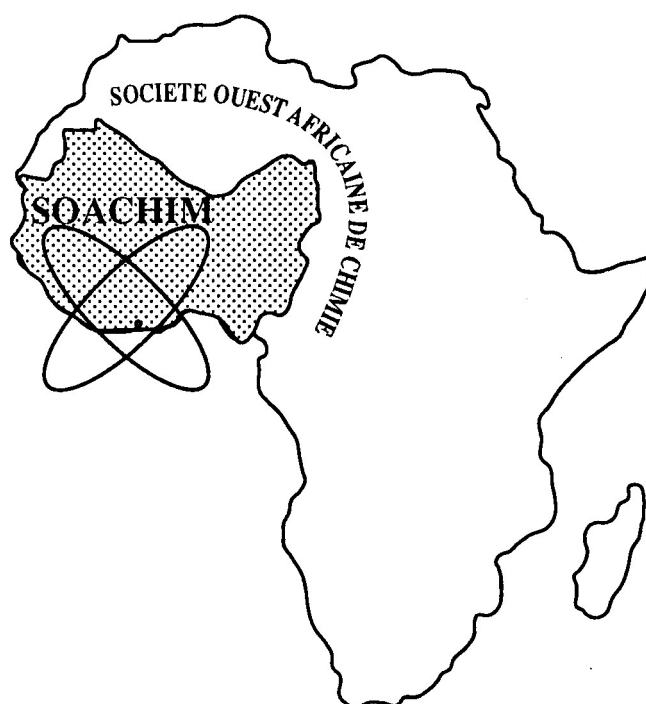


Caractérisation d'extraits totaux de colorants à usage textile de dix plantes tinctoriales du Burkina Faso

**Benjamin Bazié, Adama Hema, Moumouni Koala,
Eloi Palé, Pierre Duez, Mouhoussine Nacro**

Journal de la Société Ouest-Africaine de Chimie
J. Soc. Ouest-Afr. Chim. (2020), 049 : 31 - 40
25^{ème} Année, Juin 2020



ISSN 0796-6687

Code Chemical Abstracts : JSOCF2

Cote INIST (CNRS France) : <27680>

Site Web: <http://www.soachim.org>

Caractérisation d'extraits totaux de colorants à usage textile de dix plantes tinctoriales du Burkina Faso

Benjamin Bazié¹, Adama Hema^{1*}, Moumouni Koala², Eloi Palé¹, Pierre Duez³, Mouhoussine Nacro¹

¹ Laboratoire de Chimie Organique et Physique Appliquées, Département de Chimie, UFR-SEA, Université Joseph KI-ZERBO, 03 BP 7021 Ouagadougou 03, Burkina Faso

² Institut de Recherche en Sciences de la Santé (IRSS/CNRST) 03 BP 7192 Ouagadougou 03, Burkina Faso

³ Service de Chimie Thérapeutique et de Pharmacognosie, Université de Mons, 25 Chemin du Champ de Mars, 7000 Mons, Belgique

(Reçu le 30/08/2020 – Accepté après corrections le 16/12/2020)

Résumé : Pour disposer de colorants naturels prêts à l'emploi pour les artisans teinturiers, des travaux d'extraction aqueuse et d'analyses quantitatives et qualitatives ont été réalisés sur des colorants textiles totaux obtenus de différents organes de dix plantes tinctoriales du Burkina Faso. Avec des rendements d'extraction au-dessus de 10%, les gousses de *A. nilotica* (20%) et des feuilles de *I. tinctoria* (12%) se distinguent des autres (5%). Les teneurs en flavonoïdes totaux varient entre 911,233±13,887 mgEQ/g pour *A. nilotica*, et 211,704±11,109 mgEQ/g *L. inermis*. Les taux de tanins hydrolysables varient de 26,04 % pour *A. nilotica* à 1,67 % pour *L. inermis*. *A. nilotica* possède un taux de tanins condensés comparable à celui de *B. orellana* (24,059%). L'analyse en HPTLC des colorants totaux a révélé que l'extrait des feuilles fraîches de *M. indica* renferme la mangiférine. Les vibrations d'élongation ν_{O-H} et ν_{C-O} respectivement des alcools, des éthers oxydés et des acides carboxyliques mettent en évidence dans les colorants des molécules de flavonoïdes et des tanins utiles en teinture naturelle. Par ailleurs, les vibrations δ_{N-H} : 1581 cm⁻¹, δ_{C-N} : 1389 cm⁻¹, δ_{C-O} : 1036 cm⁻¹ révèlent que le colorant de *I. tinctoria* renfermerait des amines cycliques tels que l'indican, l'isatan B et l'indigotine.

Mots clés : Extraction aqueuse, Flavonoïdes, Tanins, Infra-Rouge, CCMHP, Rendements

Characterization of total extracts of dyes for textile use from ten tinctorial plants in Burkina Faso

Abstract : In order to dispose of ready-to-use natural dyes for dyeing craftsmen, aqueous extraction and quantitative and qualitative analyses were carried out on total textile dyes obtained from different organs of ten tinctorial plants in Burkina Faso. With extraction yields above 10%, *A. nilotica* pods (20%) and leaves of *I. tinctoria* (12%) and distinguish from others (5%). Total flavonoids contents were range from 911,233±13,887 mgEQ/g for *A. nilotica*, to 211,704± 11,109 mg QE/g *L. inermis*. Hydrolysable tannins rates range from 26.04% for *A. nilotica* to 1.67 % for *L. inermis*. *A. nilotica* had a condensed tannin rates comparable to that of *B. orellana* (24.059 %). The HPTLC analysis of raw dyes revealed that the extract from the fresh leaves of *M. indica* contains mangiferin. The ν_{O-H} et ν_{C-O} elongation vibrations of alcohol, ether oxide and carboxylic acids were found in the dyes of flavonoid and tannins molecules are useful in natural dyeing. In addition, vibrations δ_{N-H} : 1581 cm⁻¹, δ_{C-N} : 1389 cm⁻¹, δ_{C-O} : 1036 cm⁻¹ revealed that the dye of *I. tinctoria* contained cyclic amines such as indican, isatan B and indigotin.

Key words: Aqueous extraction, Flavonoids, Tannins, Infra-Rouge, HPTLC, Yields.

* Auteur correspondant : email : hemaadama@yahoo.fr

1. Introduction

A travers l'histoire, l'Homme dans toutes les parties du monde a développé des voies pour teindre les textiles et d'autres objets avec des colorants extraits d'insectes et des coquilles. Les colorants et teintures naturels sont aussi vieux que les textiles eux-mêmes [1]. De nos jours, la teinture végétale s'inscrit dans une démarche moderne d'intérêt écologique pour les alternatives aux colorants chimiques et teintures synthétiques du fait que l'industrie de la teinture à base de ces produits synthétiques constitue une menace pour l'homme et l'environnement [2]. La contribution de la recherche moderne à la connaissance des molécules de colorants naturels [3], est aussi génératrice de nouveaux sujets de valorisation pour quelques-unes des plantes tinctoriales locales [4].

Le Burkina Faso à travers la valorisation de son coton, de son tissu « Faso danfani » prône une énorme possibilité de promotion des colorants naturels. La culture du coton, la production des colorants naturels écologiques constituent des enjeux économique et sanitaire majeurs pour le Burkina et le reste du monde.

La teinture naturelle est un domaine délicat. Il est néanmoins connu que les différentes techniques tinctoriales sont intrinsèquement liées à la composition chimique des colorants [5]. En effet, ces colorants totaux, de rendements d'extraction généralement assez faibles, renferment cependant de très nombreux groupes de molécules dont beaucoup possèdent des structures non identifiées. De plus, ces molécules colorantes possèdent souvent une faible affinité chimique avec les fibres textiles et ont besoin d'être fixées à l'aide d'une gamme variée de substances appelées "mordants" qui réagissent avec les colorants et les fibres suivant un mode d'action non encore totalement compris. La nature, la concentration des mordants et les caractéristiques chimiques et physico-chimiques des composés de ces colorants totaux influent beaucoup sur la tonalité et la saturation des teintures obtenues. Par exemple des groupements hydroxyles vicinaux de flavonoïdes, de tanins hydrolysables et condensés peuvent par chélation avec des sels métalliques tels que Al^{3+} , Fe^{2+} , Mg^{2+} [6, 7] conduire à des changements de couleurs des bains de colorants utiles pour l'obtention de plusieurs nuances de couleurs.

Un des soucis majeurs de la teinture demeure celui de la reproductibilité des couleurs du fait que le matériel végétal, en fonction de son origine agroécologique peut ne pas renfermer les quantités optimales pour reproduire des nuances de couleurs désirées.

L'objectif principal de ce projet est d'apporter aux artisans teinturiers locaux de la filière textile de nouvelles possibilités de produits écologiques faciles à utiliser et de valoriser les produits forestiers non ligneux locaux. Ainsi, cette étude vise à caractériser qualitativement et quantitativement des colorants naturels extraits de dix plantes tinctoriales localement utilisées au Burkina Faso par les artisans teinturiers [4]. Aussi, va-t-il s'agir d'évaluer les rendements d'extraction, de déterminer les teneurs en flavonoïdes totaux et les taux en tanins hydrolysables et condensés. Enfin, la chromatographie sur couche mince à Haute performance (HPTLC), et l'Infra-Rouge ont été utiles dans la description des caractéristiques physiques et chimiques de ces colorants.

2. Matériels et Méthodes

2.1. Extraction et rendements

Les matériels végétaux (feuilles d'*A. leiocarpus*, écorce de *L. microcarpa*, gousses d'*A. nilotica*, gaines de *S. caudatum*, feuilles de *L. inermis*, gousses de *P. biglobosa*, feuilles d'*I. tinctoria*, graines de *B. orellana*, feuilles de *T. grandis*, feuilles de *M. indica*) sont séchés pendant deux semaines à l'abri du soleil puis broyés. 250 g de poudre de chaque matériel végétal sont extraits à l'eau en utilisant un soxhlet [8]. L'extraction aqueuse s'inscrit partiellement dans la dynamique conservatrice des manières d'extraction des colorants naturels par les artisans teinturiers au Burkina Faso.

Les extraits sont concentrés par évaporation puis congelés et séchés au lyophilisateur de marque ALPHA 1-2 LD plus. Les colorants secs obtenus sont pesés et les rendements déterminés par la relation 1 :

$$\text{Rendement (R)} = \frac{\text{Masse du colorant}}{\text{Masse du matériel végétal}} \times 100 \quad (1)$$

Les extraits de colorants ainsi obtenus sont caractérisés par des couleurs spécifiques liées à leur composition chimique.

2.2. Teneurs en flavonoïdes totaux et en tanins condensés et hydrolysables

Teneurs en flavonoïdes totaux : A 60 μL de chaque extrait sont ajoutés 150 μL d'eau, 15 μL d'une solution de nitrite de sodium (NaNO_2) à 5 %, 15 μL d'une solution de chlorure d'aluminium (AlCl_3) à 10 % et 50 μL d'une solution de soude (NaOH) à 1 M. Les teneurs en flavonoïdes totaux sont déterminées par la lecture des absorbances à 510 nm à l'aide du

lecteur microplaque en quartz de 96 puits (spectrophotomètre MP96, SAFAS). Ces absorbances sont rapportées à la courbe-étalon obtenu à partir de la quercétine prise comme standard (relation 2)^[9, 10].

$$T(\text{mg EQ/g}) = \frac{(Abs-b) \times V \times FD}{m \times a} \quad (2)$$

T (mg EQ/g) : Teneur en milligramme d'équivalent quercétine par gramme de poudre de colorant.

Abs : Absorbance ; b : Ordonnée à l'origine ; a : pente ; V : Volume ; FD : Facteur de dilution ; m : Masse de colorant

Taux de tanins hydrolysables : pour la détermination des taux en tanins hydrolysables, à 60 μL de chaque extrait, un volume de 220 μL d'un mélange de chlorure de fer III à 10^{-2} M et d'acide chlorhydrique à 10^{-3} M (50 / 50 v/v) a été ajouté, et la lecture des absorbances a été faite à 660 nm à l'aide du lecteur microplaque en quartz de 96 puits (spectrophotomètre MP96, SAFAS). Les absorbances lues sont rapportées à la formule de la relation 3^[11]:

$$T(\%) = \frac{A \times PM \times V \times FD}{\varepsilon_{mole} \times P} \quad (3)$$

A : Absorbance ; ε_{mole} : 2169 de l'acide gallique ; PM : Poids moléculaire de l'acide gallique ; V : Volume d'extrait utilisé ; P : Poids de l'échantillon ; FD : Facteur de dilution ; T (%) : Taux de tanins hydrolysables.

Taux de tanins condensés : la détermination des taux de tanins condensés a consisté à mélanger 90 μL d'un extrait et 190 μL d'une solution de vanilline à 0,01 % dans l'acide sulfurique concentré. Les absorbances ont été lues à 500 nm en utilisant un lecteur microplaque en quartz de 96 puits (spectrophotomètre MP96, SAFAS). Les taux de tanins condensés sont obtenus en rapportant les absorbances lues dans la formule de la relation 4^[12, 13].

$$T(\%) = 5,2 \cdot 10^{-2} \frac{A \times V}{P} \quad (4)$$

$5,2 \cdot 10^{-2}$: Constante exprimée en équivalent de cyanidine ; A : Absorbance ; V : Volume d'extrait utilisé ; P : Poids de l'échantillon ; T (%) : Taux de tanins condensés.

Étude statistique : l'étude statistique a été réalisée par le logiciel statistique SPSS 16.0 au seuil de probabilité de 5 %. Toutes les expériences ont été réalisées en triple. Les résultats sont exprimés sous la forme moyenne \pm écart type. Les valeurs de $p < 0,05$ sont considérées statistiquement significatives^[14].

2.3. Analyse des colorants par chromatographie sur couche mince à haute performance

Les profils chromatographiques des colorants naturels ont été obtenus par chromatographie sur couche mince à haute performance (CCMHP ou HPTLC) afin d'établir des empreintes digitales. Pour cela, 3 μL d'extraits ont été déposés sous forme de fines bandes de 8 mm de long sur une plaque de gel de silice F₂₅₄ HP de format 20x10 cm à l'aide d'un appareil CAMAG Automatic TLC AutoSampler 4. Après une étape de saturation pendant 20 minutes, le développement de la plaque a été réalisé en utilisant la phase mobile acétate d'éthyle-acide formique-acide acétique-eau (100 : 11 : 11 : 26 v / v / v). À l'issue du développement, la plupart des colorants ont été difficilement perceptibles dans le visible et donc non observables à l'œil. Dans le but de visualiser les polyphénols en générale et les flavonoïdes en particulier, deux révélateurs spécifiques, successivement le 2-aminodiphénylborate (1 g dans 100 mL de méthanol) puis le polyéthylène glycol (5 g dans 100 mL d'éthanol à 96 %), ont été pulvérisés sur la plaque et chauffée à 110°C pendant 3 minutes.

2.5. Spectroscopie infrarouge à transformée de Fourier

Vus les très faibles rendements observés dans l'étude de la plupart des substances naturelles, il serait difficile d'isoler dans des mélanges très complexes, des molécules individuelles en quantités suffisantes pour teindre du textile. C'est ce qui explique l'enregistrement des spectres Infra-Rouge qui rendent compte brièvement des fonctions chimiques présentes dans les extraits totaux (formes sous lesquelles, ils sont localement utilisés) et susceptibles d'influencer la couleur finale du textile teint^[15]. Ainsi des extraits totaux de colorants renfermant des tanins et des flavonoïdes ont été soumis à une analyse par spectrométrie Infra-Rouge à Transformée de Fourier (IR-TF) de type TENSOR 27 pour une identification des groupements fonctionnels présents dans les structures des constituants.

3. Résultats et discussion

Les résultats (Figure 1) des rendements d'extraction, révèlent que les gousses de *A. nilotica* renferment la meilleure teneur en substance colorante ($R = 20\%$) suivies par les feuilles de *I. tinctoria* ($R = 12\%$), et *M. indica* ($R = 9\%$). Les autres espèces tinctoriales présentent un rendement moyen d'environ 5% .

En outre, le tableau I révèle que les plantes tinctoriales de l'étude présentent une gamme de couleurs dépendant des constituants moléculaires de chaque substance colorante. Ceci s'expliquerait par la présence dans la structure des molécules colorantes de groupes chromophores et d'auxochromes. En effet, des phénomènes de copigmentation inter et intramoléculaire, d'auto-association et de chélation jouent un rôle important dans, non seulement la stabilisation des constituants moléculaires, mais aussi la génération de la couleur finale des organes des plantes [16]. En effet, des composés polyphénoliques comme les anthocyanes possédant des groupements hydroxyles vicinaux peuvent par chélation en présence de métaux, donner différentes couleurs en fonction de la nature du métal. D'autres molécules non colorées peuvent être révélées par des réactifs spécifiques. Le chromatogramme HPTLC (Figure 4) obtenu par capture des images des plaques visualisées sous UV à 366 nm [17] montre que les colorants naturels étudiés renferment des composés comportant des fonctions organiques proches des tanins et des flavonoïdes utilisés comme référence. Cette caractéristique peut être exploitée pour obtenir des nuances de couleurs lors des pratiques tinctoriales. De plus, en fonction du pH, des réactions de transfert de protons peuvent provoquer des changements de couleurs [16].

Une analyse qualitative révèle que toutes les substances colorantes renferment des flavonoïdes qui ont été évalués quantitativement. Il ressort que la

teneur en flavonoïdes (tableau 2) dépend de la plante tinctoriale. En effet, l'extrait de *A. nilotica* ($911,233 \pm 13,887\text{ mg d'équivalents de quercétine}$) renferme la plus forte teneur en flavonoïdes comparée à celles de *P. biglobosa* ($893,951 \pm 22,218\text{ mgEQ/g}$), de *L. microcarpa* ($738,413 \pm 55,546\text{ mgEQ/g}$); puis à celles de *T. grandis*, *A. leiocarpus*, et de *S. caudatum* qui possèdent une teneur moyenne de $454,045 \pm 13,423\text{ mgEQ/g}$. Ces derniers sont suivis par celles de *M. indica* ($400,314 \pm 2,221\text{ mgEQ/g}$), *I. tinctoria* ($360,173 \pm 18,052\text{ mgEQ/g}$), *B. orellana* ($268,657 \pm 2,778\text{ mgEQ/g}$) et *L. inermis* ($211,704 \pm 11,109\text{ mgEQ/g}$). Tous les extraits colorants renferment donc des chromophores et d'auxochromes très utiles en teinture.

Les taux de tanins hydrolysables (tableau II) varient de $1,67\%$ pour *L. inermis* à $26,04\%$ pour *A. nilotica*. Ils donnent par hydrolyse une fraction phénolique, l'acide gallique assez utilisé ainsi que l'acide tannique en teinture comme fixateurs des colorants sur la matière à teindre. Leur présence dans les extraits colorants naturels explique l'inutilité d'une étape de fixation en teinture naturelle. Les trois meilleurs taux en tanins hydrolysables se rencontrent au niveau des extraits de *P. biglobosa* ($23,294\%$), *L. microcarpa* ($25,177\%$) et de *A. nilotica* ($26,040\%$) qui sont de véritables sources de tanins. En particulier, *A. nilotica* est beaucoup utilisé en maroquinerie pour le tannage des peaux dû certainement à son fort taux en tanins [21]. *P. biglobosa* serait un bon candidat pour un tannage préalable.

De façon générale les tanins condensés résultent de la polymérisation des molécules élémentaires qui possèdent la structure générale des flavonoïdes notamment les catéchines et les leucoanthocyanidines. Dans ce cas, *A. nilotica* possède un taux de tanins condensés (tableau 2) comparable à celui de *B. orellana* ($24,059\%$), assez faible devant celui de *L. microcarpa* ($50,007\%$), *P. biglobosa* ($40,785\%$) et *M. indica* ($44,850\%$).

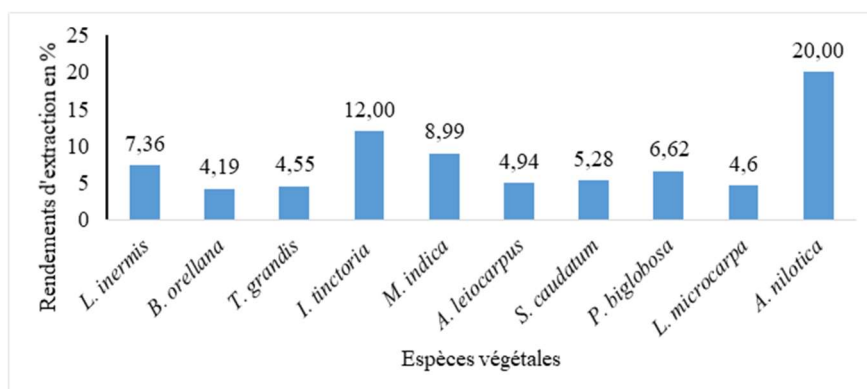


Figure 1 : Rendements d'extraction des colorants

Les colorants naturels tels que utilisés en teinture naturelle, sont des mélanges complexes de molécules. Chaque molécule comporte ces fonctions chimiques qui lui confèrent des propriétés particulières. La partie (de 4000 à 400 cm^{-1}) la plus riche en informations et la plus accessible d'un point de vue expérimental est celle du moyen IR. Dans ce domaine, des absorptions correspondant à des nombres d'onde inférieurs à 800 cm^{-1} forment une sorte d'empreinte digitale des composés permettant de les reconnaître et celles supérieures à 800 cm^{-1} sont caractéristiques des liaisons chimiques présentes dans l'échantillon, ce qui permet l'analyse fonctionnelle et structurale [18]. Les spectres IR des différents extraits colorants présentent des bandes caractéristiques correspondant à des groupes fonctionnels spécifiques (Figure 5). Ces informations ont permis d'identifier la présence de groupes chromophores et auxochromes de molécules constituant les différents extraits.

L'analyse des données spectrales a révélé la présence de groupes fonctionnels chimiques essentiels techniquement caractérisés par des vibrations d'élongation et de déformation. Les nombres d'onde compris entre 3350 et 3000 cm^{-1} sont observables sur les spectres IR de la plupart des extraits colorants. Il s'agit de vibration d'élongation correspondant à la vibration $\nu_{\text{O-H}}$ du groupement hydroxyle OH d'alcool lié (figure 5). Cette bande d'absorption s'explique par le fait que les analyses qualitatives ont révélé la présence de flavonoïdes et des tanins dont les structures chimiques possèdent ces groupes fonctionnels.

En plus du groupement OH d'alcool lié ($\nu_{\text{O-H}} = 3341 \text{ cm}^{-1}$), l'extrait de *B. orellana* renferme des composés possédant des groupements OH des acides carboxyliques dûs aux vibrations d'élongations $\nu_{\text{O-H}} = 2948 \text{ cm}^{-1}$ et 2836 cm^{-1} (figure 5). L'extrait de *B. orellana* renfermerait des anthocyanosides, des tanins hydrolysables, des caroténoïdes (bixine et *cis* et *trans* norbixine) ou d'autres types de caroténoïdes [19, 20].

A l'exception de l'extrait de *M. indica*, tous les spectres des autres extraits révèlent la présence du groupe fonctionnel C-O (dû à la vibration d'élongation $\nu_{\text{C-O}}$) soit d'acides carboxyliques, soit d'esters, soit d'éthers oxydes (figure 5). En effet, selon la littérature, *A. leiocarpus* ($\nu_{\text{O-H}}$: 3206 cm^{-1} ; $\nu_{\text{C-O}}$: 1330-1057 cm^{-1}) renferment des flavonoïdes appartenant aux sous-groupes des flavonols et des flavanols tels que le kaempférol-3-rutinoside et aussi l'ampelopsine du sous-groupe des flavanonols. Par

ailleurs, l'extrait renferme des tanins hydrolysables (dont les acides gallique et ellagique) et leurs hétérosides [19, 20]. Tout comme *A. leiocarpus*, les données de la littérature révèlent que l'extrait de *P. biglobosa* renferme des flavan-3-ols (catéchine) mais aussi des tanins hydrolysables tels que les hétérosides des acides gallique et ellagique [19, 20].

Les principales bandes caractéristiques de l'extrait de *I. tinctoria* (Figure 5) sont observables à $\nu_{\text{O-H}}$: 3248 cm^{-1} , $\delta_{\text{N-H}}$: 1581 cm^{-1} , $\nu_{\text{C-O}}$: 1389 cm^{-1} , $\nu_{\text{C-N}}$: 1036 cm^{-1} . Ces bandes révèlent la présence dans l'extrait de composés possédant respectivement des groupes fonctionnels tels le groupe OH lié des alcools, N-H des amines ou des amides. La bande à 1581 cm^{-1} correspondrait également au groupe fonctionnel des amines ou des amides. Celles observées à 1389 cm^{-1} et 1036 cm^{-1} représenteraient respectivement les groupes fonctionnels C-O d'éther oxyde et C-N d'amines. L'analyse de ces données a révélé que l'extrait de *I. tinctoria* contiendrait des flavonols. De plus, il est pressenti aussi la présence d'amines cycliques qui seraient des dérivées d'indoxyle tels que l'Indican, l'Isatan B et l'Indigotine [21, 22, 23].

L'extrait de *T. grandis* renfermerait des flavonols, dérivés de la quercétine ou de la rutine. Des travaux antérieurs révèlent que les jeunes feuilles fraîches de cette plante renferment des tanins hydrolysables (en l'occurrence l'acide gallique ou l'acide ellagique ou encore leurs dérivées), des acides phénoliques (l'acide caféique ou l'acide férulique ou encore leurs dérivées) [24, 25].

Le spectre infrarouge de l'extrait de *M. indica* (Figure 5) a révélé une principale bande caractéristique à 3270 cm^{-1} qui correspondrait au groupe fonctionnel OH d'alcools liés. *M. indica* contiendrait des flavonoïdes probablement des flavonols et des flavan-3-ols. Il renferme des tanins hydrolysables et des xanthonoïdes telle que la Mangiférine [21, 26, 27] qui se distingue très clairement sur le profil en HPTLC (Figure 4) réalisé en même temps que la référence.

La littérature révèle par ailleurs que l'extrait de *L. inermis* renferme des flavones (l'apigénine ou de la lutéoline), des quinones (la lawsonie) et des glucosides phénoliques comme la lalioside et la lawsoniaside [21, 22].

On note également que les extraits de *A. nilotica* et de *S. caudatum* contiendraient respectivement l'acacétine qui est une flavane O-méthylée [21, 28] et les anthocyanidines 3-désoxyanthocyanidines [26, 29, 30].

Tableau I : Description du matériel végétal et couleurs des colorants extraits











Familles	Genres-Espèces	Noms communs (Français)	Parties utilisées	Etats d'utilisation	Couleurs du colorant
Combretaceae	<i>Anogeissus leiocarpus</i> (D.C) Guill & Perr.	Bouleau d'Afrique	Feuilles	Séchées en salle	
Anacardiaceae	<i>Lannea microcarpa</i> Engl. et Kr	Raisnier	Ecorces	Séchées en salle	
Mimosaceae	<i>Acacia nilotica</i> (L.) Wild.	Gommier rouge	Gousses	Récoltées secs	
Poaceae	<i>Sorghum caudatum</i> (L.) Moench	Sorgho tinctorial	Gaines	Récoltées secs	
Lythraceae	<i>Lawsonia inermis</i> L.	Henné	Feuilles	Séchées en salle	
Mimosaceae	<i>Parkia biglobosa</i> (Jacq.)Benth.	Néré	Gousses	Récoltées secs	
Fabaceae	<i>Indigofera tinctoria</i> L.	Indigotier	Feuilles	Séchées en salle	
Bixaceae	<i>Bixa orellana</i> L.	Roucou	Graines avec pulpes	Récoltées secs	
Lamiaceae	<i>Tectona grandis</i> L.f	Teck	Jeunes feuilles	Fraîches	
Anacardiaceae	<i>Mangifera indica</i> L*	Manguier	Feuilles	Fraîches	

Tableau II : Teneurs en flavonoïdes totaux (TFT), et taux de tanins hydrolysables (TTH) et condensés (TTC) des plantes tinctoriales

Extraits	TFT (mg d'EQ / g)	TTH (%)	TTC (%)
<i>Lawsonia inermis</i>	211,704 ± 11,109 ^a	1,668 ± 0,020 ^a	23,183 ± 0,061 ^a
<i>Bixa orellana</i>	268,657 ± 2,778 ^b	3,243 ± 0,030 ^b	24,059 ± 0,147 ^a
<i>Tectona grandis</i>	456,402 ± 1,389 ^{cde}	3,316 ± 0,019 ^b	4,470 ± 0,068 ^b
<i>Indigofera tinctoria</i>	360,173 ± 18,052 ^f	4,415 ± 0,032 ^d	4,387 ± 0,028 ^b
<i>Mangifera indica</i>	400,314 ± 2,221 ^g	10,157 ± 0,055 ^e	44,850 ± 0,061 ^c
<i>Anogeissus leiocarpus</i>	458,759 ± 27,773 ^{cde}	13,255 ± 0,011 ^f	12,965 ± 0,245 ^d
<i>Sorghum caudatum</i>	446,976 ± 11,109 ^{cde}	15,137 ± 0,011 ^g	21,649 ± 1,250 ^e
<i>Parkia biglobosa</i>	893,951 ± 22,218 ^h	23,294 ± 0,111 ^h	40,785 ± 2,378 ^f
<i>Lannea microcarpa</i>	738,413 ± 55,546 ⁱ	25,177 ± 0,111 ⁱ	50,007 ± 2,966 ^g
<i>Acacia nilotica</i>	911,233 ± 13,887 ^h	26,040 ± 0,222 ^j	24,423 ± 0,221 ^a

Les résultats des teneurs en flavonoïdes totaux et des taux en tanins hydrolysables sont exprimés sous la forme moyenne \pm écart-type. Les comparaisons multiples entre les extraits de colorants sont

effectuées par l'Analyse de la Variance (ANOVA) de SPSS 16.0. Différentes lettres d'une colonne indiquent une différence significative ($P < 0,001$).

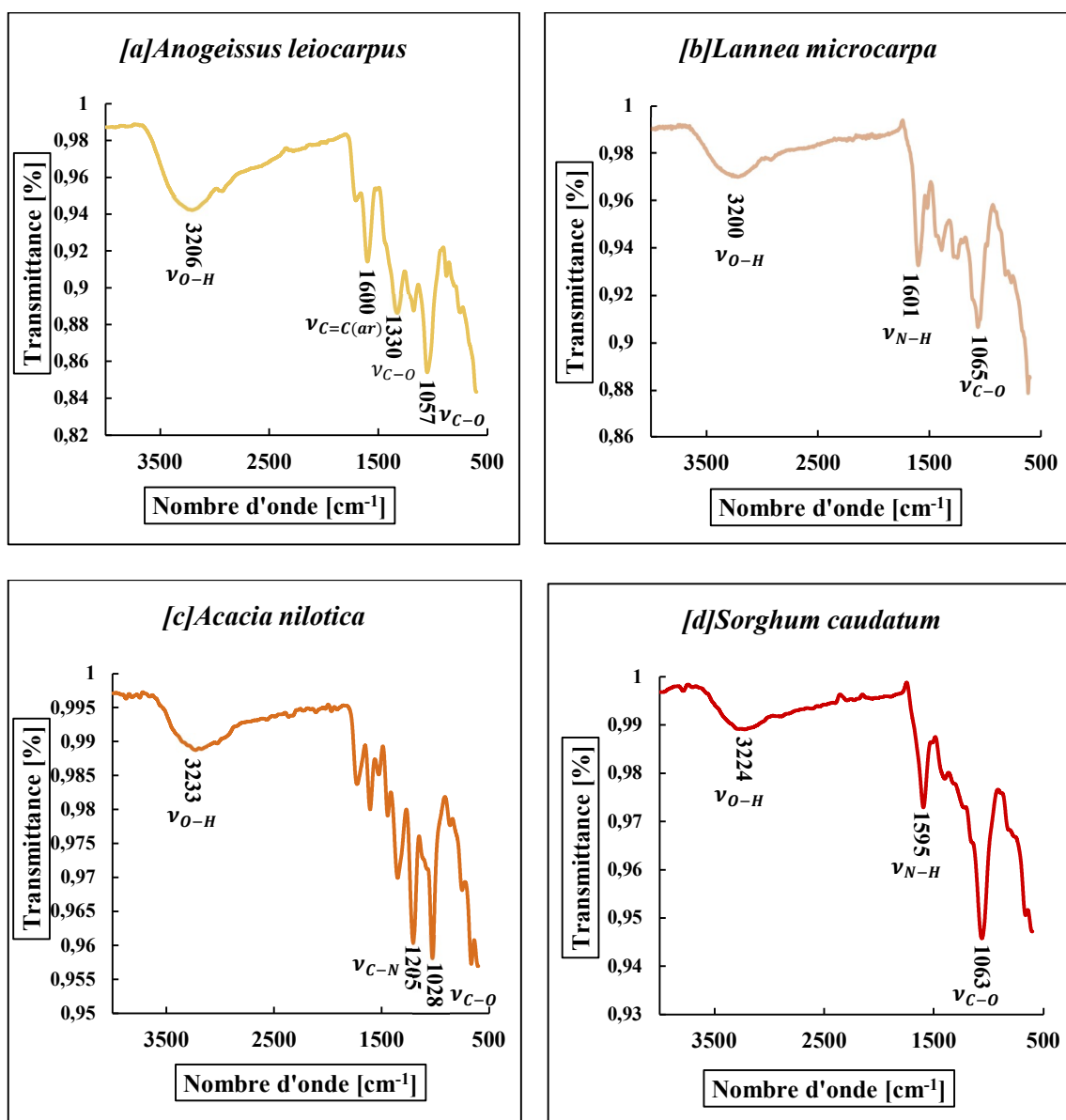
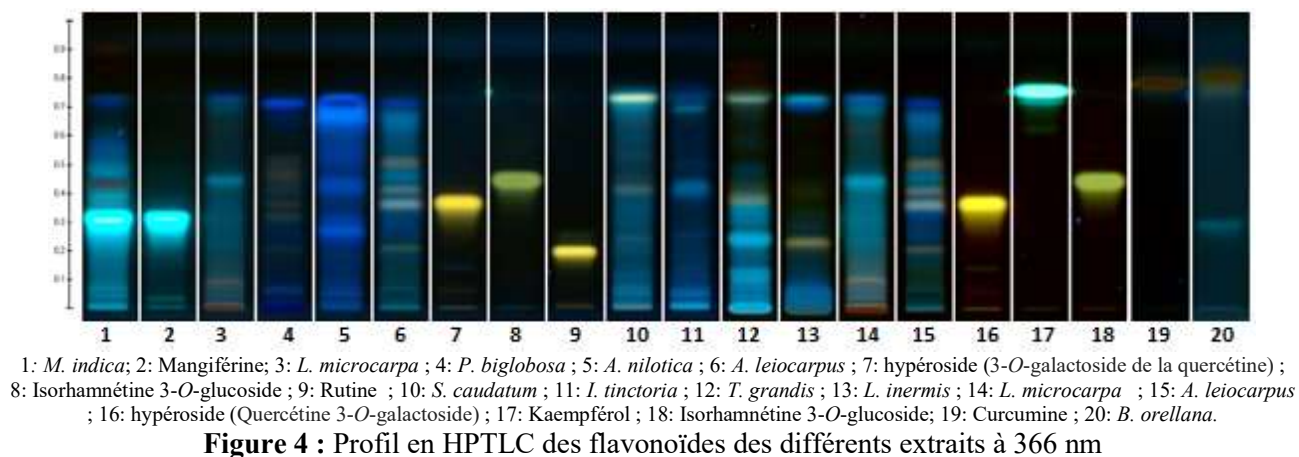


Figure 5 : Spectres IR-TF des différents extraits

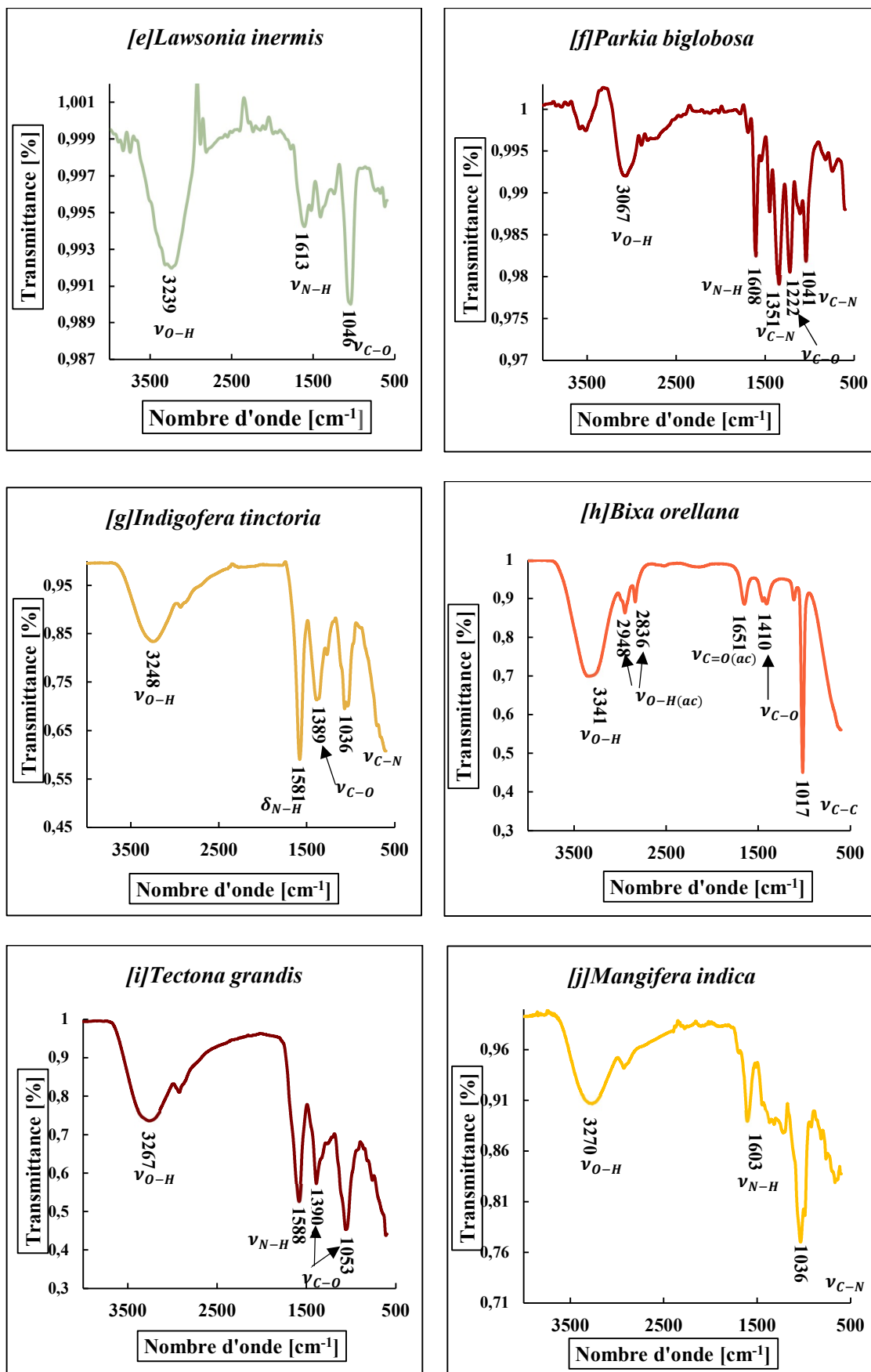


Figure 5 : Spectres IR-TF des différents extraits (suite)

4. Conclusion

S'inscrivant dans une vision de valorisation des colorants naturels extraits de plantes tinctoriales locales, cette étude serait d'un apport considérable pour les pratiques tinctoriales locales en ce sens qu'elle offre cette possibilité d'obtention des poudres de colorants naturels utilisables suivant des protocoles de pratique tinctoriale. Les colorants sont extraits, séchés et des rendements variant entre 5 et 20% ont été obtenus. Des analyses qualitatives en chromatographie sur couche mince à haute performance, des tests de révélation et des spectres IR ont permis de mettre en évidence des flavonoïdes, des caroténoïdes, des tanins utiles en teinture naturelle.

5. Références bibliographiques

- [1]. River S. Status of natural dyes and dye-yielding plants in India, *Current Sciences*, 92 : 916-925, 2007.
- [2]. Hedi Ben Mansour, Oualid Boughzala, dorra Dridi, Daniel Barillier, Leila Chekir-Ghedira et Ridha Mosrati. Les colorants textiles sources de contamination de l'eau : Criblage de la toxicité et des méthodes de traitement. *Revue des sciences de l'eau / Journal of Water Science*. Volume 24, Numéro 3, 2011, p. 209-238
- [3]. Guinot, P., Gargadennec, A., Valette, G., Fruchier, A. and Andary, C. Primary flavonoids in marigold dye: extraction, structure and involvement in the dyeing process. *Phytochem. Anal.*, 19 : p 46-51, 2008.
- [4]. Nacro, M. et Millogo-Rasolodimbi J. Plantes tinctoriales et plantes à tanins du Burkina Faso. Ed. Scientifika, Amiens. 1993.
- [5]. Dominique Cardon. Natural dyes : Sources, Tradition, Technology and Science. Archetype Publications Ltd., 2007.
- [6]. Dominique Cardon. Le monde des teintures naturelles. Éditions Belin, Paris 2003.
- [7]. P. Soubayrol. Préparation et étude structurale des complexes formés entre l'aluminium et l'alizarine-importance de la nature du solvant et de la base utilisée sur le degré de condensation de l'aluminium et l'agencement moléculaire, thèse de doctorat en Spectrochimie, Université Pierre-et-Marie-Curie (Paris VI). 1996.
- [8]. K. Gopalasatheeskumar. Significant role of soxhlet extraction process in phytochemical research. *Mintage Journal of Pharmaceutical & Medical Sciences*. Vol 7, Suppl 1. p 43-44, 2018.
- [9]. Bruneton, J. Les composés phénoliques, dans *Pharmacognosie : phytochimie, plantes médicinales*. 2^e Ed. Lavoisier, 30. Paris, 1993.
- [10]. Harborne, J. B. et R. J. Grayer. The flavonoids, *Advances in research since 1980*, éd. Harborne, J. B., Chapman and Hall, London, 1998.
- [11]. Mole, S. and Waterman P.G. A critical analysis of techniques for measuring tannins in ecological studies. II. Technique for biochemically defining tannins. *Oecologia*, 72, 148, 1987.
- [12]. Spanos, G. A., and Wrolstad, R. E. Phenolics of Apple, Pear and white Juices and their changes with Processing and storage. *J. Agric. Food chem.*, 40, p 1478-1487. 1992.
- [13]. Price, M.L., Vanscoyoc S. et Butler G. A critical evaluation of vanillin reaction as an assay for tannin in sorghum grain. *J-Agric. Food chem.*, 26 n°5. p 1214, 1978.
- [14]. Athamena S, Chalhém I, Kassah-Laouar A, Laroui S, Khebri S. Activité antioxydante et antimicrobienne d'extraits de *Cuminum cyminum* L. *Lebanese Science Journal*, 11(1) : 69-81, 2010.
- [15]. Padma S. Vankar. Handbook on Natural Dyes for Industrial Applications (Extraction of Dyestuff from Flowers, Leaves, Vegetables) 2nd Revised Edition: How to start a natural dyes Sector? How to start a successful natural dyes business, how to start natural dyes production Industry in India, Information on Natural Dyes, Make Natural Dyes for Dyeing, Making Natural Dyes from Plants, Most Profitable natural dyes Business Ideas. Niir Project Consultancy Services, 2016.
- [16]. Hema Adama. Études de molécules bioactives isolées de plantes du Burkina Faso. *Thèse de Doctorat*, Université de Ouagadougou, 2010.
- [17]. H. Wagner, S. Bladt. Plant Drug Analysis (A Thin Layer Chromatography Atlas). p 195-244, 1996.
- [18]. Bellamy L.J. (1954). *The infra-red spectra of complex molecules*. Editions John Wiley & Sons, Inc, New York.
- [19]. Ezéchiél Akakpo, Marius Eric Badoussi, Claude Kouassi Gnacadja, Hermance Houngbo, Alphonse Dossou, Paulin Azokpota. Le Rocouyer (*Bixa orellana*), une source de biocolorant pour les industries alimentaires : revue analytique. *Journal international des sciences biologiques et chimiques*. Vol. 13 n° 4, 2019
- [20]. Fascicule de brevet européen : « Composition de *Bixa orellana* pour le traitement de la dégénérescence maculaire. *Bulletin* 2016 / 37.
- [21]. Moutari Souley Kallo, Rabani Adamou, Jacques Sawadogo, Abdoukadi Ayoub Mahamane, Inoussa Maman Maarouchi Et Khalid Ikhiri : « Enquête ethnobotanique et criblage phytochimique de quelques plantes tinctoriales du Niger en vue d'une valorisation en énergie solaire ». *International Journal of Biological and Chemical Sciences*. Avril 2018.
- [22]. Louis Fagbohoun : « Etude chimique de colorants naturels et matériaux résineux traditionnels du Bénin dans le domaine artisanal ». Thèse en cotutelle de doctorat de l'université d'Abomey-Calavi (BENIN) et l'université d'Avignon et des pays de Vaucluse, France, 2014.
- [23]. PG Putri, E Warsiki et Sugiarto. La stabilité de l'extrait d'indigofera tinctoria pour l'indicateur de couleur. Série de conférences de l'IOP : Earth and Environmental Science, Volume 347, 6th International Conference on Sustainable Agriculture, Food and Energy 18-21 octobre 2018, Manille, Philippines.
- [24]. Tatjana stevanovic : « Le monde merveilleux des extractibles du bois ». Département des sciences du bois et de la forêt, Université Laval, Québec. Rouy_Noranda. 2007.

- [25]. Louis Fagbohoun, F.A. Gbaguidi, M.A. Ayédoun, Carole Mathe, M. Moudachirou, et al. Phytochimie, cytotoxicité et évaluation de l'activité antioxydante de l'extrait méthanolique des feuilles de *Tectona grandis* L.f. (Verbenaceae) utilisées dans l'artisanat agroalimentaire au Bénin. *Journée SFR TERSYS, UAPV*, Sep 2013, Avignon, France. [hal-01328766](#)
- [26]. Clotilde Lepicier : « *Mangifera indica* (L.) et *Sorghum caudatum* bicolor (L.) : approche ethnopharmacologique et utilisation traditionnelle dans un traitement anti-anémique au sein d'un centre de soins au Bénin ». Thèse de doctorat d'état en pharmacie. Université de Nantes / Facultés de pharmacie, 2012.
- [27]. Christina Goulhot : « Le manguier : intérêt pour la phytothérapie ». Thèse de doctorat en pharmacie. Université Joseph Fourier-Grenoble 1, 1996.
- [28]. A. Sérémé, J. Millogo-Rasolodimby, S. Guinko, M., Nacro. « Propriétés thérapeutiques des plantes à tanins du Burkina Faso ». *Pharmacopée et Médecine traditionnelle Africaine*. 2008 ; 15 :41-49.
- [29]. Boukaré Kaboré : « Anthocyanes et traçabilité des extraits : Cas des calices de *Hibiscus sabdariffa* et des gaines de *Sorghum caudatum* ». Master en chimie organique, Université Ouaga I Pr Joseph KI-ZERBO, 2019.
- [30]. Essodina S. I. Atefeibu: « Contribution à l'étude des tanins et de l'activité antibactérienne de *Acacia nilotica*. var *adansoni* II ». Thèse de doctorat en pharmacie. Université Cheikh Anta Diop de Dakar, 2002.