

**Sur la Composition en Métabolites Secondaires et L'activité
Anti-Oxydante D'extraits Bruts de *Gmelina Arborea*
Roxb. (Verbanaceae) de Côte d'Ivoire, Afrique
del'Ouest: Analyse par Chromatographie en Couche Mince**

**On the Composition in Secondary Metabolites and the
Antioxidant Activity of Crude Extracts from *Gmelina Arborea*
Roxb. (Verbanaceae) from Côte d'Ivoire, West Africa: Analysis
by Thin Layer Chromatography**

N'gaman Kohué Christelle Chantal

*Laboratoire de Chimie Bio Organique et de Substances Naturelles(LCBOSN)
UFR des Sciences Fondamentales et Appliquées, Université d'Abobo-Adjamé
02 BP 801 Abidjan 02, République de Côte d'Ivoire*

Békro Yves-Alain

*Laboratoire de Chimie Bio Organique et de Substances Naturelles(LCBOSN)
UFR des Sciences Fondamentales et Appliquées, Université d'Abobo-Adjamé
02 BP 801 Abidjan 02, République de Côte d'Ivoire
E-mail: bekro2001@yahoo.fr*

Mamyrbékova-Békro Janat Akhanovna

*Laboratoire de Chimie Bio Organique et de Substances Naturelles(LCBOSN)
UFR des Sciences Fondamentales et Appliquées, Université d'Abobo-Adjamé
02 BP 801 Abidjan 02, République de Côte d'Ivoire*

Bénié Anoubilé

*Laboratoire de Chimie Bio Organique et de Substances Naturelles(LCBOSN)
UFR des Sciences Fondamentales et Appliquées, Université d'Abobo-Adjamé
02 BP 801 Abidjan 02, République de Côte d'Ivoire*

Gooré Bi Stéphane

*Laboratoire de Chimie Bio Organique et de Substances Naturelles(LCBOSN)
UFR des Sciences Fondamentales et Appliquées, Université d'Abobo-Adjamé
02 BP 801 Abidjan 02, République de Côte d'Ivoire*

Résumé

L'utilisation folklorique de *Gmelina arborea* (espèce de Côte d'Ivoire) pour soigner certaines pathologies d'une part et l'absence de travaux scientifiques y afférente d'autre part, nous a incités à contribuer à la réalisation du criblage phytochimique et à l'évaluation

de l'activité anti-oxydante de cette plante au moyen de la chromatographie en couche mince (CCM). Les principales classes de métabolites secondaires (flavonoïdes, coumarines, anthocyanes, stérols, terpènes, alcaloïdes) et l'activité anti-oxydante ont été recherchées dans les différents organes de la plante: feuilles, tiges, racines.

Motsclés: *Gmelina arborea*, Côte d'Ivoire, Afrique de l'Ouest, métabolites secondaires, activité anti-oxydante, CCM

Abstract

The traditional use of *Gmelina arborea* from Côte d'Ivoire to take care of some pathologies on the one hand and the absence of scientific works there pertaining on the other hand, incited us to contribute to the realization of the phytochemical screening and the assessment of the antioxidant activity of this plant by means of thin layer chromatography (TLC). The main secondary metabolites classes (flavonoids, coumarins, anthocyanins, sterols, terpenes, alkaloids) and antioxidant activity were sought-after in the different organs of the plant: leaves, stems, and roots.

Keywords: *Gmelina arborea*, Côte d'Ivoire, West Africa, secondary metabolites, antioxidant activity, TLC

1. Introduction

Gmelina arborea Roxb. est un arbre à croissance rapide, considéré comme potentiellement envahissant en Afrique occidentale (Rastogi et Mehrotra, 1990; Sanon *et al.*, 2006). Cette espèce est bien connue en Asie car originaire de l'Inde, Bangladesh, Sri Lanka, Myanmar, Thaïlande, du sud de la Chine et du Laos (site internet). Nonobstant le climat, elle se développe dans différentes localités et peut atteindre jusqu'à 30 m de hauteur avec un tronc de périmètre allant de 1,2 à 4,5 m. Son écorce est colorée en gris-clair. Cet arbre possède des feuilles simples, ovales à poils et à fleurs orange (Sharma *et al.*, 1993; Hawthorne et Jongkins, 2006). *G. arborea* a été introduit dans plusieurs pays incluant les Philippines, la Malaisie, le Brésil, la Gambie, le Costa Rica, le Burkina Faso, la Côte d'Ivoire, le Nigéria et le Malawi (site internet).

Des études ethnobotaniques rapportent que *G. arborea* est largement employé dans le traitement de nombreuses pathologies (Hosny *et al.*, 1998; Arbonnier, 2002; Sharma *et al.*, 2001; Tiwari *et al.*, 2008). Dans la pharmacopée indienne, cette plante est beaucoup prisée pour ses nombreuses vertus pharmacologiques avérées qu'elle offre (Joy *et al.*, 1998; Sinha *et al.*, 2006; Tiwari *et al.*, 2008; Yadav *et al.*, 2008). En plus de son emploi en médecine traditionnelle, *G. arborea* a servi à fabriquer de la pâte à papier, jadis commercialisée (Yadav *et al.*, 2008).

Les informations obtenues de la bibliographie nous indiquent que l'espèce ivoirienne n'a pas été l'objet d'investigations sur le plan chimique, à l'exception de nombreuses études sur la chimie des organes des espèces de l'Inde et du Nigéria (Rao *et al.*, 1967; Bhattacharjee et Das, 1969; Odeyemi, 1970; Rao *et al.*, 1970; Joshi et Singh, 1970^{a,b}; Joshi *et al.*, 1971; Desai *et al.*, 1971; Govindachari *et al.*, 1971; Anjaneyulu *et al.*, 1972; Govindachari *et al.*, 1972; Row *et al.*, 1974; Anjaneyulu *et al.*, 1970, 1975^{a,b}; Nair et Subramanian 1975; Sosanwo et Lindberg, 1975, 1976; Anjaneyulu *et al.*, 1977; Joshi *et al.*, 1977, 1978; Sosanwo *et al.*, 1984; Kawamura *et al.*, 2004; Satyarayana *et al.*, 1985; Satyarayana *et al.*, 1986; Adeyeye, 1991; Hosny *et al.*, 1998; Olatunji, 1999; Kawamura et Ohara, 2005; Agunu *et al.*, 2005; Dighe *et al.*, 2007; Surveswaran *et al.*, 2007; Tiwari *et al.*, 2008; Yadad *et*

al., 2008), nous avons, dans le cadre de la contribution à la valorisation des plantes de Côte d'Ivoire d'intérêt thérapeutique, réalisé au moyen de la CCM, des criblages phytochimique et antioxydant des extraits bruts hydro-éthanoliques des feuilles, tiges et des racines de cette plante aux fins de connaître ses principaux constituants pour mieux comprendre ses effets pharmacodynamiques.

2. Matériel et Méthodes

Différents organes (feuilles, tige, racines) de *G. arborea* ont été récoltés sur le site de l'Université d'Abobo-Adjamé (Abidjan/Côte d'Ivoire) au mois de juin 2008. Ils ont été identifiés à l'herbier du Centre National de Floristique (C. N. F) de l'Université de Cocody (Abidjan/Côte d'Ivoire). Ces organes ont été nettoyés à l'eau courante, séchés dans une salle bien aérée puis pulvérisés avec un broyeur électrique (RETSCH, type SM 100) pour donner de fines poudres.

2.1. Extraction

La poudre d'organe (30 g) est macérée dans l'éthanol (80%, v/v; 360 mL) pendant 48 h. Après filtration sous vide, le filtrat est conservé au réfrigérateur pendant 24 h ensuite décanté puis concentré sous pression réduite pour fournir S1 (11,30%), S2 (3,50%) et S3 (9,63%) représentant respectivement les extraits bruts des feuilles, tiges et des racines de *G. arborea* qui ont servi pour nos analyses.

2.2. Dosage des Phénols Totaux

La quantité des phénols totaux dans S1, S2 et S3 a été déterminée en nous servant de la méthode colorimétrique de Folin-Ciocalteu (Singleton *et al.*, 1999; Heilerová *et al.*, 2003). Après 30 min de réaction, l'absorbance a été déterminée à 760 nm au spectrophotomètre (Spectronic 601, Milton Roy Company, 200 volts) (Heilerová *et al.*, 2003). La quantité de composés phénoliques totaux a été déterminée par l'étalon réalisé avec différentes concentrations d'acide gallique.

2.3. Étude Phytochimique

Pour la caractérisation du contenu en métabolites secondaires de *G. arborea*, nous avons utilisé la méthode de CCM décrite dans les travaux de Godin, 1954; Georgievskii, 1990; Dawson *et al.*, 1991; Dekker, 2002; Wagner et Bladt, 1996; Chaaib Kouri, 2004; Lagnika, 2005.

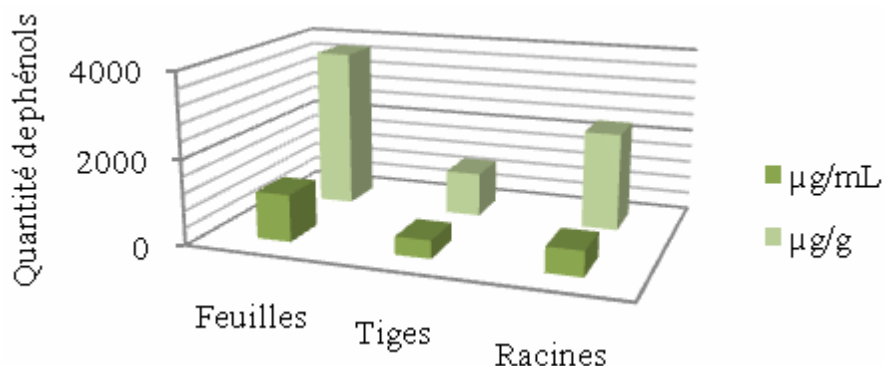
2.4. Activité Anti-Oxydante

Pour dépister l'activité antioxydante de *G. arborea*, une CCM (silica gel 60 F₂₅₄, support -aluminium, 20x20 cm, Merck) a été effectuée avec les aliquotes S1, S2 et S3. Le développant utilisé a été le gradient de solvants n-BuOH/AcOH/ H₂O (6: 1: 1; v/v/v). Après migration, le chromatogramme est giclé avec le 1,1-diphényl-2-picrylhydrazyle (DPPH, 95% de pureté acheté chez Carlo Erba) (0,1%), dissout dans du MeOH (pureté analytique). La plaque chromatographique est ensuite séchée à la température ambiante pendant quelques minutes. L'apparition au visible de taches jaune-pâles sur fond violet (ou pourpre), témoigne de l'activité anti-oxydante (Cuendet *et al.*, 1997; Takao *et al.*, 1994; Mensah, 2004; Mamyrbékova-Békro *et al.*, 2008).

3. Résultats et Discussion

Le dosage quantitatif des composés phénoliques totaux des extraits S1, S2 et S3 de *Gmelina arborea* a révélé que ses parties aériennes renferment une teneur plus notable en phénols totaux par rapport aux racines et aux tiges et ce, en proportion variable (Fig. 1).

Figure 1: Proportions variables en composés phénoliques totaux dans les organes de *Gmelina arborea*



Ces résultats illustrent bien que l'espèce ivoirienne est riche en composés phénoliques. Une apigénine a été quantifiée dans les racines séchées de l'espèce indienne par Dighe *et al.*, (2007). Rao *et al.*, (1967) ont isolé par cristallisation une tétrahydroxyflavone (lutéoline) de l'extrait étheré des feuilles séchées de cette espèce.

Le criblage phytochimique effectué sur les extraits S1, S2 et S3 au moyen de la CCM, a donné les résultats consignés dans les tableaux I-V. Le CCM visualisé sous UV à 366 nm (Tableaux I et II) présente des taches de couleur orange, jaune, bleu, verte, rose, pourpre qui peuvent correspondre à plusieurs classes de métabolites secondaires: jaune, vert (coumarines) (Georgievskii, 1990); orange (xanthones) (Ladiguina *et al.*, 1983); jaune quelconque (flavonols et/ou auronnes); bleu, pourpre (coumarines, flavones méthylées) (Dawson *et al.*, 1991). Pour préciser leur nature, les réactifs spécifiques aux coumarines (KOH, $(\text{CH}_3\text{CO}_2)_2\text{Pb}$, NH_3) et aux flavonoïdes (réactifs de Neu, Godin, AlCl_3 , NH_3) ont été utilisés. AlCl_3 révèle les flavonoïdes en jaune dans le visible ou sous UV à ondes longues (Merck, 1980), les couleurs des taches changent du bleu au brun (Lagnika, 2005) ou fluorescent en jaune-vert (Ladiguina *et al.*, 1983). Le réactif de Neu les révèle en orange, rouge, jaune, bleu, vert (Wagner et Bladt, 1996). Aussi ont-ils été mis en évidence sous UV par l'apparition de colorations jaune, orange après révélation avec le réactif de Godin (Chaaib Kouri, 2004). En application de toutes ces données bibliographiques à l'ensemble des résultats que nous avons obtenus, nous déduisons que tous les spots révélés correspondent aux flavonoïdes. Ce qui confirme la richesse des extraits S1, S2 et S3 en cette famille de métabolites secondaires. (Tableaux I et IV).

Tableau I: CCM des extraits bruts révélés avec le réactif de Neu et AlCl₃; développant n-BuOH/ AcOH/ H₂O (4:1:4; v/v/v)

Extrait Brut	Avant Révélation		Type de Composés Possibles						
	Rf	Couleur	AlCl ₃			Réactif de Neu			
			Rf	Visible	366nm	Rf	Couleur		
S1	0,37	Orange	0,37	Jaune	Jaune	0,33	Orange	Flavonoïdes ^e	
	0,46	Vert	0,46	Jaune	Jaune	0,37	Orange	Flavonoïdes ^{de}	
	0,50	Rose pâle	0,50	Jaune	Jaune	0,46	Vert	Flavonoïdes ^{de}	
	0,64	Vert	0,64	Jaune	Vert	0,50	Orange	Flavonoïdes ^{de}	
	0,71	Vert	0,71	Jaune	Jaune	0,64	Orange	Flavonoïdes ^{de}	
							0,74	Jaune orange	Flavonoïdes ^d
	0,81	Pourpre	0,81	Jaune	Jaune	0,81	Orange	Flavonoïdes ^b	
S2	0,46	Bleu	0,46	Jaune pâle	Bleu	0,46	Bleu	Flavonoïdes ^{de}	
						0,56	Vert	Flavonoïdes ^e	
	0,60	Bleu	0,60	Jaune pâle	Bleu	0,60	Bleu	Flavonoïdes ^{de}	
	0,73	Bleu	0,73	Jaune pâle	Bleu	0,64	Vert	Flavonoïdes	
	0,77	Bleu	0,77	Jaune pâle	Bleu	0,73	Bleu vert	Flavonoïdes ^{de}	
0,81	Bleu	0,81	Jaune pâle	Bleu	0,77	Vert	Flavonoïdes ^{de}		
S3	0,53	Orange	0,53	Jaune pâle	Bleu	0,46	Vert	Flavonoïdes ^e	
	0,59	Bleu	0,60	Jaune pâle	Bleu	0,53	Vert	Flavonoïdes ^{de}	
	0,63	Orange	0,63	Jaune pâle	Vert	0,60	Vert	Flavonoïdes ^{de}	
	0,69	Orange	0,69	Jaune pâle	Bleu	0,63	Vert	Flavonoïdes ^{de}	
	0,77	Orange	0,69	Jaune pâle	Bleu	0,69	Bleu vert	Flavonoïdes ^{de}	
	0,84	Jaune	0,77	Jaune pâle	Vert	0,77	Bleu	Flavonoïdes ^{de}	
		0,84	Jaune pâle	Bleu	0,84	Bleu	Flavonoïdes ^{de}		

^d: Composés révélés avec AlCl₃^e: Composés révélés avec le réactif de Neu

L'apparition de fluorescences jaune, verte, bleue, orange après pulvérisation avec KOH et visualisation sous UV à 366 nm, indique la présence de coumarines (Ladiguina *et al.*, 1983; Georgievskii, 1990) (Tableaux II). La tache jaune (R_f 0,62) serait une coumarine à base daphnétine (Rizk *et al.*, 1975; Dohou *et al.*, 2003). Satyanarayana *et al.*, (1985) cités par Yadav *et al.*, (2008) ont rapporté que les racines de l'espèce indienne contiennent des coumarines. L'utilisation de (CH₃CO₂)₂Pb confirme leur présence dans S1, S2, S3 au regard des spots jaunes révélés dans le visible (Wagner et Bladt, 1996).

Tableau II: CCM des extraits bruts révélés avec KOH, (CH₃CO₂)₂Pb et NH₃ développant n-BuOH/ AcOH/ H₂O (4/1/4; v/v/v)

Extrait Brut	Avant révélation, 366 nm		Couleurs après révélation								Type de Composés Possibles
	R _f	Couleur	KOH			(CH ₃ CO ₂) ₂ Pb		NH ₃			
			R _f	Visible	366nm	R _f	Visible	R _f	Visible	366nm	
S1	0,37	Orange	0,37	Jaune	Marron	0,37	Marron	0,37	Marron	Marron	N I
	0,46	Vert	0,46	Jaune	Marron	0,46	Jaune	0,46	Marron	Marron	N I
	0,50	Rose pâle	0,50	Jaune	Marron	0,50	Jaune	0,50	Marron	Marron	N I
								0,59	Vert	Vert foncé	N I
	0,64	Vert	0,63	Jaune	Vert	0,63	Jaune	0,63	Vert	Vert	coumarine ^{a b}
	0,71	Vert	0,71	Jaune orange	Pourpre	0,71	Marron	0,71	Jaune vert	Pourpre	N I
	0,81	Pourpre	0,81	Jaune	Marron	0,81	Jaune	0,81	Jaune	Marron	N I
S2	0,46	bleu						0,46	Jaune	Bleu	anthocyane ^c
			0,47	Jaune pâle	Bleu	0,47	Jaune pâle	0,47	Jaune	Bleu	Coumarine ^{a b c}
	0,59	Bleu	0,59	Jaune pâle	Bleu	0,59	Jaune	0,59	Jaune	Bleu	Coumarine ^{a b c}
								0,60	Jaune	Bleu	anthocyane ^c
			0,71	Jaune pâle	Vert	0,71	Jaune pâle	0,71	Jaune	Marron	N I
	0,73	Bleu						0,73	Jaune	Bleu	Coumarine ^{a b c}
	0,77	Bleu	0,77	Jaune pâle	Bleu	0,77	Jaune pâle	0,77	Jaune	Marron clair	N I
0,81	Bleu	0,81	Jaune pâle	Bleu	0,81	Jaune pâle	0,81	Jaune	Orange	N I	
S3	0,53	Orange	0,53	Jaune pâle	Bleu	0,53	Jaune	0,53	Jaune	Orange	Coumarine ^{a b}
	0,59	Bleu	0,59	Jaune pâle	Bleu	0,59	Jaune	0,59	Vert	Marron	Coumarine ^{a b}
	0,63	Orange	0,63	Jaune pâle	Vert	0,63	Jaune	0,63	Jaune vert	Orange	Coumarine ^{ab}
	0,69	Orange									
			0,71	Jaune vert	Vert	0,71	Jaune	0,71	Jaune	Marron	Coumarine ^b
	0,77	Orange	0,77	Jaune vert	Marron	0,77	Jaune pâle	0,77	Jaune	Orange	N I
0,84	Jaune	0,84	Jaune pâle	Bleu	0,84	Jaune pâle	0,84	Jaune	Orange	N I	
		0,93		Bleu						N I	

^a: Composés révélés avec KOH

^b: Composés révélés avec (CH₃CO₂)₂Pb

^c: Composés révélés avec NH₃

N I: Non identifié

L'utilisation des vapeurs de NH₃ met aussi en évidence la présence des composés phénoliques, de plus, NH₃ permet de déterminer le type de coumarines et de certains types de flavonoïdes: le fait que les taches bleues observées sous UV à 366 nm persistent après traitement par NH₃ (R_f 0,47; 0,59; 0,71 dans S2) (Tableau II), indique qu'elles correspondent aux 7-hydroxycoumarines ou 7-hydroxy-6-alkoxycoumarines (Dekker, 2002). Les spots qui ont tous acquis des teintes bleues sont des anthocyanes (R_f 0,46; 0,60; 0,73 dans S2) (Tableau II). Les CCM de S1, S2 et S3 révélés avec les réactifs de Liebermann-Burchard et de Godin puis visualisés sous UV à 254 nm et 366 nm (Tableau III et IV), certifient la présence de terpénoïdes et de stéroïdes par les fluorescences de diverses couleurs. Dans S3, les spots orange sous UV à 366 nm (R_f 0,40; 0,56; 0,65) se révèlent être des triterpènes de type lupane (Bruneton, 1999; Lagnika, 2005). Ceux mis en évidence dans S1 (R_f 2,12 bleu sous UV à 254 nm et rouge à 366 nm) sont des triterpènes de type oléanane et ursane que les parties aériennes renferment (Chaaib Kouri, 2004; Lagnika, 2005). Tiwari *et al.*, (2008) et Yadav *et al.*, (2008) ont isolé des iridoïdes glucosides des feuilles de *G. arborea* de l'Inde.

Le réactif de Dragendorff a montré sur les CCM de S1, S2 et S3 des taches colorées en orange (Tableau V), confirmant ainsi la présence d'alcaloïdes dans les différentes parties de la plante.

L'activité anti-oxydante (AO) de S1, S2 et S3 a été testée sur CCM avec le DPPH (Cuendet *et al.*, 1997; Takao *et al.*, 1994; Mensah, 2004; Mamyrbékova-Békro *et al.*, 2008). Les résultats confirment que les différentes parties de *G. arborea* présentent une aptitude à piéger le DPPH. Cette propriété a été évaluée par la technique de décoloration du DPPH qui démontre que le potentiel anti-oxydant de la plante est avéré.

Tableau III: CCM avec le réactif de Liebermann-Burchard; développant Cyclohexane/AcOEt (10/4,5; v/v)

Extrait Brut	R _f	UV 254nm	UV 366nm	Types de Composés Possibles
S1	0,03	Bleu	Jaune vert	Stéroïdes
	0,08	Marron	Marron	N I
	0,12	Bleu	Rouge	Triterpènes de type oléanane, ursanne
S2	0,33	Bleu foncé	Jaune	Stéroïdes
S3	0,04		Jaune	Stéroïdes
	0,18	Bleu	Bleu	N I
	0,23	Orange		N I
	0,29	Bleu	bleu	NI
	0,40	Orange	Orange	Triterpènes de type lupane
	0,56	Orange	Orange	Triterpènes de type lupane
	0,65	Orange	Orange	Triterpènes de type lupane

N I: Non identifié

Tableau IV: CCM avec le réactif de Godin; développant: CHCl₃/MeOH/AcOH (18/1,5/1; v/v/v)

Extraits Bruts	R _f	UV 366nm	Types de Composés Possibles
S1	0,09	Jaune	Flavonoïdes
	0,39	Marron	N I
	0,51	Jaune	Flavonoïdes
	0,60	Jaune	Flavonoïdes
	0,96	Rouge	Triterpènes
S2	0,14	Jaune	Flavonoïdes
	0,20	Bleu	Stérols
	0,29	Bleu foncé	Stérols
	0,39	Rouge	Triterpènes
	0,65	Vert	N I
	0,96	Bleu	Stérols
S3	0,17	Rouge	Triterpènes
	0,27	Bleu	Stérols
	0,36	Rouge	Triterpènes
	0,44	Marron	N I
	0,60	Rouge	Triterpènes
	0,65	Jaune	Flavonoïdes
	0,68	Jaune	Flavonoïdes
	0,96	Jaune-orange	Flavonoïdes

N I: Non identifié

Tableau V: CCM avec le réactif de Dragendorff; développant (CHCl₃/MeOH/AcOH (18:1,5:3; v/v/v)

Extrait Brut	R _f	Coloration	Types de Composés Possibles
S1	0,06	Orange	Alcaloïdes
	0,49	Orange	Alcaloïdes
S2	0,03	Orange	Alcaloïdes
S3	0,14	Orange	Alcaloïdes
	0,65	Orange	Alcaloïdes

Le potentiel anti-oxydant de S1 est plus élevé que celui de S2 et S3 (fig. 1). La présence de composés phénoliques (flavonoïdes, coumarines), alcaloïdes et des terpénoïdes seraient probablement à l'origine de l'AO de l'espèce ivoirienne. Les flavonoïdes, reconnus comme d'excellents anti-oxydants (Bruneton, 1999), pourraient jouer un rôle important dans le système de défense. Ces métabolites sont en outre connus pour d'autres propriétés biologiques diverses (Drissa *et al.*, 2004).

Figure 1: Profil chromatographique du screening de l'activité anti-oxydante des extraits S1, S2, S3 développant n-BuOH/ AcOH/ H₂O (6/ 1,5/ 2,5; v/ v/v)



4. Conclusion

Nonobstant l'importance biologique et médicinale de *Gmelina arborea*, l'espèce végétale de Côte d'Ivoire n'a pas été étudiée tant sur le plan phytochimique, biologique que pharmacologique. Et pourtant, notre étude a démontré sa richesse en métabolites secondaires, notamment en composés phénoliques, substances naturelles anti-oxydantes à intérêt considérable en pharmacologie. La présente étude est donc une contribution à la phytochimie pour permettre ainsi de comprendre la large utilisation en médecine traditionnelle de *G. arborea* de Côte d'Ivoire dont les propriétés pharmacologiques seraient en partie liées à sa richesse en principes actifs que renferment ses organes.

Remerciements

Nous tenons à remercier sincèrement le professeur AKE-ASSI Laurent du C. N. F de Côte d'Ivoire pour l'identification de l'espèce d'étude.

References

- [1] Rastogi R.P., Mehrotra B.N., **1990**. Compendium of Indian Medicinal Plants, 1, Central Drug Research Institute and Publications and Information Directorate, Lucknow, New Delhi, India: 203–10.
- [2] Sanon A., Martin P., Thioulouse J., Plenchette C., Spichiger R., Lepage M., Duponnois R., **2006**. *Mycorrhiza* 16: 125-32.
- [3] www.rngr.net/Publications/ttsm/Folder.2003_07.../file: visité le 05/ 07/ 2009.
- [4] Sharma B.P., Balakrishnav N.P., **1993**. Flora of India, 2, Botanical Survey of Calcutta, India: 402–13.
- [5] Hawthorne W., Jondking C., **2006**. Woody plants of Western African Forests. A Guide to the Forest trees, Shrubs and Lianes from Senegal to Ghana. Kew Publishing Royal Botanic Gardens: 734-874.
- [6] Hosny M., Rosazza J.P.N., **1998**. *J. Nat. Prod.* 61: 734–42.
- [7] Arbonnier M., **2002**. Arbres, arbustes et lianes des zones sèches d’Afrique de l’Ouest. Deuxième édition CIRAD, MNHN: 409-506.
- [8] Sharma P.C., Yelne M.B., Dennis T.J., **2001**. Database on Medicinal Plants Used in Ayurveda, 3, Central Council for Research in Ayurveda and Siddha, Department of ISM and Ministry of health and Family Welfare, Government of India: 217–28.
- [9] Tiwari N., Yadav A., Srivastava P., Shanker K., Verma R. K., Gupta M. M., **2008**. *Phytochemistry* 69 (12): 2387-2390.
- [10] Joy P. P., Thomas J., Mathew S., Skaria S. B. P., **1998**. Medicinal Plants. Keral agricultural university, Keral, India.
- [11] Sinha S., Dixit P., Bhargava S., Devasagayam T.P.A., Ghaskadbi S., **2006**. *Pharma. Biol.* 44: 237–43.
- [12] Yadav A., Tiwari N., Srivastava P., Singh S. C., Shanker K., Verma R. K., Gupta M. M., **2008**. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis* 47 (4-5): 841-6.
- [13] Rao D. V., Rao E. V., Viswanadham N., **1967**. *Current Science* 36 (3): 71-2.
- [14] Bhattacharjee A.K., Das A.K., **1969**. *Econ. Bot.* 23: 274–6.
- [15] Odeyemi F., **1970**. Suomen Kemistiseuran Tiedonantoja 79 (4): 57-70.
- [16] Rao D. V., Rao E. V., **1970**. *Indian Journal of Pharmacy* 32 (5): 140-1.
- [17] Joshi K. C., Singh L. B., **1970^a**. Zeitschrift fuer Naturforschung, Teil B: 25 (3): 270-2.
- [18] Joshi K. C., Singh L. B., **1970^b**. Zeitschrift fuer Naturforschung, Teil B: 25 (7): 693-4.
- [19] Joshi K. C., Prakash L., Singh L. B., **1971**. *Journal of the Indian Chemical Society* 48 (12): 1175-6.
- [20] Desai H.K., Gawad D.H., Govindachari T.R., Joshi B.S., Kamat V.N., Modi J.D., Parthasarathy P.C., Patankar S.J., Sidhye A.R., Viswanathan N., **1971**. *Indian J. Chem.* 9: 611–2.
- [21] Govindachari T. R., Parthasarathy P. C., Desai H. K., **1971**. *Indian Journal of Chemistry* 9 (9): 1027.
- [22] Anjaneyulu A. S. R., Row L. R., Subrahmanyam C., **1972**. *Tetrahedron* 22: 2179-82.
- [23] Govindachari T. R., Parthasarathy P. C., Desai H. K., **1972**. *Indian Journal of Chemistry* 10 (12): 1120-2.
- [24] Row L. R., Rao K. J., Rao V. K., Pelter A., Ward R. S., **1974**. *Journal of the Chemical Society* 12: 476-7.
- [25] Anjaneyulu A. S. R., Rao A. M., Rao V. K., Row L. R., Pelter A., Ward R. S., **1970**. *Indian journal of Pharmacy* 32 (5): 140-1.
- [26] Anjaneyulu A. S. R., Rao A. M., Rao V. K., Row L. R., Pelter A., Ward R. S., **1975^a**. *Tetrahedron Letters* 52: 697-700.
- [27] Anjaneyulu A. S. R., Rao A. M., Rao V. K., Row L. R., Pelter A., Ward R. S., **1975^b**. *Tetrahedron Letters* 22/23: 1803-6.
- [28] Nair A. G., R., Subramanian S. S., **1975**. *Phytochemistry* 14 (4): 1135-6.

- [29] Sosanwo O., Lindberg J. J., **1975**. *Paperi ja Puu* 57 (4A): 225-6, 229-31.
- [30] Sosanwo O. Lindberg J. J., **1976**. *Paperi ja Puu* 58 (4A): 201-6.
- [31] Anjaneyulu A. S. R., Rao A. M., Rao V. K., Row L. R., Pelter A., Ward R. S., **1977**. *Tetrahedron* 33 (1): 133-43.
- [32] Joshi K. C., Singh P., Pardasani R. T., **1977**. *Planta Medica* 32 (1): 71-5.
- [33] Joshi K. C., Singh P., Pardasani R. T., Pelter A., Ward R. S., Reinhardt R., **1978**. *Tetrahedron Letters* 47: 4719-22.
- [34] Sosanwo O., Olatunji G., **1984**. *Cellulose Chemistry and Technology* 18 (3): 305-8.
- [35] Kawamura F., Ohara S., Nishida A., **2004**. *Holzforchung* 58: 189-192.
- [36] Satyanarayana P., Subrahmanyam P., Kasai R., Tanaka O., **1985**. *Phytochemistry* 24 (8): 1862-4.
- [37] Satyanarayana P., Rao P. K., Ward S. R., Pelter A., **1986**. *Journal of Natural Products* 49 (6): 1061-4.
- [38] Adeyeye A., **1991**. *Pakistan Journal of Scientific and Industrial Research* 34 (9): 359.
- [39] Olatunji G., **1999**. *Cellulose Chemistry and Technology* 33 (1-2): 37-9.
- [40] Kawamura F., Ohara S., **2005**. *Holzforchung* 59 (2): 153-5.
- [41] Agunu A., Yusuf S., Andrew G.O., Zezi A.U., Abdurahman E.M., **2005**. *J. Ethnopharmacol.* 101: 27-30.
- [42] Dighe V. V., Pathak G. M., Tulpule K. M., Gokam V. N., **2007**. *Journal of Planar Chromatography Modern TLC* 20 (3): 179-82.
- [43] Surveswaran S., Cai Y. Z., Corke H., Sun M., **2007**. *Food Chemistry* 102 (3): 938-53.
- [44] Singleton V. L., Ortofer R., Lamuela-Raventos R. M., **1999**. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. Packer L (ed) *Methods in enzymology*. Orlando Academic Press ondon: 152-78.
- [45] Heilerová L., Bučkova M., Tarapčík P., Silhár S., Labuda J., **2003**. *Czech Journal Food Science* 21 (2): 78- 84.
- [46] Godin P., **1954**. *Nature* 174: 134.
- [47] Georgievskii V. P., Komissarenko N. F., Dmitrouk S. E, **1990**. Substances bioactives des plantes médicinales, édition « Naouka » Novosibirsk: 336 p. (Traduit du russe)
- [48] Dawson R., Elliott D., Elliott W., Jones K., **1991**. Edition Mir, Moscou. Dictionnaire de biochimiste.
- [49] Dekker M., **2002**. Coumarins: analysis by TLC. *Encyclopedia of chromatography*: 1-3.
- [50] Wagner H., Bladt S., **1996**. Plant drug analysis in thin layer chromatography atlas, 2^e edition, Springer Verlag, Berlin: 384 p.
- [51] Chaaib Kouri F., **2004**. *Thèse de doctorat*. Université de Lausanne (Suisse): 211 p.
- [52] Lagnika L., **2005**. *Thèse de doctorat*. Université Louis Pasteur (Strasbourg/France): 267 p.
- [53] Cuendet M, Hostettman K, Potterat O, Dyatniko W., **1997**. *Helv. Chim. Acta* 80: 1144-51.
- [54] Takao T., Kitatami F., Watanabe N., Yagi A., Sakata K., **1994**. *Bioscience, biotechnology and biochemistry* 58: 1780-3.
- [55] Mensah A. Y., Houghton P. J., Akyirem G. M. A., Fleischer T. C., Mensah M. L. K., Sarpong K., Adosraku R., **2004**. *Phytother. Res.* 18: 1031-2.
- [56] Mamyrbékova-Békro J., Konan K. M., Békro Y. A., Djié Bi M. G., Zomi Bi T. J., Mambo V., Boua B. B., **2008**. *European Journal of Scientific Research* 24 (2): 219-28.
- [57] Ladigina E. Y., Safronich L. N., Otriacheva V. E., Balandina I. A., Grinkevich N. I., Sorokina A. A., Glizin V. I., Molodjnikova L. M., Mitin Y. S., Samilina I. A., Ermakova V. A., **1983**. *Khimicheskii analiz lekarstvenii rastenii*, Moskva vischaya chkola: 172 p. (traduit du russe)
- [58] Merck E., **1980**. Révélateurs pour la chromatographie en couche mince et sur papier. Darmstadt: 153 p.
- [59] Rizk A., Mammouda M., Ismaïi S., **1975**. *Acta Cim. Acad. Sci. Hung.* 85 (1): 107-15.

- [60] Dohou N., Yamni K., Tahrouch S., Idrissi Hassani L. M., Badoc A., Gmira N., **2003**. *Bull. Soc. Pharm. Bordeaux* 142: 61-78.
- [61] Bruneton J., **1999**. Pharmacognosie, Phytochimie, Plantes médicinales, 3^e édition TEC & Doc, Paris:1120 p.
- [62] Drissa D., Rokia S., Hamsétou Y., Aminata T., Kassoum C., Ababacar M., **2004**. *C. R. Chimie* 7: 1073-80.