1.1 Description botanique

*Alchornea cordifolia* est un arbuste dont les ramifications partent de la base avec les jeunes tiges légèrement poilues et glabres par la suite. L'écorce est lisse, grise à tranche brun rougeâtre. Les feuilles sont alternes, longuement pétiolées (pétiole de 5 à 15 cm), largement ovales (de 10 à 28 cm de long sur 6,5 à 16,5 cm de large) et cordées à la base. Le limbe est trinervé portant quatre glandes à la base sur la face inférieure. Les fleurs femelles, de couleur variant du gris au vert, sont de très petites tailles. Elles se présentent sous forme de grappes, pendantes sur les branches ou sur le tronc. Par contre, les fleurs mâles, de couleur verte, sont sous forme de panicules axillaires de 8 à 36 cm de long. Les fruits contiennent deux lobes comprimés qui sont brièvement poilus et généralement colorés du vert puis au rouge à maturité (M'bra, 2017). La Figure 1 présente la plante de *Alchornea cordifolia*.



Figure 1 : Plante de *Alchornea cordifolia*

### I.1.2 Position systématique

Les données systématiques de *Alchornea cordifolia* ont été décrites par Guyot (1992). Ces données sont mentionnées ci-dessous :

**Règne** : végétal

**Embranchement** : Phanérogames

**Sous-embranchement** : Angiospermes

**Classe** : Magnolipsida

**Sous-classe** : Rosidae

**Ordre** : Euphorbiales

**Famille** : Euphorbiaceae

**Genre** : *Alchornea*

**Espèce** : *Alchornea cordifolia*

### I.1.3 Noms vernaculaires

La plante de *Alchornea cordifolia* est connue en Côte d'Ivoire, sous différents noms : *djéka*. (chez les Agni et Baoulé), *djèkè* (chez les Abouré), *kodjiran brou* (chez les Malinké), *n'dzè* (chez les Attié) et *poho* (chez les Guéré).

### I.1.4 Répartition géographique

*Alchornea cordifolia* se rencontre dans tous les pays de l'Afrique de l'ouest et tropicale. Cependant, on le trouve généralement dans les galeries forestières, à proximité de l'eau et dans les zones humides ou marécageuses (Koné, 2018).

### **I.1.5 Utilisations traditionnelles de la plante**

*Alchornea cordifolia* est connue pour ses vertus thérapeutiques. Même si les feuilles sont les plus utilisées, l'écorce de la tige, sa moelle, les tiges feuillées, l'écorce de la racine, les racines et les fruits sont d'une importance non insignifiante en médecine traditionnelle. En effet, les feuilles ou les tiges feuillées, en infusion ou mâchées fraîches, sont utilisées pour leurs propriétés sédatives et antispasmodiques afin de traiter les maux de gorge, la toux, la bronchite, les ulcères gastriques, la diarrhée et la dysenterie amibienne (Agbor *et al.*, 2004 ; Noundou *et al.*, 2016). Selon Kerharo & Bouquet (1950), l'écorce de la tige de cette plante associée à celle de la *Symphonia globulifera* est utilisée comme apéritif. De plus, la plante entière est utilisée pour le traitement traditionnel des problèmes génito-urinaires. Elle est également utilisée pour le traitement du rhumatisme, de l'arthrite, des maux de dos et des maux de dents (Osadebe & Okoye, 2003). Par ailleurs, les feuilles sont utilisées comme abortif et pour le traitement du diabète (Umukoro & Aladeokin, 2010). La poudre des feuilles est appliquée localement pour guérir les blessures et les ulcères. Aussi, la décoction de fruits est prise pour prévenir les fausses couches (Mavar-Manga *et al.*, 2007 ; Adeneye *et al.*, 2014). Quant à la tige, elle est utilisée pour traiter la malaria (Tor-Anyiin *et al.*, 2003).

### **I.1.6 Travaux antérieurs réalisés sur la plante**

#### **I.1.6.1 Propriétés pharmacologiques**

De nombreuses propriétés pharmacologiques ont été attribuées aux extraits de *Alchornea cordifolia*. Ce sont les feuilles de cette plante qui ont fait l'objet de plusieurs études pharmacologiques. En effet, les extraits de feuilles de *Alchornea cordifolia* ; possèdent de nombreuses propriétés pharmacologiques. Les travaux ont montré que les extraits de feuilles de cette plante sont dotés de propriétés antimicrobiennes (Mambe *et al.*, 2016), antioxydantes (Kouakou-Siransy *et al.*, 2010), anxiolitiques (Kamenan *et al.*, 2013), antipaludiques (Chinsebu, 2015), hépatoprotectrices (Osadebe *et al.*, 2012) et antidiarrhéiques (Agbor *et al.*, 2004). Ils sont également dotés de pouvoir antidépresseur (Adeneye *et al.*, 2014), cicatrisant (Agyare *et al.*, 2014), anti-drépanocytaire (Mpiana *et al.*, 2007) et anti-diabétique (Mohammed *et al.*, 2013).

Les extraits de l'écorce de *Alchornea cordifolia* sont antimicrobiens (Mambe *et al.*, 2016). Quant aux racines, leur extrait méthanolique a une activité antimicrobienne (Mambe *et al.*,

2016). Par ailleurs, les travaux de Mavar-Manga *et al.* (2007) ont montré que l'extrait aqueux des graines a une activité antipaludique.

### **I.1.6.2 Composition chimique**

Des études phytochimiques réalisées sur la plante entière (feuilles, tiges, racines) de *Alchornea cordifolia* ont permis de révéler la présence de plusieurs constituants chimiques à savoir, la quercétine, l'acide gallique, l'acide ellagique et la guaijavérine (Ogounbamila & Samuelsson, 1990). Les travaux de Ducke & Vasquez (1994) ont également permis de mettre en évidence, dans la plante entière, des alcaloïdes tels que l'alchornéine, l'alchornidine et la yohimbine. Par ailleurs, les travaux de Mavar-Manga *et al.* (2008) ont permis d'identifier les composés présents dans les extraits de racines de *Alchornea cordifolia*. Ce sont : le  $\beta$ -sitostérol, le daucostérol, l'acide acétyl-érolitolique, le N<sub>1</sub>,N<sub>2</sub>-diisopenténylguanidine, le N<sub>1</sub>,N<sub>2</sub>,N<sub>3</sub>-triiisopenténylguanidine, le Bis (2-éthylhexyl)phtalate, l'acide génique et l'acide anthranilique. De même, les travaux de Noundou *et al.* (2016) qui ont été réalisés sur la tige de *Alchornea cordifolia* ont permis de mettre en exergue la présence du stigmastérol, du stigmasta-4,22-dien-3-one, de la friedéline, de l'acide 3-O-acétylaleuritolique, du 3-O-acétylérythrodiol et du gallate de méthyle. De plus, l'acide alchornoïque a été isolé dans l'huile des graines (Mavar-Manga *et al.*, 2007).

Divers autres composés ont été identifiés dans les feuilles de cette plante. Ce sont : la quercitrine, l'hypéroside, l'hexadécyl-oxirane, l'acétate de 11-tétradécyn-1-ol (Koné, 2018). Ces feuilles contiennent également des acides hydroxybenzoïques tels que l'acide gallique, l'acide gentisique, l'acide anthranilique, l'acide protocatéchique et l'acide ellagique (Banzouzi *et al.*, 2002). La présence de monoterpènes, de sesquiterpènes et de triterpènes, dans les feuilles, a été également rapportée (Okoye *et al.*, 2011).

## **I.2 Généralité sur les métabolites secondaires**

Il existe deux grandes catégories de substances qui peuvent être isolées des plantes. Ce sont :

- les métabolites primaires qui regroupent les sucres, les acides aminés, les acides nucléiques et les lipides,

- les métabolites secondaires qui par exclusion n'appartiennent pas aux métabolismes primaires. Ils sont apportés à l'organisme que par l'alimentation.

Dans cette étude nous nous intéressons à la seconde catégorie, celle des métabolites secondaires qui comporte des molécules importantes et variées du point de vue de leurs structures chimiques et de leurs activités biologiques (N'Gaman, 2013). Ces métabolites secondaires se classent en 3 principaux groupes :

- les composés phénoliques ;
- les terpènes et stéroïdes ;
- les alcaloïdes.

### **I.2.1 Composés phénoliques**

Les composés phénoliques ou polyphénols sont des molécules propres aux végétaux. Ils comprennent un ensemble très large de substances (Bruneton, 1993). A ce jour, plus de 8000 molécules de polyphénols ont été mises en évidence. Ces composés contiennent, dans leur structure, au moins un cycle aromatique portant un ou plusieurs groupes hydroxyles (OH) libre(s) ou engagé(s) dans une autre fonction (Bruneton, 2016 ; Šaponjac *et al.*, 2016).

Il existe différentes classes de polyphénols ; parmi lesquelles, on a les flavonoïdes, les acides phénoliques, les quinones, les dérivés anthracéniques, les tanins et les coumarines.

#### **I.2.1.1 Flavonoïdes**

Les flavonoïdes représentent la classe des composés phénoliques responsable de la couleur variée des fleurs et des fruits. Chez les plantes, ils interviennent également dans les processus de défense contre le rayonnement UV, les herbivores et les attaques microbiennes. Ils représentent une source importante d'antioxydants dans l'alimentation humaine (Bruneton, 2016). Ce sont des composés généralement hydrosolubles et se trouvent le plus souvent dans les plantes sous forme glycosylée. La structure commune de base de ces sous-groupes est du type C<sub>6</sub>-C<sub>3</sub>-C<sub>6</sub>, celle du diphenylpropane. Les carbones C<sub>3</sub> servant de point de jonction entre les deux noyaux benzéniques notés A et B forment généralement un hétérocycle oxygéné noté C (De Rijke *et al.*, 2006), comme le montre la Figure 2.

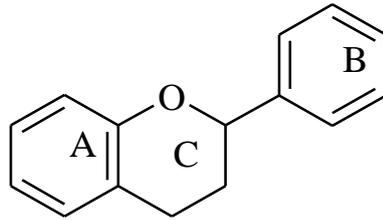


Figure 2 : Structure de base des Flavonoïdes.

Ils peuvent être subdivisés en différents groupes, en fonction de la structure de l'hétérocycle central et de son degré d'oxydation (Tsao, 2010). On distingue : les flavones, les flavonones, les flavonols, les isoflavones, les anthocyanines, les catéchines, les dihydroflavonols et les chalcones (Figure 3).

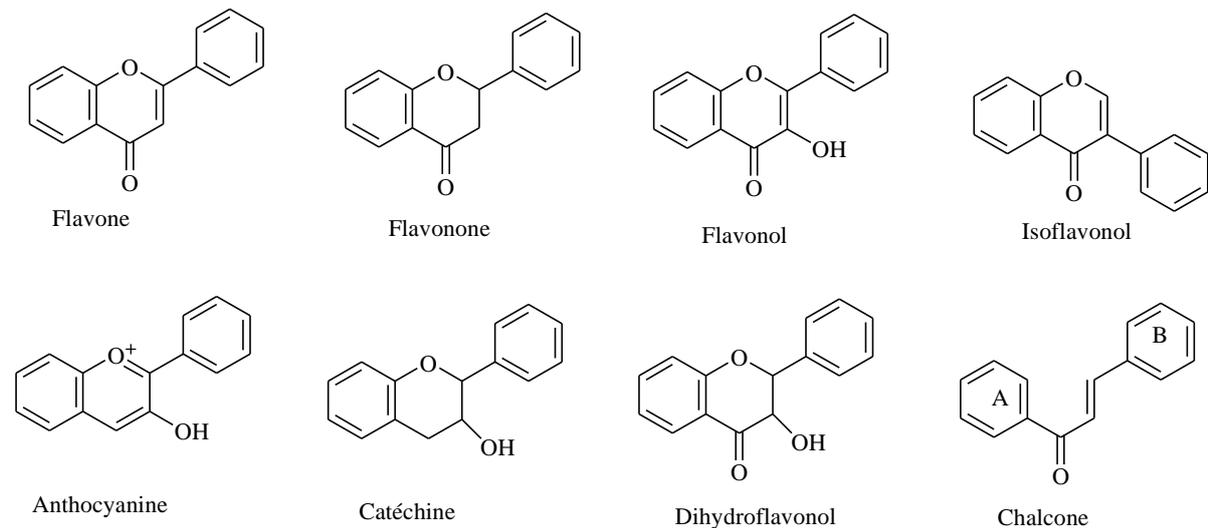


Figure 3 : Structure chimique des sous-groupes de Flavonoïdes

### I.2.1.2 Acides phénoliques

Les acides phénoliques font partir des formes les plus simples des composés phénoliques. Ils sont regroupés en deux grands groupes distincts que sont les acides hydroxycinnamiques ( $C_6-C_3$ ) et les acides hydroxybenzoïques ( $C_6-C_1$ ). La Figure 4 présente la structure de base des acides phénoliques.

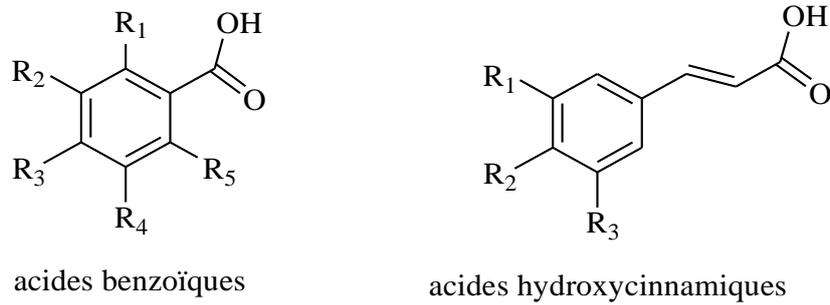


Figure 4 : Structures de base des acides phénoliques

Les acides phénoliques sont réputés pour leurs propriétés antibactériennes, anti-ulcéreuses, antiparasitaires, antifongiques et antioxydantes (Gurbuz *et al.*, 2009). La Figure 5 présente la structure chimique de quelques acides phénoliques à propriétés pharmacologiques.

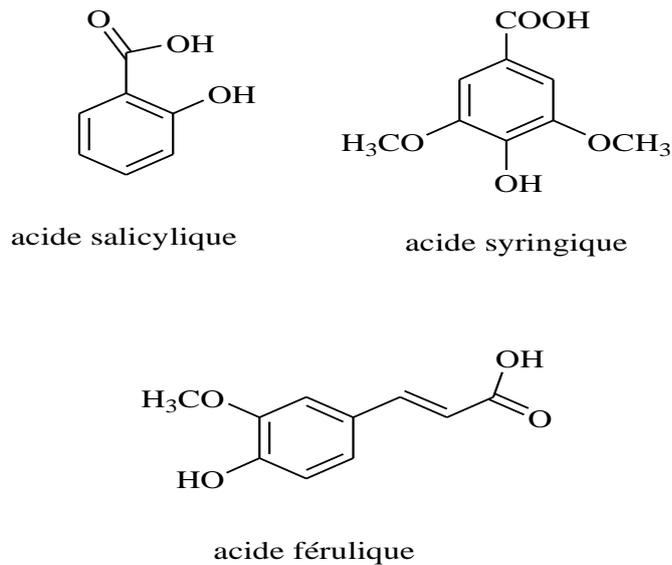


Figure 5 : Structure chimique de quelques acides phénoliques

### I.2.1.3 Quinones et dérivés anthracéniques

Les quinones sont des substances oxygénées issues de l'oxydation des dérivés aromatiques et caractérisées par le motif 1,4-dicétocyclohexa-3,5-diéniq. Les quinones naturelles sont représentées par les composés tels que les benzoquinones, les naphtoquinones et les anthraquinones (Figure 6).

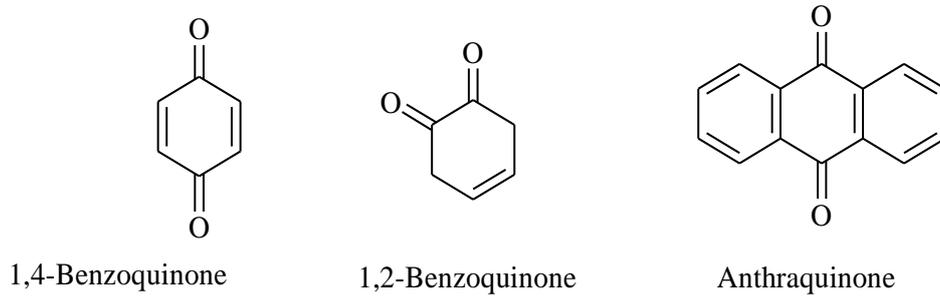


Figure 6 : Structure de quelques quinones

Selon Paris & Haisbielle (1981), les dérivés anthracéniques sont des hétérosides ayant en commun un noyau anthracénique de base (Figure 7). Les dérivés anthracéniques libres appartiennent au groupe des quinones. Ces composés ont une action purgative et laxative. En effet, ils rendent les selles plus fluides, facilitant ainsi le transit intestinal (Bruneton, 1999).

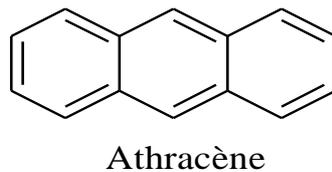


Figure 7 : Structure de base des anthracènes

#### I.2.1.4 Tanins

Les tanins représentent une classe très importante de polyphénols répandus dans le règne végétal, particulièrement dans certaines familles comme les légumineuses (Fabaceae). Ce sont des composés phénoliques à saveur astringente, à masse moléculaire comprise entre 500 et 3000 Dalton et ayant la propriété de précipiter les protéines. Ils sont responsables du goût amer de la plante ; qui constitue pour celle-ci un élément protecteur contre l'attaque des insectes et des herbivores (Bruneton, 1999). Sur le plan structural, on distingue plusieurs catégories de tanins dont les principales sont : les tanins hydrolysables et les tanins condensés.

- **les tanins hydrolysables** ou tanins galliques, sont des esters de l'acide gallique ou de ses dérivés, en particulier celle de l'acide ellagique, associés à un polyol (habituellement le glucose). Ils sont divisés en ellagitannins et en gallotannins. Ces tanins subissent facilement

une hydrolyse acide et basique. Ces tanins galliques s'hydrolysent facilement sous l'action enzymatique (Conrad *et al.*, 1998).

- **les tanins condensés** ou proanthocyanidines, sont des polyphénols de masse molaire élevée. Ils résultent de la polymérisation auto-oxydative ou enzymatique des unités de flavan-3,4-diols liées majoritairement par les liaisons C<sub>4</sub>-C<sub>8</sub> (parfois C<sub>4</sub>-C<sub>6</sub>) des unités adjacentes. De tels tanins sont des proanthocyanidines de type B. Lorsque la condensation se produit entre les unités adjacentes par la liaison C<sub>4</sub>-C<sub>8</sub> et par une liaison étherée additionnelle entre C<sub>2</sub> et C<sub>7</sub>, les proanthocyanidines sont dits de type A (Wollgast *et al.*, 2000).

### I.2.1.5 Coumarines

Les coumarines tirent leur appellation de « *coumarou* », du nom vernaculaire de la fève tonka (*Dipteryx odorata* Wild, Fabaceae), d'où fut isolée pour la première fois en 1820 la coumarine (Lhuillier, 2007). Le squelette de base des coumarines est constitué de deux cycles accolés de types C<sub>6</sub>-C<sub>3</sub>. Ce sont des 2*H*-1-benzopyran-2-ones que l'on peut considérer en première approximation comme étant des lactones des acides (*Z*)-2-hydroxycinnamiques. Elles constituent une classe importante de composés naturels. Leur structure se trouve dans environ 150 espèces, appartenant à 30 familles de plantes différentes. Elles donnent une odeur caractéristique semblable à celle du foin fraîchement fauché (Deiana *et al.*, 2003 ; Booth *et al.*, 2004). La plupart des coumarines sont considérées comme étant des antibactériens, antioxydants, antiinflammatoires, anticoagulants et des antitumoraux (Esseid, 2018). La Figure 8 présente quelques coumarines d'intérêt thérapeutiques.

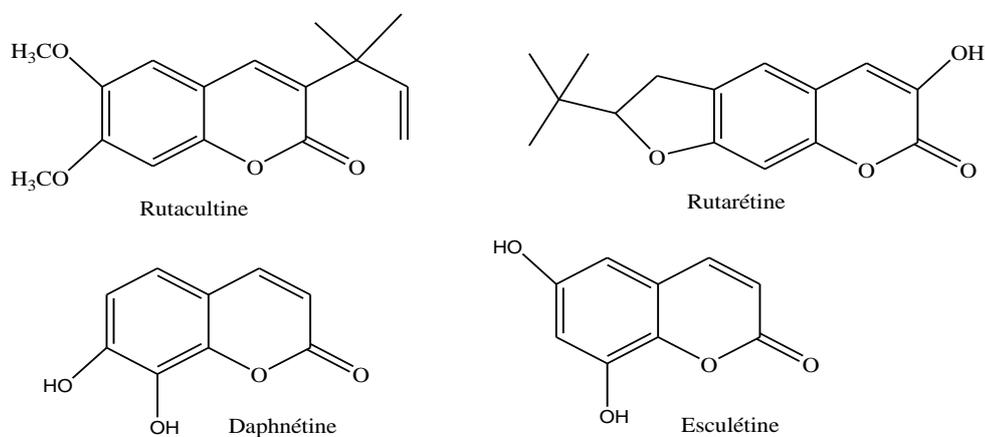


Figure 8 : Structure chimique de quelques coumarines

## I.2.2 Terpènes et stéroïdes

### I.2.2.1 Terpènes

Les terpènes sont des hydrocarbures naturels, de structure cyclique ou linéaire. Ils ont pour structure de base l'isoprène, de formule  $C_5H_8$  (Figure 9) et sont donc constitués du couplage de plusieurs unités isopréniques permettant ainsi d'obtenir plusieurs classes de terpènes Tableau I.

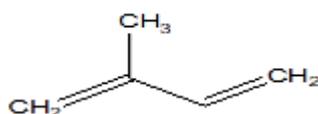


Figure 9 : Molécule d'isoprène

Ce sont des substances naturelles qui sont très connues pour leur caractère aromatique (odoriférant) censé protéger les plantes contre l'attaque des herbivores et des insectes nuisibles. Ils jouent également un rôle important dans la pollinisation (Crozier *et al.*, 2008). Par ailleurs, ils ont un intérêt thérapeutique qui permet leur utilisation en médecine en tant que des antimicrobiens, antifongiques, antiparasitaires, antiviraux et antioxydants (José *et al.*, 2016). Ils ont également des propriétés immunomodulatrices, trypanocides (Espindola *et al.*, 2004) et antiplasmodiales (Jullian *et al.*, 2005).

Tableau I : Classification des terpènes.

Groupes de terpènes	Formule brute
Monoterpène	$C_{10}H_{16}$
Sesquiterpène	$C_{15}H_{24}$
Diterpène	$C_{20}H_{32}$
Triterpène	$C_{30}H_{48}$
Tétraterpène	$C_{40}H_{64}$
Polyterpène	$(C_5H_8)_n$

### I.2.2.2 Stéroïdes

Les stéroïdes sont des triterpènes tétracycliques ayant perdu au moins trois méthyles. Pratiquement, tous les stéroïdes végétaux sont hydroxylés en C<sub>3</sub>. Ce sont en fait des stérols. Ces métabolites secondaires ont un intérêt thérapeutique majeur. C'est le cas des hétérosides cardiotoniques ou des sapogénines spirostaniques qui constituent les squelettes de base des contraceptifs, des anabolisants et des anti-inflammatoires (Krief, 2003). La Figure 10 présente la structure chimique de quelques stéroïdes.

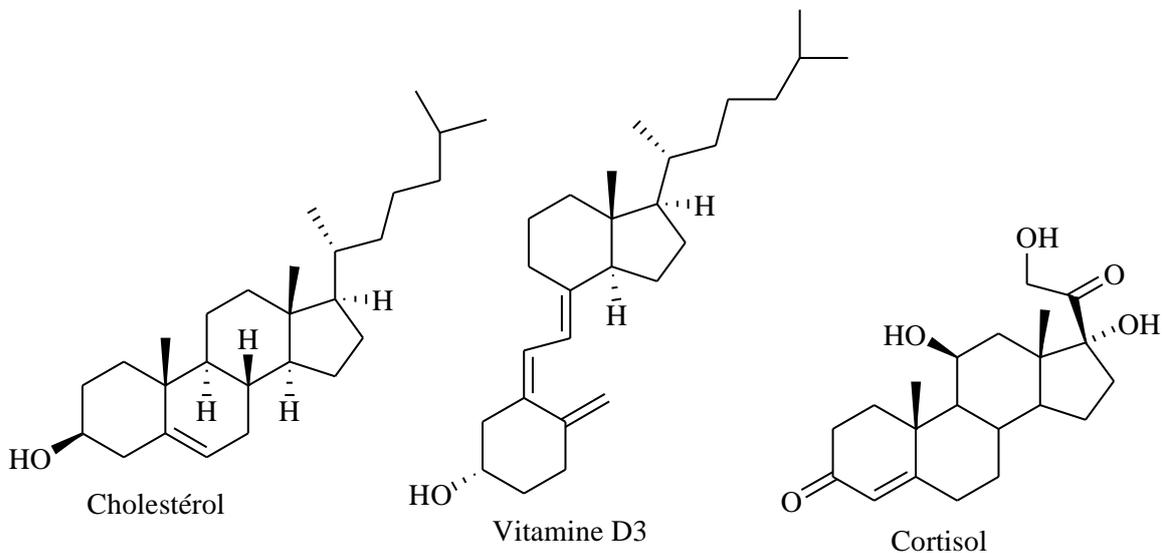


Figure 10 : Structure chimique de quelques stéroïdes.

### I.2.3 Alcaloïdes

Les alcaloïdes sont des produits azotés basiques à faibles poids moléculaires, d'origine naturelle ayant au moins un atome d'azote inclus dans un système hétérocyclique. Ces composés forment des sels avec des acides. Cette capacité à former des sels et à complexer des ions métalliques permet de les caractériser aisément. Ils jouent un rôle défensif dans la plante contre les herbivores et les agents pathogènes. En raison de leurs activités biologiques puissantes, bon nombre d'alcaloïdes connus ont été exploités comme des produits pharmaceutiques. (Koné, 2018). La Figure 11 présente la structure chimique de quelques alcaloïdes d'intérêt thérapeutique.

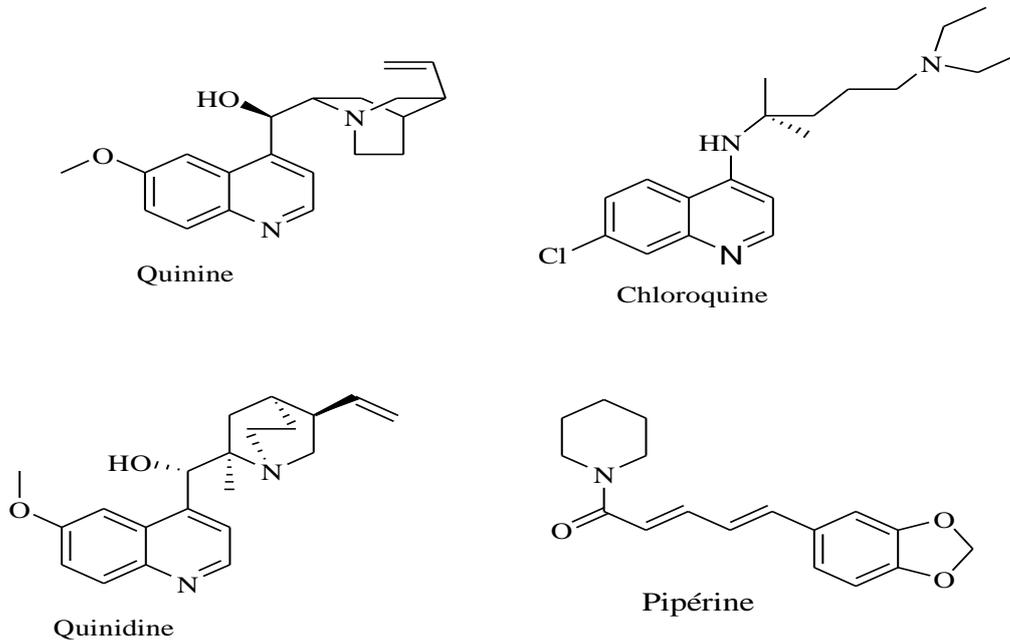


Figure 11 : Structures de quelques Alcaloïdes

### I.3 Généralité sur le stress oxydatif

#### I.3.1 Définition du stress oxydatif

Le stress oxydatif se définit comme l'incapacité de l'organisme à se défendre contre les espèces réactives de l'oxygène (ERO) en raison de la perturbation d'équilibre endogène entre ces derniers et les agents oxydants. Ce déséquilibre conduit potentiellement à des dégâts structuraux et fonctionnels (Bensakhria, 2018).

#### I.3.2 Causes du stress oxydatif

Le stress oxydatif peut avoir de nombreuses causes qui proviennent à la fois de sources endogènes et exogènes. Les sources endogènes impliquent les processus vitaux et l'activité de l'organisme, comme une activité sportive intense, un déficit enzymatique. Par contre, les apports extérieurs de radicaux libres sont très variés puisqu'ils peuvent venir de toutes substances auxquelles le corps est exposé, comme la pollution, l'alimentation et le traumatisme (Lobo *et al.*, 2010). La Figure 12 présente les causes probables du stress oxydatif.



Figure 12 : Causes du stress oxydatif

### I.3.3 Conséquences du stress oxydatif

Les ERO sont les atomes ou molécules chimiques possédant des électrons non appariés sur leur couche de valence. Ce qui leur confère une grande réactivité du fait de cette instabilité. Ces espèces incluent les radicaux libres de l'oxygène : anion superoxyde ( $O_2^{\cdot-}$ ), radical hydroxyle ( $OH^{\cdot}$ ), et certains dérivés oxygénés non radicalaires tel que le peroxyde d'hydrogène ( $H_2O_2$ ) (Bensakhria, 2018). Lorsque ces espèces sont produites en défaut ou en excès (stress oxydatif), cela peut entraîner de multiples dommages au niveau des tissus cellulaires, qui se manifestent principalement par le vieillissement, mais également par certaines maladies dont la maladie d'Alzheimer, le diabète, le cancer, la cataracte et la maladie de parkinson (Favier, 2003).

### I.3.4 Moyens de lutte contre le stress oxydatif

Pour lutter contre le stress oxydatif, le système de défense des organismes vivants repose principalement sur l'action de systèmes antioxydants enzymatiques et non-enzymatiques.

- **les systèmes antioxydants enzymatiques** sont considérés comme la première ligne de défense de l'organisme contre les ERO. Ils comprennent : le superoxyde dismutase, la catalase, la glutathion peroxydase et la glutathion réductase.

- **les systèmes antioxydants non enzymatiques**, contrairement aux enzymes antioxydantes, la plupart de ces composants ne sont pas synthétisés par l'organisme et doivent être apportés par l'alimentation. Dans cette catégorie d'antioxydants, nous retrouvons les oligoéléments (le zinc, le sélénium, le fer, etc.), le glutathion réduit (GSH), l'ubiquinone, le cytochrome C, les vitamines (vitamine E, vitamine C, provitamine A, vitamine P), les flavonoïdes et le Coenzyme Q<sub>10</sub> (Bensakhria, 2018).

La Figure 13 présente de façon imagée le système de défense des antioxydants contre le stress oxydatif.

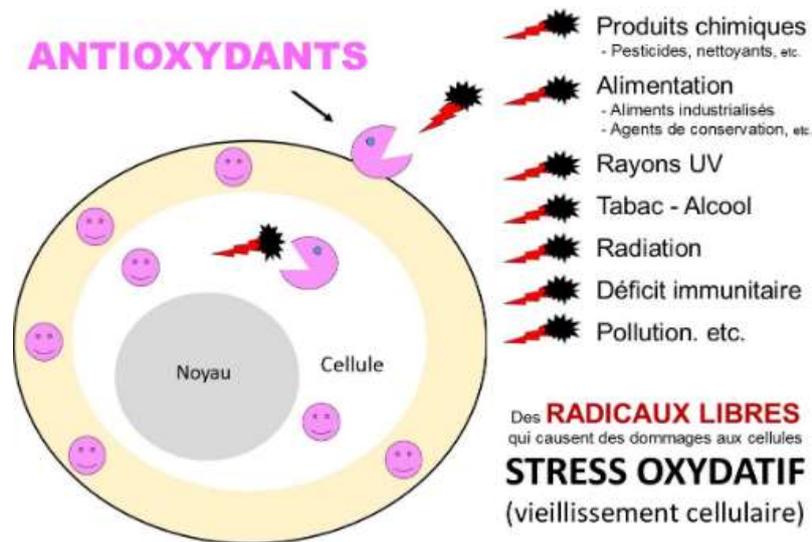


Figure 13 : Système de défense des antioxydants contre le stress oxydatif

# **PARTIE II : MATERIEL ET METHODES**

## II.1 Matériel

### II.1 1 Matériel végétal

Le matériel végétal est représenté à la Figure 14.



Figure 14 : Organes de *Alchornea cordifolia* séchés et broyés

Il est constitué d'organes (feuilles, tiges et racines) de *Alchornea cordifolia*. Ces organes ont été récoltés, pendant le mois d'août 2020 dans le jardin botanique de l'Université Jean Lorougnon Guédé de Daloa. Après cela, ils ont été séchés à l'ombre pendant 17 jours. Par la suite, ils ont été broyés et conservés dans des bocaux afin d'être acheminés au Laboratoire des Procédés Industriels, de Synthèse, de l'Environnement et des Energies Nouvelles (LAPISEN) de Yamoussoukro (Côte d'Ivoire), pour les différentes analyses.

### **II.1.2 Matériel de laboratoire**

Le matériel de laboratoire utilisé est constitué de la verrerie courante et d'appareils spécifiques. Ces derniers sont composés de :

- Spectrophotomètre UV-vis JASCO 530 (JASCO, Japon) ;
- Lampe UV 365 nm (France) ;
- pH-mètre (HANNA, France) ;
- Réfractomètre à infrarouge (Atago, France) ;
- Spectrophotomètre à flamme d'absorption atomique (Varian AA 20 Spectrometer, Australia) ;
- Evaporateur rotatif (IKA RV 10 auto V-C, France) ;
- La balance analytique Sartorius (Précision  $10^{-2}$ ) ;
- Etuve (type Memmert, Allemagne).

### **II.1.3 Produits chimiques**

Les produits chimiques utilisés pour les différentes analyses sont de qualité analytique. Ce sont :

- l'hexane, l'acétate d'éthyle, le chloroforme et de l'acide formique qui ont été utilisés pour l'extraction sélective des métabolites secondaires ;
- le réactif de Folin-ciocalteu, et le carbonate de sodium, utilisés pour le dosage des polyphénols totaux ;
- le nitrate de sodium, le chlorure d'aluminium et de la soude qui ont été utilisés pour doser les flavonoïdes totaux ;
- l'acide 2,2'-azinobis-3-éthylbenzothiazoline-6-sulfonique (ABTS), le persulfate de potassium et du méthanol ont été utilisés pour mettre en évidence l'activité antioxydante des différents extraits.

## II.2 Méthodes

### II.2.1 Préparation des extraits

Les extraits des différents organes de *Alchornea cordifolia* ont été préparés par décoction. Pour ce faire, 4 g d'échantillon dissous dans 100 mL d'eau ont été portés à ébullition pendant 30 mn. Suite à cela, l'extrait est obtenu après filtration du mélange.

### II.2.2 Détermination des paramètres physicochimiques des extraits

#### II.2.2.1 Détermination du pH

Le pH a été déterminé selon la procédure analytique décrite par OIV (2015). Ainsi, il a été mesuré en plongeant directement l'électrode du pH-mètre de type HANNA (France), préalablement étalonné avec deux solutions tampons : pH= 4,0 et pH= 7,0 (OIV, 2015), dans 50 mL d'extrait de chaque organe de *Alchornea cordifolia*. La valeur du pH est lue sur l'écran du pH-mètre.

#### II.2.2.2 Détermination du °Brix

Le degré Brix qui permet de mesurer le taux de matières sèches solubles, a été mesuré à l'aide d'un réfractomètre à infra-rouge de type Atago (France) selon la méthode décrite par N'Da (2016) en mettant 4 gouttes d'extrait sur le prisme. La valeur du degré Brix est lue sur l'écran en appuyant sur le bouton "start" du réfractomètre. L'étalonnage a été fait à l'aide de l'eau distillée. Les lectures ont été réalisées en triple.

#### II.2.2.3 Détermination du taux de matières sèches

Le taux de matières sèches a été déterminé selon la méthode AOAC (1975). Pour ce faire, 5 mL d'extrait de plante, mis dans un creuset, ont été mis à sécher à l'étuve à  $103 \pm 2^\circ\text{C}$  pendant 24 heures. Après cela, le creuset a été refroidi au dessiccateur puis pesé. Les essais ont été réalisés en triple.

$$\text{MS (\%)} = \frac{m' - m_{cr}}{m_e} \times 100$$

m': masse du creuset et de l'échantillon séchée (g)

$m_{cr}$  : masse du creuset vide (g)

$m_e$  : masse de l'échantillon prélevée (g)

### II.2.3 Détermination de la teneur en minéraux

Les minéraux tels que le potassium, le calcium, le magnésium ; le sodium, le fer, le manganèse, le cuivre et le zinc des extraits des différents organes de *Alchornea cordifolia*, ont été dosés au spectrophotomètre à flamme d'absorption atomique (Varian AA 20 Spectrometer, Australia). Les teneurs en ces minéraux ont été déterminées à l'aide de la droite d'étalonnage de chaque minéral recherché.

### II.2.4 Extraction sélective des métabolites secondaires

Les décoctés de feuilles, racines et tiges ont été respectivement traités par 3 x 20 mL d'hexane, de chloroforme et d'acétate d'éthyle. Les différentes fractions organiques ont été concentrées sous pression réduite à l'évaporateur rotatif puis conservées au réfrigérateur. Ainsi, pour chaque décocté, nous avons obtenu 3 extraits sélectifs pour un total de 9 extraits répartis comme suit :

- Extraits hexaniques :  $F_h$  (feuilles),  $R_h$  (racines) et  $T_h$  (tiges)
- Extraits chloroformiques :  $F_c$  (feuilles),  $R_c$  (racines) et  $T_c$  (tiges)
- Extraits d'acétate d'éthyle :  $F_a$  (feuilles),  $R_a$  (racines) et  $T_a$  (tiges)

### II.2.5 Criblage phytochimique des extraits sélectifs

Le criblage phytochimique a été réalisé suivant les procédures analytiques décrites dans les travaux de Merck (1980) ; Ladiguina *et al.* (1983) ; Georgivskii *et al.* (1990) ; Ekoumou (2003) ; Lagnika (2005). Pour ce faire, 4 gouttes de chaque extrait sélectif sont déposées à l'aide d'un capillaire sur les points de la ligne de base, tracée à 1 cm du bas des chromatoplaques (silicagel 60 F254, support rigide en aluminium/ Fluka). Les dépôts sont laissés sécher un instant avant d'introduire les plaques dans la cuve à chromatographe contenant le solvant de migration (développant). Après développement et séchage à l'aide d'un sèche-cheveux, les chromatogrammes sont révélés avec des réactifs spécifiques aux groupes de phytoconstitués recherchés, ensuite visualisés d'abord dans le visible puis sous une lampe UV à 365 nm.

Les différents systèmes de développants sont indiqués comme suit :

- Hexane/Acétate d'éthyle (8 :1,5, V/V) pour les fractions hexaniques
- Chloroforme/Acétate d'éthyle/Acide formique (6 :7 :2, V/V) pour les fractions d'acétate d'éthyle et chloroformiques.

## II.2.6 Détermination des teneurs en quelques phytonutriments

### II.2.6.1 Détermination de la teneur en polyphénols totaux

Le dosage des polyphénols totaux a été réalisé selon la méthode décrite par Wood *et al.* (2002). Pour ce faire, à 2,5 mL de réactif de Folin-Ciocalteu dilué au 1/10<sup>ème</sup> sont ajoutés 30 µL d'extrait de plante. Le mélange a été maintenu pendant 2 min à l'obscurité à température ambiante (30 ± 2 °C). Après cela, 2 mL de Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> (75 g.L<sup>-1</sup>) y ont été ajoutés. La solution ainsi obtenue a été incubée à 50 °C dans un bain marie pendant 15 min pour permettre le total développement de la coloration bleue du mélange réactionnel. L'absorbance de la solution obtenue a été lue au spectrophotomètre UV-visible à la longueur d'onde de λ = 760 nm, avec de l'eau distillée comme blanc. La quantité de polyphénols dosés a été exprimée en milligramme équivalent acide gallique par gramme de matériel végétal sec (mg/g EAG). Les dosages ont été effectués en triple.

### II.2.6.2 Détermination de la teneur en flavonoïdes totaux

Le dosage des flavonoïdes totaux a été réalisé selon la méthode décrite par Marinova *et al.* (2005). A 0,75 mL de NaNO<sub>2</sub> à 5 % (m/V) ont été ajoutés 0,75 mL d'AlCl<sub>3</sub> à 10 % (m/V) et 2,5 mL d'extrait végétal. Après 6 min de réaction à l'obscurité et à température ambiante (30 ± 2°C), 5 mL de NaOH (1 N) ont été ajoutés au mélange. Après cela, le volume du mélange a été ajusté à 25 mL avec de l'eau distillée. Le tout a été soumis à une agitation vigoureuse. Par la suite, l'absorbance de la solution obtenue a été mesurée au spectrophotomètre à λ = 510 nm. La quantité de flavonoïdes totaux dosés a été exprimée en milligramme équivalent quercétine par gramme de matériel végétal sec (mg/g EQ). Tous les dosages ont été réalisés en triple.

$$\% I = [(A_0 - Ae) / A_0] \times 100$$

## II.2.7 Evaluation de l'activité antioxydante des différents extraits

L'évaluation de l'activité antioxydante des différents extraits de *Alchornea cordifolia* a été faite selon la méthode décrite par Teow *et al.* (2007) avec quelques modifications. Cette

méthode est basée sur la capacité des composés à réduire le radical-cation ABTS<sup>•+</sup> (acide 2,2'-azinobis-3-éthylbenzothiazoline-6-sulfonique). Pour ce faire, le radical ABTS<sup>•+</sup> a été produit suite à un mélange équimoléculaire de 8 mM ABTS (87,7 mg dans 20 mL d'eau distillée) et 3 mM de persulfate de potassium (0,0162 g dans 20 mL eau distillée). Le mélange ainsi obtenu a été ensuite incubé à l'obscurité à température ambiante pendant 16 heures. Une solution fille a été préparée extemporanément avant chaque série de dosages, en diluant la solution mère d'ABTS avec du méthanol jusqu'à obtention d'une absorbance de  $0,7 \pm 0,02$  à la longueur d'onde de 734 nm. Ensuite 3,9 mL de cette solution fille a été ajoutée à 100 µL de l'extrait à tester. Après agitation, le mélange a été incubé pendant 6 minutes à l'obscurité à la température ambiante ( $30 \pm 2^\circ\text{C}$ ). L'absorbance résiduelle du radical ABTS<sup>•+</sup> a été ensuite mesurée à 734 nm au spectrophotomètre UV-visible. Les tests ont été effectués en triple et les résultats ont été exprimés en micromole équivalent trolox par litre d'extrait végétal ( $\mu\text{mol.L}^{-1}\text{TE}$ ) en comparant le pourcentage d'inhibition du radical ABTS<sup>•+</sup> par le trolox à celui de l'échantillon. Le pourcentage d'inhibition du radical ABTS<sup>•+</sup> a été exprimé comme suit :

$$\% I = [(A_0 - A_e) / A_0] \times 100$$

$A_0$  : absorbance de la solution diluée d'ABTS,

$A_e$  : absorbance du milieu réactionnel contenant l'extrait, après le temps d'incubation

### II.2.8 Analyse statistique des données

L'analyse statistique a été réalisée en faisant une analyse des variances à un facteur (ANOVA à 1 facteur) pour toutes les données (moyenne de chaque paramètre dosé). Cette analyse a été réalisée à l'aide du logiciel *Statistica 7.1* (StatSoft, Inc, USA). Les comparaisons des moyennes ont été effectuées par le test de Newman-Keuls au niveau d'une significativité de 5%.

# **PARTIE III : RESULTATS ET DISCUSSION**

### III.1 Résultats

#### III.1.1 Caractéristiques physicochimiques des extraits des différents organes

Les caractéristiques physico-chimiques des extraits aqueux des différents organes de *Alchornea cordifolia* sont mentionnées dans le tableau II.

Tableau II : Caractéristiques physicochimiques des extraits des différents organes de *Alchornea cordifolia*

Paramètres étudiés	Organes		
	Feuilles	Tiges	Racines
pH	3,90 ± 0,05 <sup>a</sup>	5,01 ± 0,03 <sup>b</sup>	5,33 ± 0,03 <sup>c</sup>
MS (%)	1,39 ± 0,03 <sup>c</sup>	0,29 ± 0,03 <sup>a</sup>	0,59 ± 0,03 <sup>b</sup>
°Brix	2,20 ± 0,10 <sup>c</sup>	0,50 ± 0,10 <sup>a</sup>	0,80 ± 0,10 <sup>b</sup>

Ces résultats indiquent la moyenne ± écart-type de 3 essais. Les valeurs affectées des mêmes lettres sur la même ligne ne sont pas significativement différentes au seuil de 5%.

Le pH des différents extraits varie de 3,90 à 5,33. Parmi les extraits d'organes étudiés, celui des feuilles est le plus acide (pH = 3,90), suivi de celui des tiges (pH = 5,01) puis celui des racines (pH = 5,33).

Concernant le pourcentage de matières sèches et le °Brix des différents extraits, nous avons les mêmes tendances. Par ordre croissant de pourcentage de matières sèches et de °Brix, nous avons : extrait de tiges < extrait de racines < extrait de feuilles. Donc l'extrait de feuilles est plus riche en matières sèches solubles comparativement aux extraits de racines et tiges.

#### III.1.2 Composition minérale des extraits des différents organes de *Alchornea cordifolia*

La composition minérale des extraits des différents organes de *Alchornea cordifolia* est mentionnée dans le tableau III.

Tableau III : Composition minérale des extraits des différents organes de *Alchornea cordifolia*

Minéraux (mg/kg)	Organes		
	Feuilles	Tiges	Racines
Na	17,72 ± 0,02 <sup>a</sup>	17,88 ± 0,02 <sup>b</sup>	18,38 ± 0,02 <sup>c</sup>
Ca	1,71 ± 0,01 <sup>b</sup>	1,70 ± 0,01 <sup>a,b</sup>	1,68 ± 0,01 <sup>a</sup>
Mg	0,21 ± 0,01 <sup>a</sup>	0,26 ± 0,02 <sup>b</sup>	0,34 ± 0,01 <sup>c</sup>
Mn	1,17 ± 0,01 <sup>c</sup>	0,85 ± 0,01 <sup>b</sup>	0,82 ± 0,01 <sup>a</sup>
K	0,55 ± 0,01 <sup>b</sup>	0,53 ± 0,01 <sup>b</sup>	0,48 ± 0,01 <sup>a</sup>
Fe	8,28 ± 0,02 <sup>b</sup>	7,99 ± 0,02 <sup>a</sup>	7,98 ± 0,01 <sup>a</sup>
Cu	0,29 ± 0,01 <sup>a</sup>	0,53 ± 0,01 <sup>b</sup>	0,75 ± 0,01 <sup>c</sup>
Zn	2,08 ± 0,02 <sup>b</sup>	2,09 ± 0,02 <sup>b</sup>	1,94 ± 0,01 <sup>a</sup>

Ces résultats indiquent la moyenne ± écart-type de 3 essais. Les valeurs affectées des mêmes lettres sur la même ligne ne sont pas significativement différentes au seuil de 5%.

Nous remarquons que les extraits des différents organes de cette plante contiennent à des proportions variables les minéraux tels que Na, Ca, Mg, Mn, K, Fe, Cu et Zn. Le sodium suivi du fer sont identifiés comme étant les plus abondants des sels minéraux dosés. Nous notons également que les extraits de feuilles sont plus riches en Ca, Mn et Fe comparativement aux extraits de tiges et racines. Par contre, les extraits de racines contiennent plus de Na, Mg et Cu par rapport aux extraits de feuilles et tiges. Par ailleurs, le Zn est présent à la même concentration dans les feuilles et tiges. Il en est de même pour le K.

### III.1.3 Composition phytochimique des extraits sélectifs des organes de *Alchornea cordifolia*

#### III.1.3.1 Cas des extraits d'acétate d'éthyle

L'identification des composés phénoliques par CCM des extraits d'acétate d'éthyle des feuilles (Fa), tiges (Ta) et racines (Ra) de *Alchornea cordifolia* est représentée à la Figure 15.

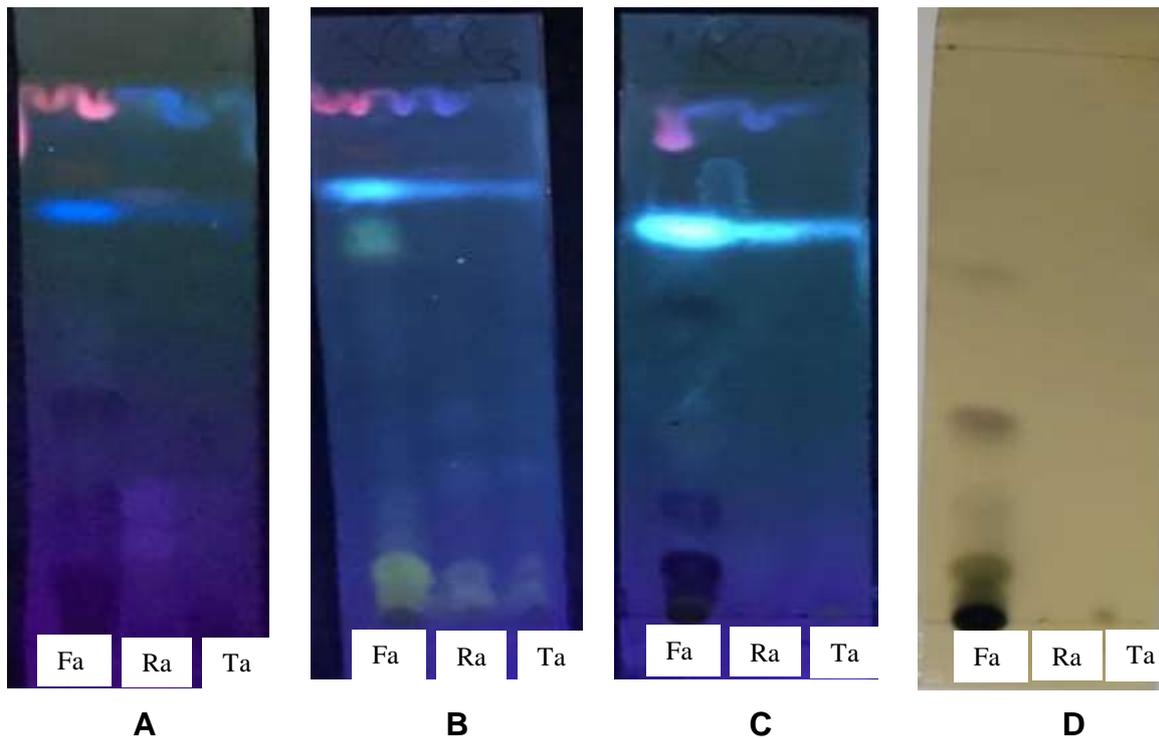


Figure 15 : Chromatogrammes sous UV 365 nm des extraits Fa, Ta et Ra.

Chromatoplaques avant (A) et après traitement par  $\text{AlCl}_3$  (B), KOH 5% (m/v) (C) et  $\text{FeCl}_3$  2% (m/v) (D).

Cette identification a révélé la présence de coumarines et de flavonoïdes dans ces différents extraits. Par ailleurs, nous notons, à l'exception de l'extrait des racines, la présence de tanins dans les extraits de feuilles et de tiges ; avec une forte dominance dans l'extrait des feuilles. La présence de flavonoïdes a été également observée sous UV 365 nm, sans révélateur, puis confirmé par le chlorure d'aluminium ( $\text{AlCl}_3$ ), un réactif spécifique aux flavonoïdes. En effet, le réactif  $\text{AlCl}_3$  les révèle sous UV 365 nm, en des couleurs allant du bleu au brun (Lagnika, 2005) ou en jaune-vert (Merk, 1980 ; Ladiguina *et al.*, 1983). Ces fluorescences sont repérées par des rapports frontaux (Rf) de 0,05 (jaune) ; 0,1 (jaune) ; 0,18 (jaune) ; 0,23 (jaune) ; 0,7 (jaune-vert) ; 0,81 (bleu) pour l'extrait Fa, de 0,05 (jaune) ; 0,1 (jaune) ; 0,23 (jaune) ; 0,35 (bleu) ; 0,81 (bleu) pour Ra et de 0,05 (jaune) ; 0,1 (jaune) ; 0,18 (bleu) ; 0,23 (bleu) ; 0,35 (bleu) ; 0,81 (bleu) pour l'extrait Ta. Quant aux coumarines, elles sont révélées par l'hydroxyde de potassium (KOH) (5%, m/v) en des spots bleu et vert (Georgivskii *et al.*, 1990). Lesquels sont repérés aux Rf de 0,00 (brun) ; 0,05 (brun) ; 0,1 (brun) ; 0,18 (brun) ; 0,35 (vert) ; 0,56 (brun) ; 0,81 (bleu fluorescent) pour l'extrait Fa, de 0,18 (bleu) ; 0,81 (bleu fluorescent) pour

Ra et de 0,81 (bleu fluorescent) pour Ta. Par ailleurs, les tanins et autres polyphénols, ont été mis en évidence par le chlorure de fer ( $\text{FeCl}_3$ ) 2 % (m/V). Les tanins apparaissent sous forme de spots gris dans le visible, c'est le cas des fractions Fa ( $R_f = 0,00 ; 0,23 ; 0,35 ; 0,56$ ) et Ta ( $R_f = 0,05$ ). S'agissant des autres polyphénols, ils apparaissent en spots rouge, bleu et vert (Ekoumou, 2003), cas de la fraction Fa ( $R_f = 0,05 ; 0,1 ; 0,18$ ).

### III.1.3.2 Cas des extraits chloroformiques

Sur les chromatogrammes des extraits Fc, Rc et Tc apparaissent des spots de coloration bleu, vert et violet sous UV à 365 nm, sans révélateurs (Figure 16).

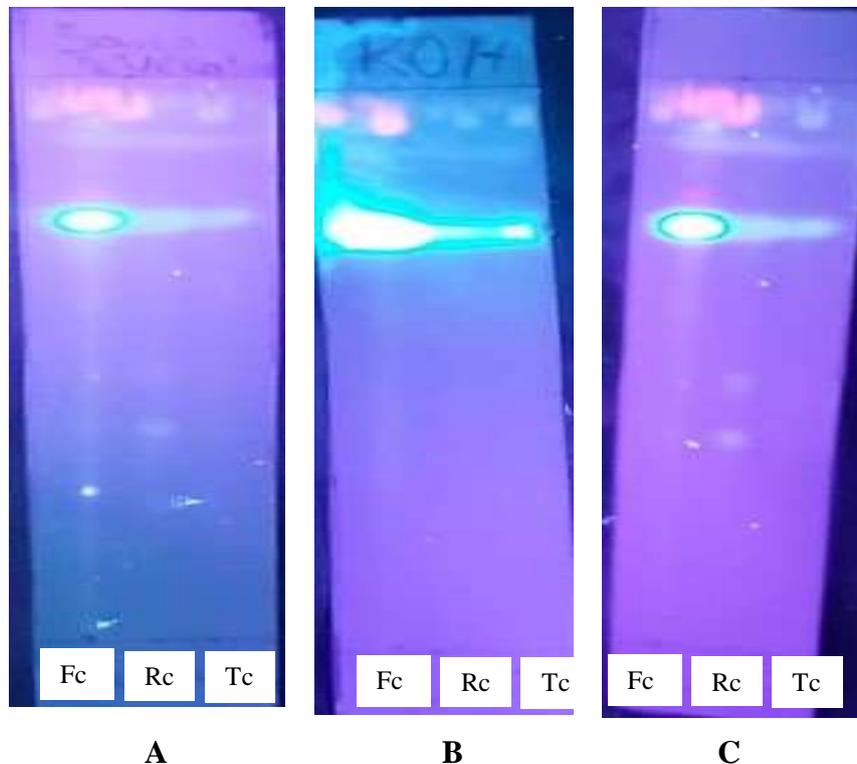


Figure 16 : Chromatogrammes sous UV 365 nm des extraits Fc, Rc et Tc.

Chromatoplaques avant (A) et après traitement par KOH 5% (m/v) (B) et  $\text{AlCl}_3$  (C).

Ces spots sont repérés par des  $R_f$  de 0,38 (bleu) ; 0,48 (bleu) ; 0,60 (bleu) ; 0,68 (bleu) ; 0,81 (bleu fluorescent) ; 0,87 (bleu) pour l'extrait Fc, de  $R_f$  0,38 (bleu) ; 0,46 (bleu) ; 0,81 (bleu fluorescent) ; 0,87 (bleu) ; pour Rc et de  $R_f$  0,81 (bleu fluorescent) ; 0,87 (vert) pour Tc.

Les différents spots repérés représentent des composés dont les tentatives de d'identification ont été possibles grâce à des réactifs spécifiques. Ainsi, l'hydroxyde de potassium (KOH) (5%, m/v) a laissé transparaître les coumarines en des couleurs allant du bleu au bleu fluorescent sous UV 365 nm (Figure 16). Il s'agit des spots aux Rf de 0,38 (bleu) ; 0,81 (bleu fluorescent) et 0,87 (bleu) pour Fc ; de 0,81 (bleu fluorescent) et 0,87 (bleu) pour Rc, de 0,81 (bleu fluorescent) et 0,87 (bleu) pour Tc. Par ailleurs, certains flavonoïdes ont été révélés par le chlorure d'aluminium en des spots repérés sur le chromatogramme de la figure 16 C par des Rf de 0,38 (bleu) ; 0,81 (bleu fluorescent) et 0,87 (jaune) pour Fc, de 0,38 (jaune) ; 0,46 (jaune) et 0,81 (vert) ; 0,87 (jaune) pour Rc ; de 0,81 (vert) ; 0,87 (jaune) pour Tc.

### III.1.3.3 Cas des extraits hexaniques

Les plaques chromatographiques des extraits hexaniques sont représentés sur la Figure ci-dessous.

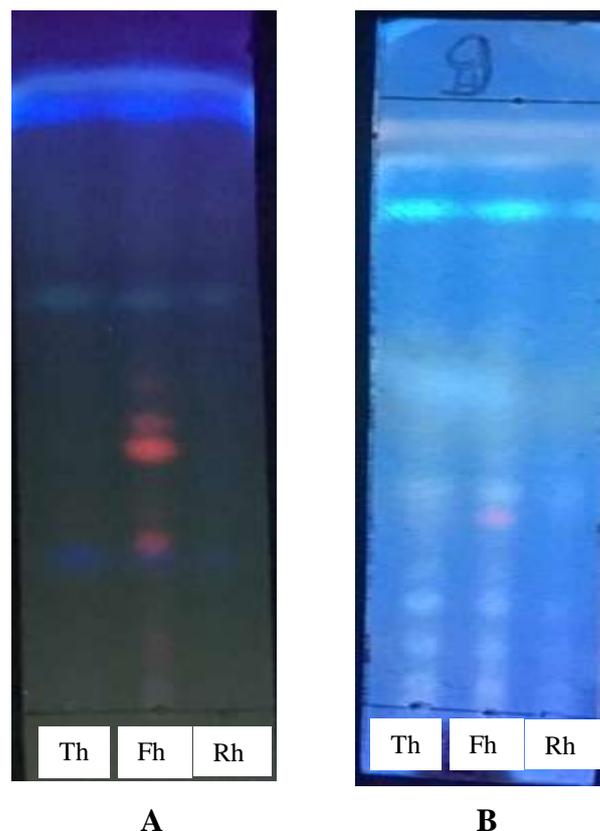


Figure 17 : Chromatogrammes sous UV 365 nm des extraits Th, Fh et Rh.

Chromatoplaques avant (A) et après traitement par le réactif de Liebermann Buchard (B).

L'hexane extrait les stérols, les terpènes et les coumarines. Cependant, seuls les stérols et terpènes ont fait l'objet d'une identification (Figure 17). Ainsi, le réactif de Liebermann-Buchard, spécifique aux stérols et terpènes a été utilisé pour l'identification des métabolites secondaires des extraits de feuilles (Fh), de racines (Rh) et de tiges (Th). Ce réactif laisse apparaître sous UV 365 nm, les triterpènes de type oléanane et ursanne en rouge, les triterpènes de type lupanne en jaune orangée et les stéroïdes en jaune et jaune vert (Lagnika, 2005). C'est le cas des spots repérés sur le chromatogramme de la figure 3B par les Rf de 0,00 (jaune vert) ; 0,03 (jaune-vert) ; 0,09 (jaune-vert) ; 0,17 (jaune-vert) ; 0,23 (jaune-vert) ; 0,32 (jaune-vert) ; 0,37 (jaune-vert pour Th et rouge pour Fh) ; 0,75 (jaune-vert) ; 0,92 (jaune-vert) pour Fh et Th, de 0,03 (jaune-vert) ; 0,09 (jaune-vert) ; 0,23 (jaune-vert) ; 0,32 (jaune-vert) et 0,75 (jaune-vert) pour Rh. Au vu des résultats de la CCM des extraits sélectifs des feuilles, racines et tiges de *Alchornea cordifolia*, il ressort que les décoctés des feuilles, racines et tiges contiennent tous des coumarines, des flavonoïdes, des stérols, des terpènes excepté les tanins majoritairement présents dans les feuilles et en état de trace dans les tiges.

#### **III.1.4 Teneurs en phytonutriments des extraits des différents organes**

Parmi les phytonutriments présents dans les différents organes, les polyphénols notamment les flavonoïdes totaux étant des composés à pouvoir antioxydant ont été dosés (Figure 24).

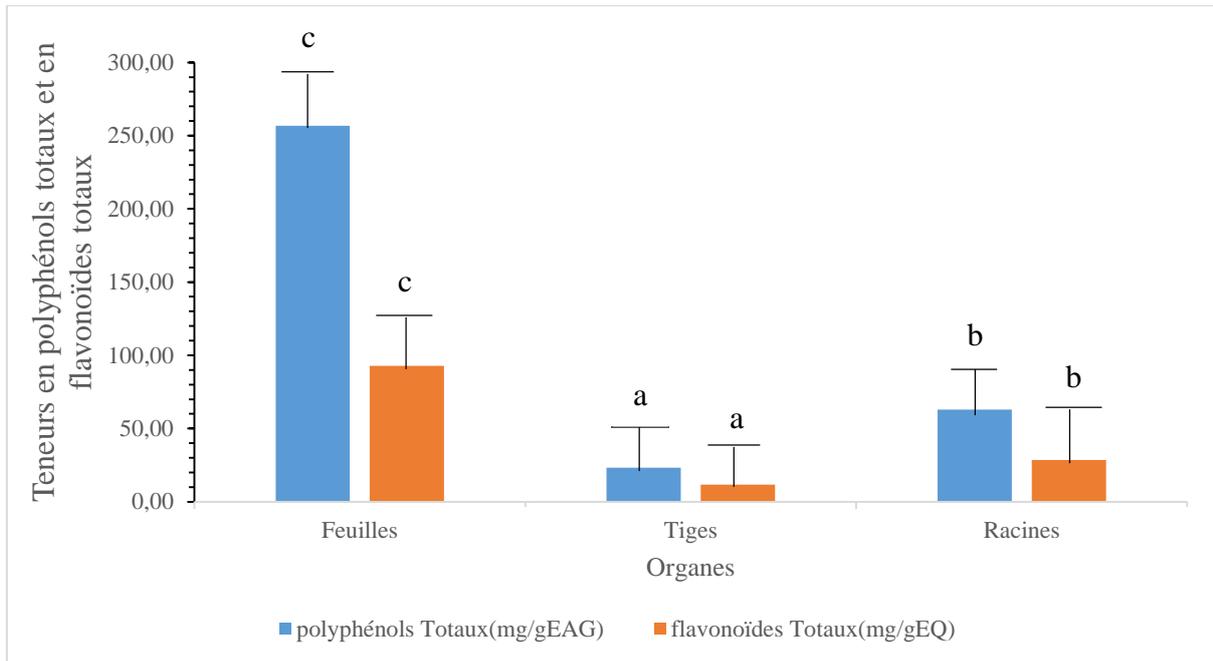


Figure 18 : Teneurs en polyphénols totaux et en flavonoïdes totaux des organes de *Alchornea cordifolia*

Concernant les teneurs en polyphénols totaux et flavonoïdes totaux des différents extraits, nous avons les mêmes tendances. Par ordre croissant de ces teneurs, nous avons : extrait de tiges < extrait de racines < extrait de feuilles. Donc l'extrait de feuilles est le plus riche en ces phytonutriments (256,67 mg/g EAG pour les polyphénols totaux et 92,75 mg/g EQ pour les flavonoïdes totaux).

### III.1.5 Capacité antioxydante des extraits des organes de *Alchornea cordifolia*

La Figure 25 présente la capacité antioxydante des extraits des différents organes.

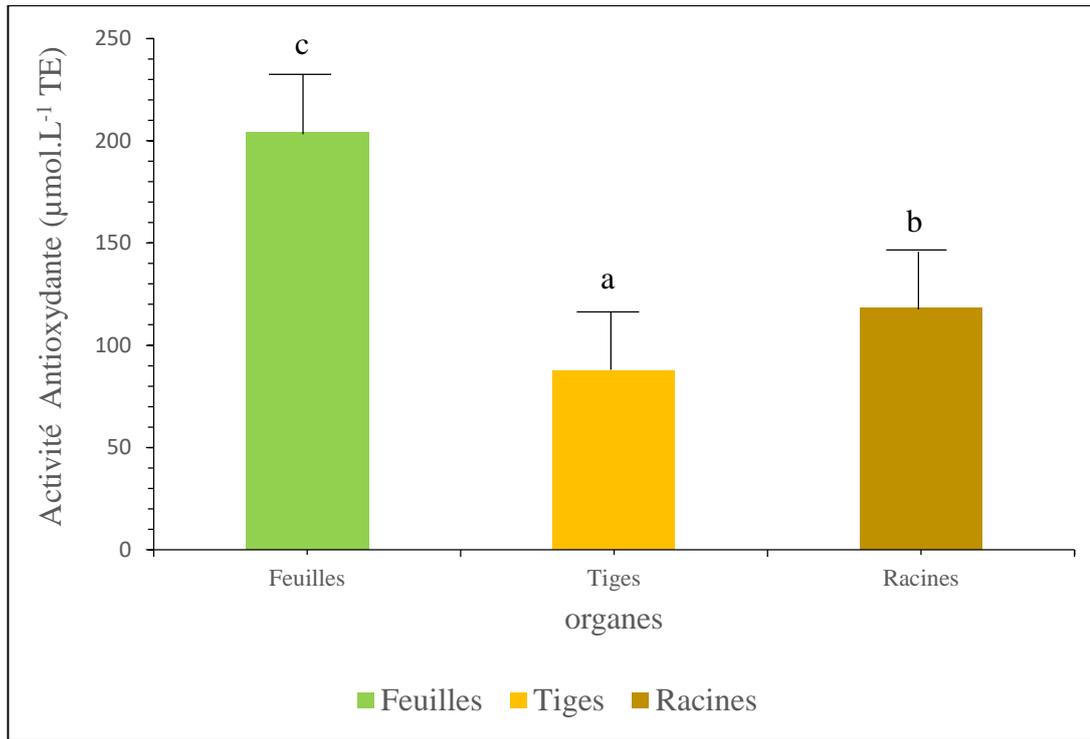


Figure 19: Capacité oxydante des extraits des organes de *Alchornea cordifolia*

L'extrait des feuilles présente la meilleure capacité antioxydante ( $204,23 \mu\text{mol.L}^{-1} \text{TE}$ ) suivi de celui des racines ( $118,58 \mu\text{mol.L}^{-1} \text{TE}$ ) et enfin celui des tiges ( $87,74 \mu\text{mol.L}^{-1} \text{TE}$ )

### III.2 Discussion

Les extraits aqueux des différents organes de *Alchornea cordifolia* sont tous acides ( $\text{pH} \leq 5,33$ ) (Tableau II), avec l'extrait des feuilles ayant le pH le plus acide. Ces extraits seraient ainsi défavorables au développement des bactéries (Wang *et al.*, 2011). Parmi ces extraits, celui des feuilles est le plus riche en matières sèches solubles ; toutes fois, tous les différents organes contiennent une teneur relativement faible en ces matières ( $^{\circ}\text{Brix} \leq 2,20$  et  $\% \text{MS} \leq 1,39$ ). Cela laisse présager que les différents extraits seraient pauvres en éléments nutritifs. La détermination de la composition minérale a révélé que les extraits des différents organes de cette plante contiennent à des proportions variables les minéraux tels que le sodium, le calcium, le magnésium, le manganèse, le potassium, le fer, le cuivre et le zinc. Cependant, le sodium suivi du fer ont été identifiés comme étant les plus abondants des sels minéraux dosés. Les extraits des feuilles sont plus riches en manganèse, potassium et fer comparativement aux

extraits de tiges et racines. Par contre, les extraits de racines contiennent plus de sodium, magnésium et cuivre par rapport aux extraits de feuilles et tiges. Par ailleurs, les feuilles et tiges présentent les mêmes concentrations en zinc et en calcium. La présence des minéraux suscités dans les différents extraits pourrait être bénéfique pour l'homme. En effet, selon Flood *et al.* (2005), le calcium a une activité anti-carcinogène, lui permettant de réduire le risque de cancer colorectal. Il est également un facteur majeur dans l'ossification et le système nerveux ainsi que dans la coagulation sanguine. En association avec le phosphore, le calcium permet de lutter contre l'ostéoporose (Flood *et al.*, 2005). Quant au potassium, associé au sodium, il joue un rôle clé dans le maintien du potentiel électrique au sein des cellules membranaires et dans la conduction des impulsions nerveuses (Taylor, 2003). Il régule également les battements du cœur et la contraction des muscles. Le manganèse participe à l'activation des systèmes enzymatiques. Tandis que le cuivre aide à la formation de l'hémoglobine et les globules rouges. Par contre, le magnésium se trouve dans les os et dans le fluide intracellulaire, il agit comme un cofacteur de l'enzyme dans la neurotransmission chimique. Quant au fer, il est essentiel pour le remplacement de l'hémoglobine. L'absence de celui-ci est appelée anémie. Le zinc est un antioxydant puissant. (Houston *et al.*, 2011). Aucune étude à notre connaissance n'a fait preuve de dosage des minéraux des tiges et racines de *Alchornea cordifolia*. Cependant, les teneurs des minéraux obtenues dans les feuilles sont différentes de celles obtenues dans les extraits aqueux et d'acétate d'éthyle des feuilles de *Alchornea cordifolia* utilisées dans les travaux de Ebenyi & Uraku (2017). Il en est de même pour les travaux de Solomo *et al.* (2017). Cette différence de la composition minérale pourrait s'expliquer par la différence des sites de récolte (Koné, 2018). Le criblage phytochimique des extraits aqueux des différents organes (feuilles, tiges, racines) de *Alchornea cordifolia* a révélé la présence de coumarines, flavonoïdes, stérols et des terpènes ; excepté les tanins majoritairement présents dans les feuilles et en état de trace dans les tiges. La composition phytochimique de l'extrait de feuilles est similaire à celle déterminée par Yao (2013), Gasting *et al.*, (2009) et Adeleye *et al.*, (2008) qui ont travaillé respectivement sur les feuilles en provenance du sud de la Côte d'Ivoire, du Cameroun et du Nigéria. Par ailleurs, les résultats des travaux de Koné (2018) sur les feuilles de *Alchornea cordifolia* récoltées au centre de la Côte d'Ivoire ont mis en exergue la présence de tous ces composés à l'exception des coumarines. Concernant les tiges, le tri phytochimique réalisé par Ajali (2000) sur l'extrait éthanolique des tiges a également révélé la présence des flavonoïdes, des stérols,

de terpènes et des tanins. Pour les racines, Mambé *et al.*, (2016) ont trouvé des résultats presque identiques à ceux de notre étude à l'exception des tanins dont la présence a été révélée dans l'extrait qu'ils ont préparé. Les différences constatées concernant les résultats du criblage phytochimique avec ceux de la littérature, pourraient également s'expliquer par la différence du site de récolte mais aussi par la différence de solvant d'extraction utilisé. Cependant la présence des métabolites secondaires tels que les coumarines, les flavonoïdes, les tanins, les stérols et les terpènes, dans les extraits des différents organes de *Alchornea cordifolia*, pourrait justifier leurs utilisations thérapeutiques. En effet, les flavonoïdes en plus de leur pouvoir antioxydant, sont connus pour leurs propriétés anti-inflammatoires et diurétiques (Ksouri *et al.*, 2007). Quant aux tanins, ce sont des substances à propriétés antiseptiques et antidiarrhéiques (Becker *et al.*, 2005). Par ailleurs, les coumarines sont des antibactériens, antioxydants, anti-inflammatoires, anticoagulants et antitumoraux (Esseid, 2018). Les terpènes sont immunomodulatrices, trypanocides (Espindola *et al.*, 2004), antiplasmodiales (Jullian *et al.*, 2005) ; tandis que les stérols de structure proche de celle du cholestérol permettent de limiter le taux de celui-ci dans le sang (Shen, 2004). La quantification des polyphénols et des flavonoïdes totaux a montré que les feuilles sont plus riches en ces composés comparativement aux racines et tiges. Ce résultat confirme la plus forte activité antioxydante de l'extrait de feuilles par rapport aux deux autres. En effet, selon Ksouri (2009), les polyphénols notamment les flavonoïdes sont dotés d'un puissant pouvoir antioxydant. Cette forte concentration des polyphénols et des flavonoïdes totaux dans les feuilles a été constatée dans d'autres études dont celle de N'gaman (2013) portant sur les organes de *Gmelina arborea* (Verbenaceae) ; et cela se justifierait par le fait que les plantes synthétisent les flavonoïdes grâce au rayonnement solaire pour se protéger de l'oxydation ; plus l'exposition aux rayons solaires augmente et plus les teneurs en flavonoïdes augmentent surtout dans les parties les plus exposées (N'gaman, 2013).

# **CONCLUSION ET PERSPECTIVES**

## Conclusion

---

Cette étude a porté sur l'étude de la variabilité de la composition chimique et de l'activité antioxydante des organes de *Alchornea cordifolia*. Le criblage phytochimique des extraits aqueux des différents organes (feuilles, tiges, racines) de *Alchornea cordifolia* a révélé la présence de coumarines, flavonoïdes, stérols et des terpènes ; excepté des tanins majoritairement présents dans les feuilles et en état de trace dans les tiges. Cependant, la quantification des polyphénols et des flavonoïdes totaux a montré que les feuilles sont plus riches en ces composés comparativement aux racines et tiges. L'extrait de feuilles a également la meilleure capacité antioxydante. Ces grandes potentialités de l'extrait de feuilles pourraient justifier son utilisation préférentiellement à celles des extraits de tiges et racines. Par ailleurs, l'analyse de composition minérale a montré que les extraits des différents organes de cette plante contiennent à des proportions variables les minéraux tels que le sodium, le calcium, le magnésium, le manganèse, le potassium, le fer, le cuivre et le zinc.

Il ressort donc de cette étude que les différents organes de *Alchornea cordifolia* contiennent pratiquement les mêmes composés chimiques à quelques exceptions près. Cependant, la différence se situe au niveau de la concentration de ces composés dans les différents extraits.

En perspective, nous envisageons appliquer la méthodologie des plans d'expérience pour l'optimisation des conditions d'extraction des composés bioactifs des feuilles afin de produire un extrait optimisé avec un meilleur rendement d'extraction. De plus, nous allons déterminer les caractéristiques chimiques ainsi que la toxicité de cet extrait optimisé.

## **REFERENCES**

## Références

- Adeleye A., Omonigbehin A.E., Smith S., Odusola O. & Sobande J. (2008). Antibacterial activity of extracts of *Alchornea cordifolia* (Schumacher et Thonn.) Müll.Arg., *Boerhavia diffusa* Lin. And *Bridelia micrantha* (Hochst) Baill. used in traditional medicine in Nigeria on *Helicobacter pylori* and four diarrhoeagenic bacterial pathogens. *African Journal of Biotechnology*, 7 (20) : 3761-3764.
- Adeneye A.A., Oreagba A.I., Ishola I.O. & Kalejaiye H.A. (2014). Evaluation of the anti-arthritic activity of the hydroethanolic leaf extract of *Alchornea cordifolia* in rats. *African Journal of Traditional, Complementary and Alternative Medicines*, 11(2) : 402–410.
- Agbor G.A., Léopold T. & Jeanne N.Y. (2004). The antidiarrhoeal activity of *Alchornea cordifolia* leaf extract. *Phytotherapy Research*, 18(11) : 873–876.
- Agyare C., Owusu-Ansah A., Sampene P.O., Apenteng J.A. & Boakye Y.D. (2014). Wound healing and anti-infective properties of *Myrianthus arboreus* and *Alchornea cordifolia*. *Journal of Medicinal Chemistry*, 4(7) : 533–539.
- Ajali U. (2000). Antibacterial activity of *Alchornea cordifolia* stem bark. *Fitoterapia*, 71 : 436–438.
- Aké-Assi L. (1991). Révue Médicinale Traditionnelle. Rapport sur le colloque international, sur la médecine traditionnelle africaine. (Abidjan, Cote d'Ivoire), 4 (2) : 203-204.
- AOAC. (1975). Analytic Official methods of analysis of the Association chemists. *AOAC*, (Washington D.C), 58 : 626-627.
- Banzouzi J.T., Prado R., Menan H., Valentin A., Roumestan C., Mallie M., Pelissier Y. & Blache Y. (2002). In vitro antiplasmodial activity of extracts of *Alchornea cordifolia* and identification of an active constituent : ellagic acid. *Journal of Ethnopharmacology*, 81 : 399–401.
- Becker H., Scher J.M., Speakman J.B. & Zapp J. (2005). Bioactivity guided isolation of antimicrobial compounds from *Lythrum salicaria*. *Fitoterapia*, 76 : 580–584.
- Bensakhria A. (2018). Toxicologie Générale - Le Stress Oxydatif. *ResearchGate*, 1 : 70-86

## *Références*

---

- Booth N.L., Dejan N., Richard B. & Geller S.E. (2004). Confusion regarding anticoagulant coumarins in dietary supplements. *Clinical Pharmacology and Therapeutics*, 76 : 511-516
- Bruneton J. (2016). Pharmacognosie : Phytochimie, Plantes médicinales. *Tec & Doc*, 5<sup>e</sup> Edition, Paris (France), 1504 p.
- Bruneton J. (2009). Pharmacognosie : Phytochimie, Plantes médicinales. *Tec & Doc*, 4<sup>e</sup> Edition, Paris (France), 1269 p.
- Bruneton J. (1999). Pharmacognosie : phytochimie, plantes médicinales. *Tec & Doc*, 3<sup>e</sup> Edition, Paris (France), 1120 p.
- Bruneton J. (1993). Pharmacognosie : phytochimie, plantes médicinales. *Tec & Doc*, 2<sup>e</sup> Edition, Paris (France), 915 p.
- Chinsembu K.C. (2015). Plants as antimalarial agents in Sub-Saharan Africa. *Acta Tropica*, 152 : 32-48.
- Conrad J., Vogler B., Klaiber I., Roos G., Walter U. & Kraus W. (1998). Two triterpene esters from *Terminalia macroptera* bark. *Phytochemistry*, 48 :647-650.
- Crozier A., Clifford M.N. & Ashihara H. (2008). Plant secondary metabolites : occurrence, structure and role in the human diet. *John Wiley & Sons*, 208-302.
- Deiana M., Rosa A., Casu V., Cottiglia F. & Bonsignore L. (2003). Chemical composition and antioxidant activity of extracts from *Daphne gnidium* L. *Journal of American Oil Chemist's-Society*, 80 (1) : 65-70
- De Rijke E., Out P., Niessen W.M.A., Ariese F., Gooijer C. & Brinkman U.A.T. (2006). Analytical separation and detection methods for flavonoids. *Journal of Chromatography A*, 1112 : 31 – 63.
- Ducke J. & Vasquez R. (1994). Amazonian ethnobotanical dictionary. *Florida CRC Press. Incorporated*, 122 : 101-112.

## Références

---

- Ebenyi L. N. & Uraku A.J. (2017). Phytochemical and Nutritional Evaluation of Aqueous and Ethyl Acetate Leaf Extracts of *Alchornea Cordifolia*. *Research Journal of Pharmacology and Pharmacy*, 1 : 1-5.
- Ekoumou C. (2003). Etude phytochimique et pharmacologique de 5 recettes traditionnelles utilisées dans le traitement des infections urinaires et de la cystite. Thèse de Doctorat en pharmacie, Université de Bamako (Mali), 158 p.
- Espindola L.S., de Mesquita M.L., Marquié P., de Paula J.E., Mambu L. & Santana J.M. (2004). Trypanocidal activity of a new diterpene from *Casearia sylvestris* var. *lingua*. *Planta Medica*, 70 : 1093–1095.
- Esseid C. (2018). Isolement et détermination structurale de métabolites secondaires de plantes sahariennes- activités biologiques. Thèse de doctorat, Chimie Organique Option : Analyses Physicochimiques, Contrôle de la Qualité et Synthèse de Substances Bioactives, Université Frères Mentouri Constantine 1, Constantine (Algérie), 362p.
- Favier A. (2003). Le stress oxydant : Intérêt conceptuel et expérimental dans la compréhension des mécanismes des maladies et potentiel thérapeutique. *L'actualité Chimique*, 11 : 108-115.
- Flood A. U., Peters N., Chatterjee J.J., Lacey C. & Schairer-Schatzkin A. (2005). Calcium from Diet and supplements is associated with reduced risk of colorectal cancer in a prospective cohort of women. *Cancer Epidemiology Biomarkers and Prevention*, 14(1) : 126-132.
- Gasting D., Nkeugouapi C. F. N., Nji-Kah B.F., Kuate J. R. & Tchouanguep F.M. (2009). Antibacterial activity, bioavailability and acute toxicity, evaluation of the leaf extract of *Alchornea cordifolia* (Euphorbiaceae). *International Journal of Pharmacology*, 11 : 23-25.
- Georgievskii B.P., Komissarenko N.F. & Dmitrou C.E. (1990). Les composés bioactifs des plantes médicinales. *Naouka* (Moscou, Russie), 336 p.
- Guissou I.P., Traore A., Ouédraogo G. & Lompo M. (2008). Propriétés pharmacologiques de *Calotropisprocera* Ait (Asclepiadaceae), plante médicinale utilisée au Burkina

## Références

---

- Faso. Livre des résumés du 15ème colloque sur la pharmacopée et la médecine traditionnelles africaines, 01-04 décembre 2008 (Libreville, Gabon), 27 p.
- Gurbuz I., Yesilada E. & Ito S. (2009). An anti-ulcerogenic flavonol diglucoside from *Equisetum palustre* L. *Journal of Ethnopharmacology*, 12 : 360 -365.
- Guyot M. (1992). Référence à la flore du Togo-systématique des Angiospermes. *Edition TOGO*, Lomé (TOGO), 215 p.
- Houston M. (2011). The importance of potassium in managing hypertension. *Current. Hypertension. Reports*, 13 (4) : 309-317.
- Jose S., Maria P.Z, Jimena M.H. & Romina P.P. (2016). Terpènes ; Natural Products for Controlling Insects of Importance to Human Health-A Structure-Activity Relationship Study. *Hindawi Publishing Corporation*, 17 : 2-5.
- Jullian V., Bonduelle C., Valentin A., Acebey L., Duigou A.G., Prévost M.F. & Sauvain M. (2005). New clerodane diterpenoids from *Laetia procera* (Poepp.) Eichler (Flacourtiaceae), with antiplasmodial and antileishmanial activities. *Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters*, 15 : 5065–5070.
- Kamenan A., Kouakou-Siransy G., Irié-Nguessan., Brou J.K. & Dally I. (2013). Anxiolytic activity of an aqueous extract of *Alchornea cordifolia* (Euphorbiaceae) leaves. *African Journal of Pharmacology*, 7(16) : 816–821.
- Kerharo J. & Bouquet A. (1950). Plantes médicinales et toxiques de la Côte d'Ivoire, Haute-Volta : mission d'étude de la pharmacopée indigène en A.O.F. *Vigot-Frères*, Paris (France), 297 p.
- Koné K.P.F.O. (2018). Application des techniques de chromatographie et de spectroscopie dans l'identification des métabolites secondaires de trois plantes antidiabétiques et antihypertensives de la pharmacopée ivoirienne. Thèse de Doctorat, chimie organique et des substances naturelles, Institut National Polytechnique Felix Houphouët-Boigny (Yamoussoukro, Côte d'Ivoire), 301 p.

## Références

- Kouakou-Siransy G., Sahpaz S., IriéNguessan G., Datté Y.J., Brou J.K., Gressier B. & Bailleul F. (2010). Effects of *Alchornea cordifolia* on elastase and superoxide anion produced by human neutrophils. *Pharmaceutical Biology*, 48(2) : 128–133.
- Krief S. (2003). Métabolites secondaires des plantes et comportement animal : surveillance sanitaire et observations de l'alimentation des chimpanzés (*Pan troglodytes schweinfurthii*) en Ouganda. Activités biologiques et étude chimique de plantes consommées. Thèse de Doctorat en Ecologie et chimie des substances naturelles, Muséum national d'histoire Naturelle (Paris, France), 348 p.
- Ksouri R., Falleh H., Megdiche W., Trabelsi N., Mhamdi B., Chaieb K., Bakrouf A., Magné C H. & Abdelly C. (2009). Antioxidant and antimicrobial activities of the edible medicinal halophyte *Tamarix gallica* L. and related polyphenolic constituents. *Food and Chemical Toxicology*, 47 : 2083-2091.
- Ksouri R., Megdiche W., Debez A., Falleh H., Grignon C. & Abdelly C. (2007). Salinity effects on polyphenol content and antioxidant activities in leaves of the halophyte *Cakile maritima*. *Plant. Physiology Biochemical*, 45 : 244-249
- Ladiguina E.Y, Safronitch L.N, Otriachenkova V.E, Balandina I.A. & Grinkevitch N.I. (1983). Analyse chimique des plantes médicinales. *Edition Moskva, Vischaya Chkola*, 1 : 46-347.
- Lagnika L. (2005). Etude phytochimique et activité biologique de substances naturelles isolées de plantes Béninoises. Thèse de Doctorat en sciences pharmaceutiques, Université Louis Pasteur Strasbourg (France), 268 p.
- Lhuillier A. (2007). Contribution à l'étude phytochimique de quatre plantes malgaches : *Agauria salicifolia* Hook.f ex Oliver, *Agauria polyphylla* Baker (Ericaceae), *Tambourissa trichophylla* Baker (Monimiaceae) et *Embelia concinna* Baker (Myrsinaceae). Thèse de doctorat en Sciences des Agroréssources, Institut National Polytechnique de Toulouse (France), 214p.
- Lobo V., Patil A. & Chandra N. (2010). Free radicals, antioxidants and functional foods : impact on human health. *Pharmacognosy review*, 4 : 118-126.

## Références

- Macheix J.J., Fleuriet A. & Jay-Allemand C. (2005). Les composés phénoliques de végétaux : Un exemple de métabolites secondaires d'importance économique. *Presses Polytechniques et universitaires Romandes*, 1<sup>e</sup> Edition, Lausanne (Suisse), 192p.
- Mambé F.T., Voukeng I.K., Beng V.P. & Kuete V. (2016). Antibacterial activities of methanol extracts from *Alchornea cordifolia* and four other Cameroonian plants against MDR phenotypes. *Journal of Taibah University Medical for Sciences*, 11(2) : 121–127.
- Marinova D., Ribarova F. & Atanassova M. (2005). Total phenolics and flavonoids in bulgarian fruits and vegetables. *Journal of the University of Chemical Technology and Metallurgy*, 40 : 255-260.
- Mavar-Manga H., Brkic D., Marie D.E.P. & Quetin Leclercq J. (2008). In vivo anti-inflammatory ear oedema. *Journal of Ethnopharmacology*, 92 : 209-214.
- Mavar-Manga H., Lejoly J., Quetin Leclercq J. & Schmelze R. G.H. (2007). *Alchornea cordifolia* (Schumacher et Thonn.) Müll. Arg. In : plants ressources of tropical africa (Eds) : Schmelzer G.H., et GuribFakim A ; PROTA, Wagenigen(Netherlands).
- M'bra V.D.P (2017). Evaluation de l'activité hépatoprotectrice de *Alchornea Cordifolia*, et de Sarenta une préparation à base de plantes. Thèse de Doctorat en Pharmacie, Université Félix Houphouët Boigny (Abidjan, Côte d'Ivoire), 120 p.
- Merck E. (1980). Révélateurs pour la chromatographie en couche mince et sur papier. In : Darmstadt (ed), p 153.
- Mohammed R.K., Ibrahim S., Atawodi S.E., Eze E.D., Suleiman J.B., Ugwu M.N. & Malgwi I.S. (2013). Anti-diabetic and haematological effects of n-butanol fraction of *Alchornea cordifolia* leaf extract in streptozotocin induced diabetic wistar rats. *Journal of Biological Sciences*, 2(3) : 45–53.
- Mpiana P.T., Mudogo V., Tshibangu D.S.T., Ngbolua K.N., Shetonde O.M., Mangwala K.P. & Mavakala B.K. (2007). In vitro anti-sickling activity of anthocyanins extracts of a Congolese plant : *Alchornea cordifolia* (M. Arg). *Journal of Medical Science*, 7(7) : 1182–1186.

## Références

- N'Da P. (2016). Optimisation de l'extraction des flavonoïdes totaux d'*Hibiscus sabdariffa* Linn par les techniques séparatives membranaires. Thèse de Doctorat en Chimie de Substances Naturelles, Institut National Polytechnique Felix Houphouët-Boigny (Yamoussoukro, Côte d'Ivoire), 63 p.
- N'Gaman K.C.C. (2013). Etude phytochimique et effet d'extraits de *Gmelina arborea* Roxb. (Verbenaceae) de Côte d'Ivoire sur la stabilité osmotique d'érythrocytes. Thèse de Doctorat en Chimie de Substances Naturelles, Université d'Abobo-Adjamé (Abidjan, Côte d'Ivoire), 170 p.
- Noundou X.S., Krause R.W.M., Van Vuuren S.F., Ndinteh D.T. & Olivier D.K. (2016). Antibacterial effects of *Alchornea cordifolia* (Schumach. And Thonn.) Müll. Arg extracts and compounds on gastrointestinal, skin, respiratory and urinary tract pathogens. *Journal of Ethnopharmacology*, 179 : 76–82.
- Ogunbamila F.O. & Samuelsson G. (1990). Smooth muscle relaxing flavonoids from *Alchornea cordifolia* (leaves). *Acta Pharmaceutica Nordica*, 2 : 421-422.
- OIV. (2015). Recueil des méthodes internationales d'analyses des vins et des mouts. *Organisation internationale de la vigne et du vin*, 2 : 795-798.
- Okoye F.B.C., Osadebe P.O., Nworu C.S., Okoye N.N., Omeje E.O. & Esimone C.O. (2011). Topical anti-inflammatory constituents of lipophilic leaf fractions of *Alchornea floribunda* and *Alchornea cordifolia*. *Natural Product Research*, 25 : 1941–1949. <https://doi.org/10.1080/14786419.2010.512272>
- Osadebe P., Okoye F., Uzor P.F., Nnamani N.R., Adiele I.E. & Obiano N.C. (2012). Phytochemical analysis, hepatoprotective and antioxidant activity of *Alchornea cordifolia* methanol leaf extract on carbon tetrachloride-induced hepatic damage in rats. *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine*, 5(4) : 289-293.
- Osadebe P.O. & Okoye F.B.C. (2003). Anti-inflammatory effects of crude methanolic extract and fractions of *Alchornea cordifolia* leaves. *Journal of Ethnopharmacology*, 89 (1) : 19-24

## Références

---

- Paris M. & Haisbielle H. (1981). Abrégé de Matière médicale, pharmacognosie. *Masson*, Tomes I, Paris (France), 339 p.
- Šaponjac V.T., Canadanovic-Brunet J., Cetkovic G. & Djilas S. (2016). Detection of Bioactive Compounds in Plants and Food Products. *In : Emerging and Traditional Technologies for Safe, Healthy and Quality Food. Springer Science+Business Media*, New York (USA) : 81-109.
- Shen J. (2004). Protein kinases linked to the pathogenesis of Parkinson's disease. *Neuron*, 44 : 575-577.
- Solomo E., Termote C., Tchatchambe W.B., Malombo T.B., Katusi L. & Dhed'a D. (2017). Substances nutritives et toxiques des feuilles de quatre plantes alimentaires sauvages consommées par la population riveraine de la réserve forestière de la Yoko, territoire Ubundu en province de la Tshopo (RD Congo). *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 21 : 298-305
- Taylor M. D. (2003). Nerve impulse conduction and electrical conduction. *Rothwell Press*, London (Angleterre), 245 p.
- Teow C.C., Truong V.D., Mc Feeters R.F., Thompson R.L., Pecota K.V. & Yencho G.C. (2007). Antioxidant activities, phenolic and b-carotene contents of sweet potato genotypes with varying flesh colours. *Food Chemistry*, 103(3) : 829-838.
- Tor-Anyiin T.A., Shaato R. & Oluma H.O.A. (2003). Ethnobotanical survey of anti-malarial medicinal plants amongst the Tiv people of Nigeria. *Journal of Herbs, Spices & Medicinal Plants*, 10 (3) : 61-74.
- Tsao R. (2010). Chemistry and biochemistry of dietary polyphenols. *Nutrients*, 2(12) : 1231-1246.
- Umukoro S. & Aladeokin A.C. (2010). Evaluation of the anti-stress and anticonvulsant activities of leaf extract of *Alchornea cordifolia* in mice. *Journal of pharmacology*, 127 (3) : 768-770.
- Velu G., Palanichamy V. & Rajan A.P. (2018). Phytochemical and Pharmacological Importance of Plant Secondary Metabolites in Modern Medicine. *In : Bioorganic*

### Références

---

- Phase in Natural Food : An Overview. Roopan S., Madhumitha G. (Eds), Berlin (Allemagne) 135-164.
- Wang H.Y., Quian H. & Yao W.R. (2011). Mélanoïdines produites par la réaction de Maillard : structure et activité biologique. *Food Chem*, 128 : 573-584.
- Wollgast J. & Anklam E. (2000). Review on polyphenols in Theobroma cacao : changes in composition during the manufacture of chocolate and methodology for identification and quantification. *Food Research International*, 33(6) : 423-447.
- Wood J.E., Senthilmohan S.T. & Peskin A.V. (2002). Antioxidant activity of procyanidin-containing plant extracts at different pH. *Food Chemistry*, 77 : 155-161.
- Yao K.E. (2013). Usages thérapeutiques traditionnels de *Alchornea Cordifolia* (SCHUM et THONN) MULL. ARG. (Euphorbiaceae) et tri phytochimique de l'extrait total aqueux des feuilles. Thèse de Doctorat en Physiologie, pharmacologie et phytothérapie, Université Nangui Abrogoua (Abidjan, Cote d'Ivoire), 76 p.

# **ANNEXES**

**Annexe 1 : Appareillage**



**Lampe UV 365 nm**



**Spectrophotomètre UV visible**



**pH-mètre type HANNA**



**Refractomètre à infra rouge**



**Etuve type memmert**



**Spectrophotomètre à flamme  
d'absorption atomique**

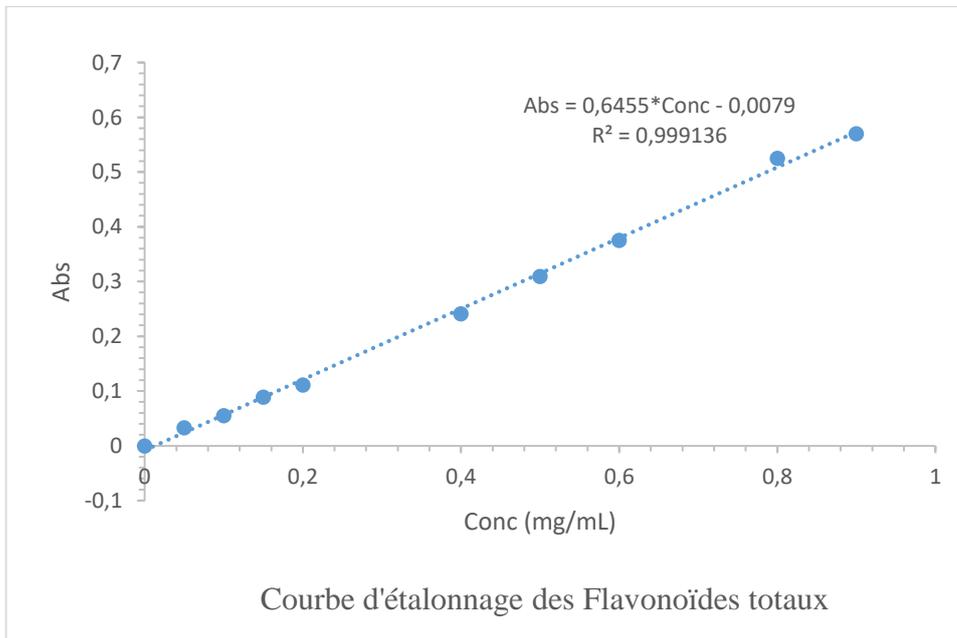
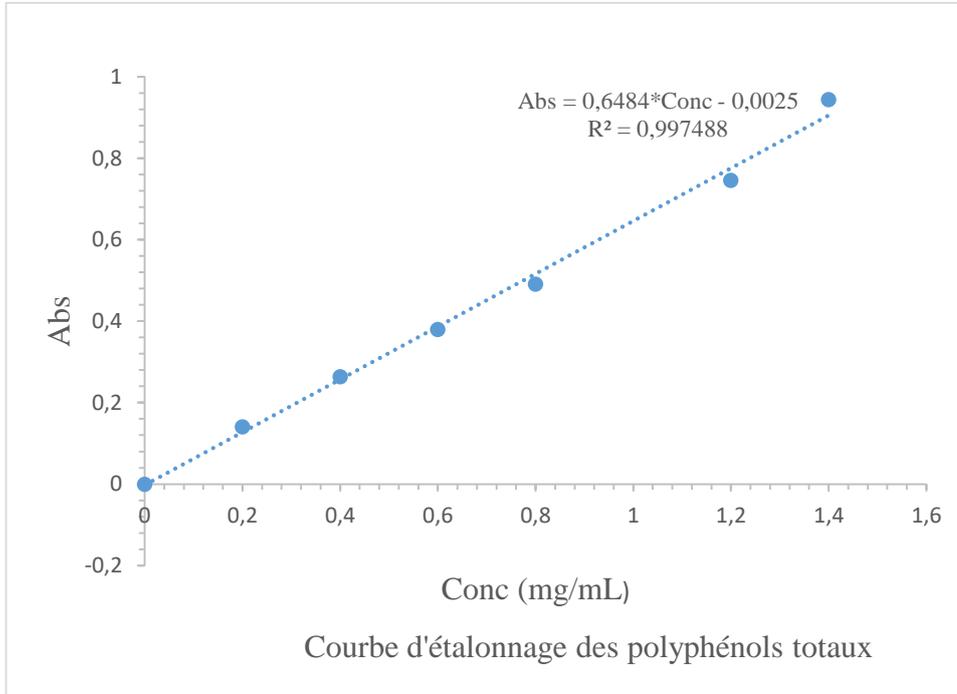


**Evaporateur rotatif**



**Balance analytique**

Annexe 2 : Courbes d'étalonnage



## RESUME

Ce travail vise à étudier la variabilité de la composition chimique et de l'activité antioxydante des organes (feuilles, tiges et racines) de *Alchornea cordifolia*, pour mettre en évidence l'utilisation préférentielle de ses feuilles par rapport à ses tiges et racines. Pour ce faire, des paramètres physico-chimiques (pH, °Brix, MS) et les teneurs en minéraux des extraits des organes ont été déterminés. Ensuite, un tri phytochimique suivi du dosage spectrophotométriques des polyphénols totaux, des flavonoïdes totaux et de l'activité antioxydante ont été effectués. L'analyse des résultats a montré que les extraits des organes sont tous acides ( $\text{pH} \leq 5,33$ ), toutefois, ces extraits contiennent un faible taux de matières sèches. Par ailleurs, les minéraux dosés sont présents dans les organes à des concentrations variables. Quant au tri phytochimique, il a révélé la présence de coumarines, de flavonoïdes, de stéroïdes et de terpènes, dans l'extrait aqueux de tous les organes, excepté des tanins, absents dans les racines. Cependant, les feuilles présentent la plus forte teneur en phytonutriments dosés et la meilleure capacité antioxydante. Ces grandes potentialités de l'extrait de feuilles pourraient donc justifier son utilisation préférentiellement à celles des extraits des tiges et racines.

**Mots clés :** Composition chimique, Activité antioxydante. Organes, *Alchornea cordifolia*

## ABSTRACT

This work aims to study the variability of the chemical composition and antioxidant activity of the organs (leaves, stems and roots) of *Alchornea cordifolia*, to highlight the preferential use of its leaves over its stems and roots. To do this, physico-chemical parameters (pH, °Bx, DM) and the mineral contents of the organ extracts were determined. Next, phytochemical sorting followed by spectrophotometric determination of total polyphenols, total flavonoids and antioxidant activity were carried out. Analysis of the results showed that the organ extracts are all acidic ( $\text{pH} \leq 5.33$ ), however, these extracts contain a low level of dry matter. In addition, the measured minerals are present in the organs in varying concentrations. As for phytochemical sorting, it revealed the presence of coumarins, flavonoids, sterols and terpenes, in the aqueous extract of all the organs, except for tannins, which are absent in the roots. However, the leaves have the highest content of dosed phytonutrients and the best antioxidant capacity. These great potentialities of leaf extract could therefore justify its use in preference to stem and root extracts.

**Key words :** Chemical composition, Antioxidant activity, Organs, *Alchornea cordifolia*