

Contrôle qualité et chimique de pommades à base de poudres végétales utilisées dans le traitement traditionnel de la douleur au Mali

DEMBELE Daouda L^{1,*}, DENOU Adama¹, SANGARE Mamadou¹, DOUMBIA Sékou¹, H Aidara Mahamane¹, SANOGO Rokia^{1,2}.

¹ Faculté de Pharmacie, Université des Sciences des Techniques et des Technologies de Bamako (USTTB), BP 1805 Mali.

² Département de Médecine Traditionnelle, Bamako, BP 1746 Mali.

Date de réception : 29 Novembre 2021 ; Date de révision : 20 Décembre 2021 ; Date d'acceptation : 25 Décembre 2021

Résumé:

Les affections douloureuses, inflammatoires articulaires et musculaires sont très fréquentes au Mali. La prise en charge de ces douleurs a un coût sanitaire et social très important. Pour y remédier, de nombreuses plantes médicinales sont utilisées en médecine traditionnelle africaine. Au Mali, une recette traditionnelle sous forme de pommade utilisée dans le traitement des douleurs, a été préparée à partir de *Zanthoxylum zanthoxyloides* (Rutacées), *Securidaca longepedunculata* (Polygalacées) et *Capsicum annuum* (Solanacées). Au Mali, des travaux antérieurs ont permis de démontrer l'innocuité et les activités antalgiques et anti-inflammatoires des extraits de racines de *Zanthoxylum zanthoxyloides* et d'écorces de racines de *Securidaca longepedunculata*. L'objectif de ce travail est de contrôler la qualité et la composition chimique de pommades formulées à partir des espèces précitées. La formulation de pommades a été effectuée par le mélange de poudres fines de racines de *Zanthoxylum zanthoxyloides*, d'écorces de racines *Securidaca longepedunculata* et de fruits de *Capsicum annuum* avec du beurre de karité. Les paramètres de qualité et les principaux marqueurs chimiques des pommades ont été déterminés. Les pommades obtenues sont stables à une température ≤ 33 °C. Elles présentent une bonne homogénéité, une bonne consistance et un pH=5. Les saponines triterpéniques sont les principaux marqueurs chimiques des pommades. La présence de ces constituants est en faveur des propriétés antalgiques et anti-inflammatoires des pommades. Elles peuvent être proposées pour la prise en charge médicale de la douleur notamment au niveau local.

Mots clés: *Zanthoxylum zanthoxyloides*, *Securidaca longepedunculata*, *Capsicum annuum*, Pommades antalgiques, Mali.

Quality and chemical control of ointments based on vegetable powders used in the traditional treatment of pain in Mali

Abstract :

The Painful, inflammatory joint and muscle diseases are very common in Mali. The treatment of these pains has a very important health and social cost. To remedy this, many medicinal plants are used in traditional African medicine. In Mali, a traditional recipe in the form of an ointment used in the treatment of pain was prepared from *Zanthoxylum zanthoxyloides* (Rutaceae), *Securidaca longepedunculata* (Polygalaceae) and *Capsicum annuum* (Solanaceae). In Mali, previous work has demonstrated the safety and the analgesic and anti-inflammatory activities of extracts of *Zanthoxylum zanthoxyloides* roots and *Securidaca longepedunculata* root bark. The objective of this work is to control the quality and chemical composition of ointments formulated from the above mentioned species. The formulation of ointments was carried out by mixing fine powders of *Zanthoxylum zanthoxyloides* roots, *Securidaca longepedunculata* root bark and *Capsicum annuum* fruits with shea butter. The quality parameters and the main chemical markers of the ointments were determined. The ointments obtained are stable at a temperature ≤ 33 °C. They have good homogeneity, consistency and pH=5. The triterpene saponins are the main chemical markers of the ointments. The presence of these constituents supports the analgesic and anti-inflammatory properties of ointments. They can be proposed for the medical management of pain, particularly at the local level.

Key words: *Zanthoxylum zanthoxyloides*, *Securidaca longepedunculata*, *Capsicum annuum*, Analgesic ointments, Mali.

Introduction

En Afrique et particulièrement au Mali, un grand nombre de plantes médicinales sont utilisées dans la prise en charge des douleurs musculaire et articulaire (Birnbbaum, 2012 ; Denou et al., 2016). Certaines de ces plantes ont fait l'objet d'investigations, il s'agit entre autres de *Securidaca longepedunculata*, de *Zanthoxylum zanthoxyloides* et de *Capsicum annuum*. Ces études antérieures ont permis de caractériser des constituants chimiques et antiradicalaires, d'évaluer les activités antalgiques, anti-inflammatoires, antioxydantes et de déterminer la toxicité de *Securidaca longepedunculata* (OOAS, 2013 ; Alafe et al., 2014 ;

Shemishere et al., 2020 ; Namadina et al., 2020 ; Dembélé et al., 2021), de *Zanthoxylum zanthoxyloides* (Bagayoko, 2001 ; Chaaib et al. 2003 ; Ouattara et al., 2004 ; Zahoui et al., 2010 ; Diatta et al., 2014) et de *Capsicum annuum* (Bhutani et Pathak, 2007 ; Oboh et Rocha, 2007 ; Tewksbury et al., 2008 ; Merièm, 2010). Au Département de Médecine Traditionnelle de Bamako, une étude a montré l'efficacité de l'extrait hydro-alcoolique de *Zanthoxylum zanthoxyloides*, supérieure à celle du Ketoprofène (un anti-inflammatoire non stéroïdien) sur la crise douloureuse ostéo-articulaire chez des patient drépanocytaires

(*) Correspondance : Dembele D.L. ; e-mail : drdembele@gmail.com ; tél. : (+223) 64533708 et 76249423.

(Dembélé, 1995). D'autres études ont permis de déterminer les propriétés antalgiques, anti-inflammatoires et la toxicité des racines de *Zanthoxylum zanthoxyloïdes* (Bossokpi, 2002) et des écorces de racines de *Securidaca longepedunculata* (Tolo, 2002 ; Dembélé, 2011). Au Mali, les thérapeutes traditionnels utilisent une recette à base de poudres fines de racines de *Zanthoxylum zanthoxyloïdes*, d'écorces de racines de *Securidaca*

longepedunculata, de fruits de piment et de poivron dans du beurre de karité. Cette recette est utilisée pour dans la prise en charge des douleurs articulaires et musculaires, les entorses et les contusions.

La présente étude a pour objectif d'effectuer un contrôle qualité et chimique de pommades à base des espèces de plantes précitées contre les douleurs et inflammations.

Materials and Methods

1. Matériel

-Le matériel vegetal:

Il est constitué de poudres fines des organes des trois plantes. Il s'agit de racines de *Zanthoxylum zanthoxyloïdes* achetées à Faraba dans le cercle de Yanfolila, région de sikasso, d'écorces de racines de *Securidaca longepedunculata*, achetées au marché de Bamako et de fruits de *Capsicum annum* (piment et poivron). Les échantillons ont été identifiés par M. Seydou Dembélé, Ingénieur des eaux et forêts, Responsable du service ethnobotanique et matière première du Département de Médecine Traditionnelle (DMT) de Bamako. Les échantillons ont été séchés à l'ombre dans une salle bien aérée et ventilée. Après le séchage, les échantillons ont été pulvérisés à l'aide d'un moulin broyeur tamiseur « forplex » de type F1 et tamisé (tamis de diamètre 1,32 mm). Les poudres fines ont été utilisées pour la formulation des pommades.

- Autre Matériel

Mortier et pilon en porcelaine, spatule.

Pots de conditionnement de capacité de 50 g.

2. Méthodes

2.1 Préparation des pommades :

Différents types d'échantillons de piment ont été prélevés dans cinq grands marchés du district d'Abidjan qui représentent les points d'approvisionnement des grossistes venant de toutes les localités productrices de piment. Il s'agit des grands marchés des communes d'Abobo, de Yopougon, d'Adjamé, de Treichville et de Port-

Bouët. Les échantillons de piments ont été prélevés au niveau des vendeuses au détail.

2.2 Préparation des extraits végétaux :

Les pommades ont été préparées manuellement, en triturant directement avec un pilon les poudres fines végétales dans le beurre de karité dans un mortier en porcelaine jusqu'à homogénéité totale : 75 g de poudres fines végétales dans 1500 g de beurre de karité (soit une pommade à 5%) et 150 g de poudres fines végétales dans 1500 g de beurre de karité (soit une pommade à 10%) (figure 1 et tableau I).



Figure 1 : Pommade à base de poudres fines dans du beurre de karité.

2.3 Ingrédients des pomades:

La composition quantitative des différents ingrédients entrant dans la formulation des pommades est détaillée dans le tableau I.

Tableau I : Composition des pommades

Pommades	Composition quantitative	Quantités (g)
Pommade à 5%	Poudre fine de racine de <i>Z. zanthoxyloïdes</i>	25,00
	Poudre fine de racine de <i>S. longepedunculata</i>	25,00
	Poudre fine de fruit de Piment	12,50
	Poudre fine de fruit de Poivron	12,50
	Beurre de karité	1500,00
Pommade à 10%	Poudre fine de racine de <i>Z. zanthoxyloïdes</i>	50,00
	Poudre fine de racine de <i>S. longepedunculata</i>	50,00
	Poudre fine de fruit de Piment	25,00
	Poudre fine de fruit de Poivron	25,00
	Beurre de karité	1500,00

2.4 Conditionnement des pommades:

Les pommades ont été conditionnées dans des pots de 50 g, à l’aide d’une spatule. Les étiquettes utilisées portent pour chaque pommade les informations sur le nom du DMT, la dénomination de la pommade, les indications thérapeutiques, la posologie et les précautions d’emploi, la mention à ne pas mettre dans yeux et à ne pas avaler.

2.5 Contrôle de qualité des pomades :

La Le contrôle de la qualité des pommades a été effectué selon les méthodes recommandées pour les pommades dans les pharmacopées, telles que décrites dans les travaux de Yapi et al. (2019). Il a consisté à la détermination des caractères macroscopiques (couleur, consistance, odeur), l’homogénéité, la mesure du potentiel d’hydrogène (pH) et la stabilité des pommades.

La consistance a été appréciée au toucher; la couleur observée à l’œil nue et l’odeur, vérifiée en approchant de façon répétée les pommades vers les narines.

L’homogénéité a été vérifiée en notant la répartition régulière ou non des poudres végétales dans le beurre de karité sur une surface plane.

Le pH a été déterminé en plongeant un papier à pH multiple dans 10 g de pommade fondue doucement sur une plaque chauffante.

La stabilité a été déterminée en mesurant à l’aide d’un appareil thermoflash, la température de

fusion des pommades, exposées sous différentes conditions : d’abord à la température ambiante, exposition devant la fenêtre pendant une heure et sous le coup du soleil pendant trois semaines.

2.6 Détermination des constituants chimiques des pommades:

Les principaux marqueurs chimiques des pommades ont été mis en évidence en utilisant la chromatographie sur couche mince (CCM) selon Koné (1993) ; Sanogo et al., (2014). Ainsi 0,5 g de pommade fondue a été repris avec 5 mL d’éthanol 96°, afin d’extraire les constituants puis chauffés au bain marie pendant 10 minutes. 10 µL de la solution obtenue a été déposée sur des plaques silicagel G₆₀F₂₅₄, migrées dans les systèmes de solvants : Butanol-Acide acétique-Eau : BAW (60-15-25) ; Ether de pétrole - Acide acétique (50-25). Les plaques ont été révélées avec les réactifs de Godin [Solution A (Vanilline 1g + 100 mL Ethanol 95°) + Solution B (Acide perchlorique 3 mL + q.s.p 100 mL H₂O) et Solution C (Acide sulfurique 10 mL + 90 mL Ethanol 95°)] ; la solution méthanolique (2 mg/10 mL) de 1,1-Diphényl-2-Picryl-Hydrazyle (DPPH).

Le Rapport frontal (Rf) des tâches a été calculé selon la formule :

$$Rf = \frac{\text{distance parcourue par le constituant.}}{\text{distance parcourue par le système de solvant}}$$

Résultats et discussion

1. Pommades obtenues:

De Les pommades à 5% et à 10%, obtenues ont été conditionnées en 20 pots de 50 g. Les noms retenus pour les pommades obtenues sont PBK 5% ANTIDOULEUR et PBK 10% ANTIDOULEUR (Figure 2).

2. Qualité des pomades:

Les caractéristiques des pommades obtenues sont reportées dans le Tableau II. Les principales caractéristiques obtenues sont similaires à celles des travaux de Dembélé (2011) et de Yapi et al. (2019). Par contre, la couleur jaunâtre tachetée de rouge pourrait être due à la présence de lycopes (caroténoïdes) présentés dans les cellules de l’épicarpe du piment. La valeur de pH pourrait expliquer une éventuelle compatibilité avec une peau normale de pH=4-6 (Laredj-Bourezg et al., 2015). Par ailleurs l’ajout d’un excipient stabilisant



Figure 2 : Pots de la pommade PKB 5%

comme la cire d’abeille dont le point de fusion se situe à environ 66°C pourrait renforcer la stabilité et la consistance des pommades (Schryve, 2016).

Tableau II : Principales caractéristiques des pommades obtenues.

Paramètres	Caractéristiques
Consistance	Semi-solide
Couleur	Jaunâtre, tachetée de rouge
Odeur	Caractéristique du beurre de karité
Homogénéité	Bonne (Répartition régulière des poudres)
pH	5
Stabilité	Stable à une température ≤ 33 °C.

3. Principaux marqueurs chimiques des pommades:

Le profil chromatographique des deux (02) formules de pommades a mis en évidence deux (02) tâches violettes avec le réactif de Godin. Ces tâches s’étendent aux Rf = 0,83 et 0,93 respectivement dans les systèmes de solvants Butanol-Acide acétique- Eau (B.A.W : 60-15-25) et Ether de pétrole - Acide acétique (50-25) (Figure 3). Les tâches violettes (gauche) pourraient indiquer que le beurre de karité laisse passer les saponines triterpéniques. Les plaques révélées avec la solution de DPPH n’ont montré aucune tâche dans nos conditions expérimentales ; ce qui pourrait signifier que les constituants antiradicalaires des poudres ne passent pas dans le beurre de karité. Ce résultat est similaire à celui des travaux de Dembélé (2011) à la différence du passage d’autres marqueurs chimiques comme les composés antiradicalaires.

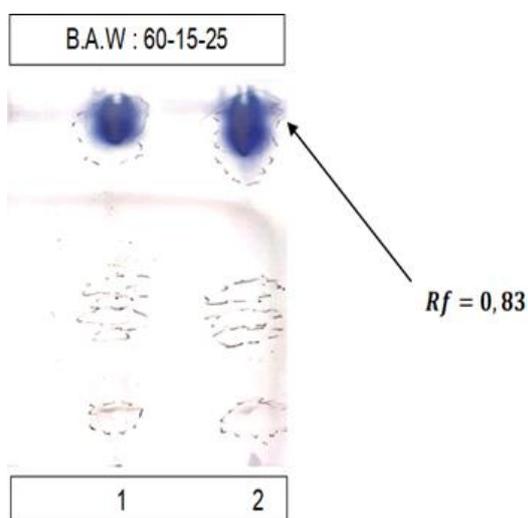


Figure 3 : Profil chromatographique des pommades dans le B.A.W (60-15-25);
1: PKB 5% ANTIDOULEUR;
2: PKB 10% ANTIDOULEUR.

Cela pourrait être justifié par la forme d’utilisation des matières premières qui sont des poudres au lieu des extraits. Ce résultat indique que les saponines triterpéniques sont les marqueurs chimiques des pommades obtenues. Ils seraient à l’origine de l’efficacité de la recette.

Plusieurs études scientifiques ont montré l’efficacité des plantes de la recette contre certaines manifestations douloureuses et inflammatoires. En effet, la dénaturation des protéines tissulaires, reconnue comme un marqueur de l’inflammation a été inhibé par des extraits hydroalcooliques de racines de *Securidaca longepedunculata* (Datagni et al., 2021). L’extrait aqueux de la poudre de l’écorce de racine de *Zanthoxylum zanthoxyloides* à la dose 1500 mg/kg a permis de supprimer la douleur et l’inflammation chez des souris à des pourcentages comparables à celle de l’indométacine (un anti-inflammatoire non stéroïdien) (Bossokpi, 2002). Les travaux de Prempeh et Mensah-Attipoe (2008) ont montré que l’extrait aqueux de racine de *Zanthoxylum zanthoxyloides* a réduit de façon significative les prostaglandines E2 (un médiateur potentiel de l’inflammation). Le piment a des propriétés analgésiques (Calixto et Kassuya, 2005) ; ce qui justifie son utilisation sous forme de crème, lotion, pommade ou emplâtre dans le traitement de l’arthrite rhumatoïde, l’arthrose, les douleurs neuropathiques, les névralgies rhumatismales et goutteuses, les lombalgies et les douleurs musculaires (Bhutani et Pathak, 2007). Les saponines triterpéniques sont des métabolites secondaires doués de propriétés antalgiques et anti-inflammatoires (Adao et al., 2011). Leur caractérisation dans les pommades obtenues serait à l’origine de l’efficacité de la recette ; ce qui pourrait justifier l’utilisation des plantes de la recette dans le traitement traditionnel des manifestations douloureuses et inflammatoires au Mali.

Conclusion

Les Ce travail a permis de contrôler les paramètres de qualité et la composition chimique de deux pommades à base des espèces de plantes locales. Les pommades obtenues sont stables à une température $\leq 33^\circ \text{C}$ et contiennent les saponines triterpéniques comme marqueurs chimiques, qui pourraient justifier leurs utilisations dans le traitement traditionnel de certaines

manifestations douloureuses et inflammatoires au Mali. Cependant, il s'agira en perspectives d'évaluer l'efficacité et la biotolérance des pommades.

Remerciements

Nous tenons à remercier, au terme de ce travail, tout le personnel du Département Médecine Traditionnelle (DPM) de Bamako.

Références

- Alafe, A.O., Elufioye, T.O., Faborode, O.S., Moody J.O., 2014**, Anti-Inflammatory and Analgesic Activities of Securidaca longepedunculata Fers (Polygalaceae) Leaf and Stem Bark Methanolic Extract, *Journal africain de recherche biomédicale*, 17(3), 18-191.
- Bagayoko M., 2001**, Etude botanique et phytochimique de trois plantes médicinales en vue de la production d'un médicament traditionnel amélioré (MTA), Thèse de Pharmacie, Faculté de Pharmacie, de Médecine et d'Odontostomatologie, Université des Sciences, des Techniques et des Technologies de Bamako, 105p.
- Bhutani M., Pathak A.K., 2007**, Capsicain is a novel blocker of constitutive and Interleukin-6-inducible STAT3 activation, *Clinical Cancer Research*, 13(10), 3024-32.
- Birnbaum P., 2012**, Biodiversité au Sahel : les forêts du Mali. Editions Quae, Versailles, 174p.
- Bossokpi I.P., 2002**, Etude des activités biologiques de Zanthoxylum zanthoxyloides, Lam (Rutaceae), Thèse de Pharmacie, Faculté de Pharmacie, de Médecine et d'Odontostomatologie, Université des Sciences, des Techniques et des Technologies de Bamako, 127p.
- Calixto J.B., Kassuya C.A.L., 2005**, Contribution of natural products to the discovery of the transient receptor potential (TRPV) channels family and their functions, *Pharmacology and Therapeutics*, 106(2), 179-208.
- Chaaib F., Queiroz E.F., Ndjoko K., Diallo D., and Hostettmann K., 2003**, Antifungal and antioxidant compounds from the root bark of Zanthoxylum zanthoxyloides, *Planta Medica*, 69(4), 316-20.
- Datagni G., Mouzou A.P., Metowogo K., Afanyibo Y.G., Sadjji A., Eklugadegbeku K., 2021**, In vitro anti-inflammatory and antimicrobial activity of Securidaca longepedunculata and Annona senegalensis hydro-alcoholic extract, *Journal of Drug Delivery & Therapeutics*, 11(5-S), 63-70.
- Dembélé A., 1995**, Contribution à l'étude de l'efficacité de Zanthoxylum zanthoxyloides, waterm comparée au kétoprofène dans la crise douloureuse ostéo articulaire de la drépanocytose à Bamako, Thèse de pharmacie, Ecole Nationale de Médecine et de Pharmacie de Bamako, 44p.
- Dembélé D.L., 2011**, Formulation de pommade antalgique et anti-inflammatoire à base de Securidaca longepedunculata Fresen, Thèse de Pharmacie, Faculté de Pharmacie, de Médecine et d'Odontostomatologie, Université des Sciences, des Techniques et des Technologies de Bamako, 177p.
- Dembélé D.L., Haidara M., Denou A. et Sanogo R., 2021**, Etude Phytochimique des écorces de racines et des feuilles de Securidaca Longipedunculata (Fresen), Polygalaceae Au Mali, *European Scientific Journal*, 17(29), 145-156.
- Denou, A., Koudouvo K., Haidara M., Togola A., Sanogo R., Essien K., Aklikokou K.A., Diallo D. et Gbeassor M., 2016**, Activité analgésique de quatre plantes utilisées dans la prise en charge traditionnelle du paludisme au Mali et au Togo, *Revue internationale des sciences biologiques et chimiques*, 10(3), 1342-1349.
- Diatta W., Sy G.Y., Manga C.I., Diatta K., Fall A. and Bassene E., 2014**, Recherche des activités anti-inflammatoire et analgésique des extraits de feuilles de Zanthoxylum zanthoxyloides (Lam) zepernick et timler (Rutaceae), *Revue Internationale des Sciences Biologiques et Chimiques*, 8(1), 128-133.
- Iserin P., Masson M., et Restillini J.P., 2001**, Encyclopedia of Medicinal Plants, 2nd Edition Copyright, Dorling Kindersley Limited, Londres, 335p.
- Koné S., 1993**, Contribution à la formulation de pommades dermiques à base d'extraits de plantes à propriétés antifongiques et antibactériennes, *Thèse de Pharmacie, Ecole Nationale de Médecine et de Pharmacie du Mali*, Bamako, 85p.
- Laredj-Bourezg F., Bolzinger M.A., Pelletier J., Valour J.P., Rovère M.R., Smatti B., Chevalier Y., 2015**, Skin delivery by block copolymer nanoparticles (block copolymer micelles), *International Journal of Pharmacology*, 496(2), 1034-1046.
- Meriem M., 2010**, Effet in vitro du piment (Capsicum annum L.) de variété locale (Biskra) sur quelques germes pathogènes et sur certaines souches probiotiques, *Mémoire de Magister en Biotechnologie végétale, Faculté des Sciences exactes, des Sciences de la nature et de la vie*, Université Abadelhamid Ibn Badis Mostaganem, Algerie, 93p.
- Namadina M.M., Shawai R.S., Musa F.M., Sunusi U., Aminu M.A., Nuhu Y., Umar A. M., 2020**, Phytochemical and antimicrobial activity of Securidaca longepedunculata root against urinary tract infection pathogens, *ChemSearch Journal*, 11(2), 90-98.
- Obogh G., Rocha J.B., 2007**, Distribution and antioxidant activity of polyphenols in ripe and unripe tree pepper « Capsicum pubescens », *Journal of Food Biochemistry*, 31(4), 456-473.
- OOAS., 2013**, Pharmacopée d'Afrique de l'Ouest, Kumasi, 1er Volume, p173-177.

- Ouattara B., Angenot L., Guissou P., Fondu P., Dubois J., Frédérick M., Jansen O., Van Heugen, J.C., Wauters J.N. and Tits M., 2004**, LC/MS/NMR analysis of isomeric divanilloylquinic acids from the root bark of *Zanthoxylum zanthoxyloides* Lam. *Phytochemistry*, 65(8), 1145-1151.
- Prempeh A.B.A. and Mensah-Attipoe J., 2008**, Analgesic Activity of Crude Aqueous Extract of the root bark of *Zanthoxylum zanthoxyloides*. *Ghana Medical Journal*, 42(2), 79-83.
- Sanogo R., Doucouré M., Fabre A., Haïdara M., Diarra B., Dénou A., Kanadjigui F., Benoit V.F., Diallo D., 2014**, Standardisation et essai de production industrielle d'un sirop antipaludique à base d'extraits de *Argemone mexicana* L, *Revue CAMES – Série Pharmacopée et Médecine Traditionnelle Africaine*, 17(1), 15-20.
- Schryve A., 2016**, État des lieux sur les cires à usage apicole utilisées en France métropolitaine. Évaluation des points critiques, *Thèse de Médecine*, Université Claude-Bernard - Lyon I, France. 171p.
- Shemishere U.B., Anyebe D.A., Bashir A.Y., Emmanuel J., Ifie J., Yahaya, T. 2020**, Phytochemical screening and free radical scavenging activities of methanol leaf and flower extract of *Securidaca longipedunculata*, *FUDMA Journal of sciences*, 4(1), 37-42.
- Tewksburg J.J., Levey D.J., Huizinga M., Haak D., Traveset A., 2008**, Cost and benefits of capsaicin-mediated control of gut retention in dispersers of wild chilies, *Ecology*, 89(1), 107-117.
- Tolo A.D., 2002**, Etude des activités biologiques et de la toxicité des écorces de racines de *Securidaca longipedunculata* Fres (Polygalaceae), *Thèse Pharmacie, Faculté de Médecine, de Pharmacie et d'Odontostomatologie, Université des Sciences, des Techniques et des Technologies de Bamako*, 98p.
- Yapi A.B., Etien D.T., Konan K.F., Zirihi G.N., 2019**, Formulation Galénique d'une Pommade Antimicrobienne à Base d'un Extrait Hydroalcoolique de *Aspilia africana* (Pers.) C.D. Adams var. *africana*, une Plante de la Pharmacopée Africaine, *European Journal of Scientific Research*, 153(2), 207-222.
- Zahoui S., Zirihi, N., Soro Y. and Traore F., 2010**, Effet hypotenseur d'un extrait aqueux de *Zanthoxylum zanthoxyloides* (Lam.) Waterman (Rutaceae), *Phytotherapie*, 8(6), 359-369.