

Titre :

Etudes de la phytochimie et de l'activité antimicrobienne *in vitro* des feuilles de *Moringa oleifera* (Moringaceae).

Correspondant : Dr MILLOGO – KONE Hassanata – Maître de Recherche en Biochimie/Microbiologie - Centre National de la Recherche Scientifique et Technologique (CNRST)- Institut de Recherche en Sciences de la Santé (IRSS) – Département Médecine et Pharmacopée Traditionnelles-Pharmacie (MEPHATRA-PH) – Ouagadougou – BURKINA FASO - Tél : (+226) 50 36 32 15 / 70 16 05 01 – Fax : (+226) 50 36 28 38 – E-mail : hassmillogo@gmail.com; hmillogo@hotmail.com

Etudes de la phytochimie et de l'activité antimicrobienne *in vitro* des feuilles de *Moringa oleifera* (Moringaceae).

Millogo-Koné H^{1,2}, Kini B. F.^{1,2}, Yougbaré Z.^{1,2}, Yaro M. B.¹, Sawadogo M³.

1. Centre National de la Recherche Scientifique et Technologique (CNRST)- Institut de Recherche en Sciences de la Santé (IRSS) – Département Médecine et Pharmacopée Traditionnelles-Pharmacie (MEPHATRA-PH)
2. Université de Ouagadougou – 03 BP 7021 – Ouagadougou 03 – BURKINA FASO
3. Bureau National des Sols (BUNASOLS) – 03 B.P. 7021 – Ouagadougou 03 – BURKINA FASO

Title: Phytochemical and in-vitro antimicrobial studies of *Moringa oleifera* (Moringaceae) leaves

Summary

Moringa oleifera leaves are used in Burkina Faso since as vegetable. But, in the last few years, a particular attention has been drawn to this tree for its nutritional and pharmaceutical values. To know more about the leaves of this tree, we undertook phytochemical and antimicrobial studies.

The phytochemical studies have been conducted on *Moringa oleifera* leaves harvested in Gourcy, North-West of Burkina Faso. The results revealed that the leaves were rich in micronutrients notably in Calcium (15,08g/kg mat.sèche), Magnesium (6,88g/kg), Copper (8,13g/kg), Zinc (26,59g/kg), Iron (677,77g/kg), Manganese (62,93g/kg), vitamines A (39mg/100g mat.sèche), B1 (3,10mg/100g), B2 (10,2mg/kg), C (210mg/kg) and essential amino acids indispensable to a person's bodily functions. The phytochemical screening revealed the high level of the leaves in phenolic compounds (flavonoids and tannins), in sterols and triterpens, all of them, chemical compounds with antimicrobial effects. Aqueous extracts have been tested against 17 bacterial strains (clinical isolates) obtained from pus, blood, stools, urines, and also against strains from American Type Collection Culture (*Salmonella*, *Staphylococcus*, *Streptococcus*, *Escherichia coli*, *Proteus*, *Pseudomonas*, *klesiella*). The extracts have also been tested against strains of fungi notably *Candida albicans*. The results have showed that the aqueous extract was effective against all the strains that have been tested, most of the MIC ranging from 3.12 to 1.56 mg/ml. The extracts have revealed even more effective against all the tested *Candida albicans* strains than the bacteria, thus justifying the successful use of *Moringa oleifera* leaves for the treatment of many infectious diseases.

Key words : *Moringa oleifera* –micronutrients– phenolic compounds - antimicrobial

Résumé :

Les feuilles de *Moringa oleifera* sont depuis bien longtemps utilisées au Burkina Faso comme légumes. Mais ces dernières années, une attention particulière est accordée à cette plante pour ses vertus nutritionnelles et pharmacologiques. Pour en savoir davantage sur les feuilles nous avons entrepris des études phytochimiques et antimicrobiennes

Les études phytochimiques ont été effectuées sur des feuilles de *Moringa oleifera* récoltées à Gourcy, au Nord-ouest du Burkina Faso. Les résultats (exprimés en g/kg de matière sèche) montrent que les feuilles sont riches en micronutriments, notamment en Calcium (15,08g/kg), Magnésium (6,88g/kg), Cuivre (8,13g/kg), Zinc (26,59g/kg), Fer (677,77g/kg), Manganèse (62,93g/kg), vitamine A (39mg/100g), B1 (3,10mg/100g), B2 (10,2mg/kg), C (210mg/kg) et en acides aminés essentiels indispensables au bon fonctionnement de l'organisme. Le criblage phytochimique a révélé la haute teneur en composés phénoliques (flavonoïdes et tannins), en stérols et triterpènes, tous des composés chimiques avec des effets antimicrobiens. Des extraits aqueux ont été testés contre 17 souches bactériennes obtenues en milieu hospitalier et isolées du pus, du sang, des selles, des urines, mais aussi contre des souches de collection ATCC (*Salmonella*, *Staphylococcus*, *Streptococcus*, *Escherichia coli*, *Proteus*, *Pseudomonas*, *Klebsiella*). Les extraits ont également été testés contre des souches de levures notamment *Candida albicans*. Les résultats ont montré que l'extrait aqueux est efficace contre toutes les souches bactériennes testées, la plupart des concentrations minimales inhibitrices (MIC) allant de 3.12 to 1.56 mg/ml. Les extraits se sont révélés encore plus efficaces contre les souches de *Candida albicans* que contre les bactéries, justifiant ainsi l'utilisation avec succès des feuilles de *Moringa oleifera* dans le traitement de nombreuses infections.

Key words : *Moringa oleifera* –micronutriments– composés phénoliques - antimicrobiens

INTRODUCTION

Selon la FAO (2009), plus de 25 000 personnes meurent chaque jour de sous-alimentation et plus de 800 millions en souffrent chroniquement. Sur les vingt (20) pays en situation les plus difficiles seize (16) se situent en Afrique. Cette situation a été exacerbée par l'avènement du VIH qui entraîne une dégradation de l'état nutritionnel (OMS, 2005).

Les carences nutritionnelles spécifiques les plus courantes au Burkina Faso sont les carences en fer, en vitamine A et en iode (Ministère de la Santé, 2008). Pour pallier ces cas de malnutrition, le Ministère de la Santé du Burkina Faso a décidé d'une supplémentation en vitamine A chez les enfants de 6 à 59 mois et chez les femmes allaitantes, à travers le pays. L'UNICEF et le Programme Alimentaire Mondial (PAM) ont mis à la disposition des formations sanitaires, des aliments thérapeutiques (F75, F100, Plumpy nut, CSB) pour la prise en charge des enfants malnutris. Cependant ces nutriments tant recherchés et importés à des coûts très élevés se retrouvent dans certaines ressources naturelles locales. C'est le cas du *Moringa oleifera*, connu sous le nom de « Arzantiiga » (en mooré), arbre du paradis, arbre miracle, arbre aux vertus multiples et dont les feuilles sont reconnues au plan mondial comme un excellent complément alimentaire (Folkard et Sutherland, 1996 ; Anwar et al., 2007). *Moringa oleifera* est un arbuste à croissance très rapide. Il est peu exigeant pour le sol, pour l'eau (Morton, 1991 ; Odee, 1998). Par conséquent, il s'adapte parfaitement aux conditions climatiques du Burkina Faso. Semé en début d'hivernage, il produit des fruits qui sont récoltés avant le début du

prochain hivernage. La technique de culture est simple ; la plante se développe à partir des graines et par bouturage.

Toutes les parties (feuilles, fleurs, fruits, écorces et racines) de *Moringa oleifera* ont des vertus médicinales confirmées par des années de recherches et d'expérimentation dans différents pays africains, asiatiques et panaméricains (Bennett et al, 2003 ; Anwar et al., 2007).

L'huile de la graine est d'une très haute valeur nutritive, les tourteaux obtenus après l'extraction de l'huile sont d'excellents flocculants qui purifient l'eau et tuent au moins 90% des bactéries (Folkard et al, 1999).

L'objectif de ce travail était de déterminer la composition chimique des feuilles de *Moringa oleifera* prélevées sur le site de Gourcy, au Nord Ouest du Burkina Faso et d'évaluer l'activité antimicrobienne qui pourrait justifier des vertus reconnues à cette plante.

MATERIEL ET METHODES

Matériel

Matériel végétal

Des feuilles de *Moringa oleifera* ont été prélevées sur le site de Gourcy, au Nord Ouest du Burkina Faso, en Mai 2009. Elles ont été identifiées par le Prof Jeanne Millogo et un herbier a été déposé au Département Biologie – Ecologie Végétales de l'Université de Ouagadougou. Ces feuilles ont été séchées à l'ombre et réduites en poudre pour les tests.

Microorganismes

Des souches de microorganismes responsables des infections humaines couramment rencontrées au Burkina Faso ont été obtenues des milieux hospitaliers. Ces isolats cliniques proviennent de coprocultures (cultures se selles), d'hémocultures (cultures de sang), d'urocultures (cultures d'urines) et de cultures de sécrétions vaginales. Ce sont: *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella typhi* et *Salmonella paratyphi*, *Staphylococcus epidermidis*, *Bacillus cereus*, *Streptococcus pneumoniae*, *Proteus mirabilis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella pneumoniae*, *Neisseria gonorrhoeae*, *Candida albicans*.

L'identification des bactéries a été faite à l'aide d'observations microscopiques et confirmée par les Galeries Api.

Des souches de référence ont également fait l'objet de tests parallèles. Ces souches sont: *Staphylococcus aureus* 6538, *Proteus mirabilis* ATCC 35659, *Escherichia coli* ATCC 25922, *Staphylococcus epidermidis* ATCC 12228.

Méthodologie

Etudes phytochimiques

Les études phytochimiques ont porté sur les extractions des groupes de principes chimiques, le criblage chimique des feuilles de même que la détermination de leur teneur en vitamines, éléments minéraux, oligo-éléments, acides aminés essentiels.

- Extraction des groupes de principes chimiques

Trois types d'extraits ont fait l'objet de tests : le décocté, le macéré et l'extrait hydroéthanolique. Le décocté a été obtenu à partir de 5g de matière sèche (en poudre) dans 100ml d'eau distillée, chauffé dans un réfrigérant à reflux pendant 1 heure. L'extrait a été filtré sur papier Whatman N°1 et centrifugé à 3000t/mn pendant 5mn. Le macéré aqueux a été obtenu avec 5g de poudre de Moringa dans 100ml d'eau distillée, placé sous agitateur magnétique pendant 24h, filtré sur papier Whatman N°1 et centrifugé à 3000t/mn pendant 5mn. L'extrait hydroéthanolique a été obtenu avec 5g de poudre de feuilles de Moringa dans 100ml d'un mélange éthanol – eau (70% : v :v). L'extraction a été faite dans un réfrigérant à reflux pendant 1heure. L'extrait a été obtenu dans les mêmes conditions que pour le décocté et le macéré aqueux.

Les trois extraits obtenus ont été lyophilisés. Des solutions de 25 mg/ml ont été préparées à partir de ces extraits lyophilisés.

Les extractions pour l'identification des groupes de principes chimiques ont été effectuées au soxhlet avec des solvants de polarité croissante : dichlorométhane (CH_2Cl_2) pour extraire les composés lipophiles (stérols et triterpènes,...), éthanol pour extraire les composés polaires (composés phénoliques notamment les tanins et les flavonoïdes...), l'eau (H_2O) pour extraire les composés très polaires (polysaccharides, ...). L'accent a été également mis sur les groupes chimiques potentiellement toxiques à fortes doses (alcaloïdes, coumarines et cardiotoniques). Les trois fractions ainsi obtenues ont été utilisées pour le criblage chimique. L'identification des principes a été effectuée selon les méthodes standards (Ciulei, 1982, Wagner, 1996).

- Recherche et dosage des vitamines

Les vitamines qui ont fait l'objet des recherches sont les vitamines liposolubles A, et le β -carotène, la vitamine E et les vitamines hydrosolubles B1, B2 et C.

Vitamine A et β -carotène

La méthode décrite par Arbatskii et al. (2004) a été celle appliquée. La vitamine A et le β -carotène ont été extraits par saponification avec une solution de potasse (KOH à 10% dans l'éthanol 50%), puis extraits avec de l'hexane. La phase hexanique ainsi obtenue a été conservée au réfrigérateur et à l'abri de la lumière ; la vitamine A et le β -carotène (provitamine A) étant photo et thermo - sensibles, pour les analyses HPLC.

Vitamine C

La méthode décrite par Arbatskii et al. (2004) a été également appliquée. L'extraction s'est faite avec une solution d'acide chlorhydrique 0,01M sous sonication pendant 10 min, suivie d'une centrifugation de 10 min. Le surnageant a été récupéré et conservé pour l'analyse HPLC.

Analyse HPLC

L'évaluation des teneurs en vitamines (A et C) de l'extrait aqueux de feuilles a été faite par HPLC couplé à un détecteur UV-Visible et l'analyse, en mode isocratique sur colonne Alumina-C18. La phase mobile était constituée d'un mélange acétonitrile/méthanol (80 : 20 v/v) avec un débit de 1ml/min. La détection du β -carotène a été faite à $\lambda = 455$ nm et celle de la vitamine C à $\lambda = 245$ nm. Le volume injecté est de 5 μ l. Les substances de référence ont été préparées par des séries de dilution et une courbe d'étalonnage a été réalisée.

0,7 μ g /ml – 0,2 μ g /ml de β -carotène (provitamine A)

5 μ g/ml – 1 μ g/ml de l'acide ascorbique (vitamine C).

-Recherche et dosage des oligo-éléments

(Méthode triacide)

Les oligo-éléments (Cu, Fe, Mn Zn) ont été dosés en absorption atomique minéralisation acide à l'aide d'un Spectromètre à Absorption Atomique PerkinElmer. La solution de minéralisation était constituée d'un mélange d'acides nitrique, sulfurique et perchlorique dans les proportions suivantes : 800ml d'acide nitrique (HNO₃ 30 %) + 200 ml d'acide sulfurique (H₂SO₄ 96 %) + 25 ml d'acide perchlorique (70 %) ;

-Recherche et dosage du N, P, K, Na, Ca, et Mg :

La méthode utilisée est celle de Houba (1980). L'échantillon est traité à chaud avec un mélange d'acide sulfurique concentré (H₂SO₄) préalablement mélangé à du sélénium et d'acide salicylique (C₆H₇O₃) jusqu'à minéralisation complète à l'aide d'un spectromètre d'absorption atomique. Au terme de la minéralisation, le potassium (K) et le sodium (Na) ont été dosés à l'aide du photomètre à flamme.

Le calcium (Ca) et le magnésium (Mg) ont été dosés en absorption atomique.

L'azote (N) a été dosé en spectrométrie à 420 nm par la méthode au réactif de Nessler et le phosphore (P), également dosé en spectrométrie à 880 nm par la méthode au bleu du Molybdène.

.2.2. Etudes microbiologiques

Les différents extraits, macéré, décocté et extrait hydroéthanolique ont été stérilisés sur filtre millipore et testés sur différentes souches de microorganismes, en vue de déterminer leur efficacité. La technique des puits (Perez et al, 1990) a été utilisée à cet effet et les diamètres des zones d'inhibition ont été évalués. Comme en milieu liquide, la concentration minimale inhibitrice (CMI) est la plus petite concentration qui ne permet pas de pousser visible à l'œil nu et dans le cas du milieu solide c'est également la plus petite concentration d'extrait qui permet d'obtenir une zone d'inhibition autour du puits, la zone d'inhibition étant une zone où il n'y a pas de pousser visible...

10ml de gélose Mueller Hinton ont été coulés dans des boîtes de pétri de 10cm de diamètre. Après refroidissement et vérification de la stérilité des boîtes à l'étuve au bout de 18-24H, la surface de chaque boîte a été inondée avec une suspension bactérienne d'une densité d'environ 10⁸bactéries/ml, obtenue à partir de cultures pures de bactéries. L'excédent a été prélevé avec une pipette Pasteur et éliminé. Les boîtes de pétri sont ensuite mises (à sécher) à l'étuve pour environ 20mn au bout desquelles des puits de 6mm de diamètres sont effectués dans chaque boîte. 50 µl de concentrations différentes d'extraits, obtenues par des dilutions en cascades sont ensuite placés dans chaque puits (fait dans la gélose Mueller Hinton). La gélose Sabouraud a été utilisée pour déterminer l'efficacité des extraits sur les souches de *Candida albicans*. Des tests parallèles ont été effectués avec les souches de collection ATCC dans de la gélose Mueller Hinton. Des disques d'antibiotique ont également été testés sur ces souches.

RESULTATS ET DISCUSSIONS

Composition chimique

-Les résultats du criblage chimique ont montré que les feuilles de *Moringa oleifera* sont riches en stérols et triterpènes (terpénoïdes), caroténoïdes, acides aminés essentiels, flavonoïdes,

tanins, sucres et fibres. Les dérivés coumariniques et les alcaloïdes sont à l'état de traces (cf. tableau I). Ces résultats ont également confirmé ceux obtenus par différents chercheurs sur les feuilles de *Moringa oleifera* (Makkar et Beker, 1996 ; Folkard et al, 1999). Les terpénoïdes sont potentiellement doués de propriétés anti-inflammatoires, antimycosiques et parfois analgésiques (Bennett et al, 2003). Les flavonoïdes, de par leurs activités antiradicalaires et chélatantes, sont doués de propriétés antioxydantes, antihypercholestérolémiantes, anti-aggrégant plaquettaires (Bennett et al, 2003). Les tanins sont des antimicrobiens, des antifongiques (Jedlicka et al, 2005).

La présence de ces principes chimiques dans les feuilles de *M. oleifera*, pourrait justifier leur utilisation surtout dans la prévention des maladies cardiovasculaires et d'autres pathologies (hépatites, ulcères...) et la prise en charge de nombreuses infections.

Les résultats ont également montré que les feuilles de *Moringa oleifera* renferment du Ca, du P, du Mg, du K, du Fe, du Zn, du Cu et du Mn (www.moringanews.org)

Des études menées sur les feuilles de *Moringa oleifera* par Campden and Chorleywood Food Research Association (1998) montrent que les feuilles de *Moringa oleifera* prélevées sur le site de Gourcy, au Burkina Faso sont plus riches en calcium (15,08g/kg mat sèche contre 1,25g/kg mat.sèche), en phosphore (3,83 contre 1,22g/kg mat. sèche), en magnésium 6,88 contre 0,11g/kg mat. sèche), en potassium (28 contre 18,4g/kg mat. sèche), en fer (677,77 contre 347g/kg mat. sèche). Mais ces feuilles collectées à Gourcy sont moins riches en zinc (26,59 contre 32,9g/kg mat. sèche) en cuivre (8,13 contre 10,6g/kg mat.sèche) et en manganèse (62,93 contre 113,9g/kg mat sèche). Le magnésium, le fer, le cuivre, le zinc sont des minéraux qui stimulent le système immunitaire. La consommation des feuilles de *Moringa* qui contiennent une quantité non négligeable de ces oligo-éléments confèrent aux sujets le renforcement de leur système immunitaire leur permettant de résister à bien d'infections.

-La recherche des vitamines a montré que les feuilles de *Moringa oleifera* contiennent les vitamines A (39mg/100g de matière sèche) et du β -carotène qui est une provitamine A, des vitamines B1 (3,10 mg/100g mat.sèche) , B2 (10,2 mg/100g mat.sèche) et la vitamine C (210 mg/100). Ces résultats obtenus sont reportés dans le tableau III.et sont comparés à ceux obtenus par Dogra et al, 1975). Selon Vanisha et al [2008], les besoins en vitamines A pour un adulte de 70 Kg, sont de 1 000 μ g/j ce qui signifie que 20 grammes de l'échantillon étudié, pourraient couvrir les besoins journaliers en vitamine A d'un homme de 70 kg (20 grammes contiennent 67 80 μ g de β -carotène = 1 130 μ g de vitamine A).

Les besoins journaliers en vitamine C varient entre 40 à 90 mg par jour (Vanisha et al, 2008). 20grammes de l'échantillon, pourraient couvrir les besoins journaliers d'un adulte de 70kg.

Pour une femme allaitante, l'OMS et la FAO recommandent comme ration quotidienne : 5,7mg de vitamine A ; 1,6mg de vitamine B1 ; 1,8mg de vitamine B2 et 95mg de vitamine C (Fuglie, 2001).

Activité antimicrobienne

Les résultats obtenus ont montré que sous forme de décocté (préparé) ou sous forme de macéré aqueux (crû) les feuilles de *Moringa oleifera* sont efficaces contre toutes ces bactéries testées (Tableaux IV et V). Ces résultats montrent que consommées sous forme de décocté (préparées dans la sauce), les feuilles de Moringa sont plus efficaces contre les bactéries que quand elles sont consommées à l'état frais. L'avantage de l'état frais est qu'il conserve les vitamines dont la valeur nutritionnelle n'est plus à démontrer. Ces extraits sont également très efficaces contre le *Candida albicans* (tableaux VI et VII). Ils sont même plus efficaces contre le *Candida albicans* comparativement aux bactéries. Les tableaux VI et VII présentent des concentrations minimales inhibitrices (CMI) inférieures à 780µg/ml, qui ne sont pas loin de celles observées avec des principes actifs isolés et purifiés. La plupart des CMI tournent autour de 1,56mg/ml. Malheureusement très peu de données sont disponibles dans la littérature en ce qui concerne les études microbiologiques sur le Moringa. L'extrait éthanolique n'a pas donné de résultats dignes d'intérêt.

CONCLUSION

Les résultats obtenus montrent que les feuilles de *Moringa oleifera* sont riches en vitamines A, C et B, de même qu'en acides aminés essentiels, en fer (Fe), en calcium (Ca), en Magnésium et en potassium(K), en cuivre (Cu) et en zinc (Zn). Tous ces principes chimiques font d'elles un excellent complément alimentaire. La plupart d'entre eux joue un rôle très important dans l'immunostimulation. La richesse de ces feuilles en stérols et triterpènes, en composés phénoliques notamment les tanins et les flavonoïdes, leur confère une forte activité antimicrobienne (antibactérienne et antifongique). Ces résultats montrent par conséquent l'énorme potentialité des feuilles de *Moringa oleifera* dans la prise en charge des malnutritions protéino-énergétiques et de nombreuses infections microbiennes. Elles seraient par conséquent bien indiquées pour les enfants malnutris ainsi que pour les personnes vivant avec le VIH/SIDA, les femmes enceintes, les personnes convalescentes, les personnes âgées. La valorisation de *Moringa oleifera* contribuerait efficacement à la santé des populations. De plus, elle permettrait de lutter contre la pauvreté, la collecte des feuilles étant une activité génératrice de revenus. Tout porte à croire que *Moringa oleifera* connu sous le nom de *arbre miracle*, *arbre du paradis*, depuis des temps immémoriaux, mérite bien son nom.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Anwar F, Latif S, Ashraf M, Gilani AH. 2007. *Moringa oleifera*: a food plant with multiple medicinal uses. *Phytother Res.* Vol 21(1):17-25.

Arbatskii, A.P.G.N. 2004. Afon'shin and v.M.Vostokov. Determination of vitamins in feed and foodstuffs by High performance liquid chromatography. *Journal of Analytical Chemistry*, 2004 vol. 59 N° 12, 1186-1189.

Bennett RN, Mellon FA, Foidl N, Pratt JH, Dupont MS, Perkins L, Kroon PA.2003. Profiling glucosinolates and phenolics in vegetative and reproductive tissues of the multi-purpose trees *Moringa oleifera* L. (horseradish tree) and *Moringa stenopetala* L. *J Agric Food Chem.* Jun 4;51(12):3546-53.

Berche P., Gaillard J.L., Simonet, M. 1988. *Les bactéries des infections humaines*, Edit. Flammarion, 79 – 91,p 660

Bisno A. L., Stevens D. L. 1996. Streptococcal infections of skin and soft tissues. *N.Engl. J. Med.* 334 :240.

Bohach G. A. 1990. Staphylococcal and streptococcal pyrogenic toxins involved in toxic shock syndrome and related illnesses. *Crit. Rev. Microbiol*, 17:251.

Campden and Chorleywood Food Research Association 1998. Analysis of *Moringa* leaf powder for nutritional composition. Report on findings.

Ciulei I. 1982- Practical manuals on the industrial utilization of chemical and aromatic plants. Methodology for analysis of vegetable drugs. Ed. Ministry of chemical industry, BUCHAREST, 67 pages.

Colloque Pharmuka .1987. Les collibacilles et leur pathologie, *Méd. Mal. Infect.*, 17 :1-91

Dogra P.D., Singh B.P., Tandon S.1975. Vitamin content in *Moringa* pod vegetable. *Current science.* 44:31.

FAO, 2009. www.fao.org – Etat de l'insécurité alimentaire dans le monde, Avril 2010

Feder F.M., Garibaldi R.A. 1984. The significance of monogonococcal, nonmeningococcal *Neisseria* isolated from blood cultures. *Rev. Infect. Dis.*,6, 181-188.

Folkard G.K. , Sutherland J.P. 1996. *Moringa oleifera*- a multipurpose tree, food Chain no.18 (july), Intermediate Technology, Rugby, UK.

Folkard G., Sutherland J. R. Shaw R. 1999. Water clarification using *Moringa oleifera* seed coagulant. Technical brief no.60. Waterlines. 17:4.

Fuglie L.J. 2001. The miracle tree. *Moringa oleifera*: Natural nutrition for the tropics training manual. p.75.

- Gray L. D. 1995. *Escherichia, Salmonella, Shigella* and *Yersinia*. In Manual of clinical Microbiology, Murray PR et al (editors) American society for microbiol.,
- Gupta K., Barat G.K. Wagle D.S., Chawla H.K.L. 1989. Nutrient contents and antinutritional factors in conventional and non conventional leafy vegetables. Food chemistry, 31:105-116
- Jedlicka A. and Klimes J. 2005, Determination of water and fat solubles vitamins in different matrices using HPLC. Chem. Pap. (2005) 59 (3) pp 202 – 222.
- Levine M.M. 1987. *Escherichia coli* that cause diarrhea: Enterotoxigenic, enteropathogenic, enteroinvasive, enterohemorrhagic and enteroadherent. J. infect. Dis, 155: 377.
- Makkar H.P.S., Becker K. 1996. Nutritional value and antinutritional components of whole and ethanol extracted *Moringa oleifera* leaves, Animal Feed Science and Technology, 63:211-228.
- Ministère de la Santé – Burkina Faso 2008. Aperçu général de la situation alimentaire et nutritionnelle au Burkina Faso.
- Morrison A.J., Wenzel R.P. 1984. Epidemiology of infections due to *Pseudomonas aeruginosa*, Rev. Infect. Dis., 5: 79 – 313.
- Morton J.F. 1991. The Horseradish Tree, *Moringa Pterygosperma* (Moringaceae) – A boon to Arid Lands? Economic Botany, 45:318-333.
- Odee D. 1998. Forest technology research in drylands of Kenya: the development of *Moringa* species. Dryland Biodiversity. 2:7-8.
- O.M.S. 2005. www.who.int – Nutrition et VIH/SIDA, 9 Avril 2009.
- Perez, C., Pauli, M. and Bazerque, P. 1990. An antibiotic assay by the agar –well method. Acta Biologiae et Medecine experimentalis, 15: 113 – 115.
- Richard C. 1975. Bactériologie et épidémiologie des espèces du genre *Klebsiella*. Bull. Inst. Pasteur, 80 : 127 - 145
- Sutherland J.P., R. Al-Khalili and G.K. Folkard 1996. *Moringa oleifera*, a multipurpose tree. Environmental Research Group, Department of Engineering, University of Leicester.
- Vanisha S, N Ambiar and Shilpa Parnami 2008. Standardization and organoleptic evaluation of Drumstick (*Moringa oleifera*) leaves incorporated into traditional Indian recipes. Tree For Life Journal vol:3 (2) 1-3
- Wagner H., Blatt S.1996. Plant drug analysis: thin layer chromatography; second édition Springer-Verlag Munich march.

Groupes chimiques	Chlorure de méthylène	Ethanol-eau (non hydrolysé)	Ethanol-eau (hydrolysé)
Stérols et triterpènes	++		++
Aglycones flavoniques	+		
Alcaloïdes bases	-		
Coumarines	±	-	
Composés polyphénoliques (tanins)		++	
Flavonoïdes		++	
Saponosides		±	
Alcaloïdes sels		±	
Acides aminés		++	
Glucides		++	
Fibres		++	
Anthracénosides		+	
Dérivés coumariniques			+
Cardénolides			++
Anthocyanosides		+	-

- Signifie absent , + signifie présent, ++ signifie abondant et ± signifie traces

- **Tableau I** : Récapitulatif des résultats de criblage chimique

Éléments minéraux	g/kg matière sèche
Azote total	43,95 ± 2,24
Phosphore total	3,83 ± 0,21
Potassium total	28 ± 1,18
Sodium total	278,22 ± 10,95
Calcium total	15,08 ± 0,94
Magnésium total	6,88 ± 0,56
Cuivre total	8,13 ± 0,58
Fer total	677,77 ± 48,04
Manganèse total	62,93 ± 5,71
Zinc total	26,59 ± 0,90

Tableau II : Teneur en éléments minéraux et oligo-éléments

Vitamines	mg/100g matière sèche
Vitamine A (<i>β-carotène</i>)	39
Vitamine C	210
Vitamine B1	3,10
Vitamine B2	10,2
Vitamine E	-

Tableau III : Teneur des feuilles en vitamines

Conc. en mg/ml Souches	25	12,5	6,25	3,12	1,56	0,78
<i>S. aureus</i> 1	14,5±0,5	12,5± 0,5	11± 1	9 ± 0	8±0	-
<i>S. aureus</i> 2	15 ± 1	13 ±1	11± 1	9,5±0,5	8,5 ± 0,5	-
<i>S. epidermidis</i>	14 ± 0	11,5 ± 0,5	10± 0	8±0	-	-
<i>E. coli</i> 1	14,5 ±0,5	13 ± 1	10,5 ±	8,5± 0,5	-	-
<i>E. coli</i> 2	14 ± 0	12 ±0	10,5 ±	10± 0	10±0	8±0
<i>K. pneumoniae</i> 1	13,5± 0,5	11,5 ± 1	10 ± 0	8,5± 0,5	8±0	-
<i>K. pneumoniae</i> 2	14 ± 2	12,5 ± 0,5	12 ± 0	10 ± 0	9 ±1	-
<i>S. typhi</i>	15,5± 0,5	13,5±0,5	11 ±0	9±1	9±0	-
<i>S. paratyphi</i>	14± 0	12 ± 0	9 ±1	8,5±	8±0	8±0
<i>Strept faecalis</i>	14,5± 0,5	12,5 ± 1,5	11 ±1	9±1	10± 0	8±0
<i>Proteus mirabilis</i>	14 ± 0	11,5 ±0,5	10 ±0	9±0	8± 0	8±0
<i>Ps aeruginosa</i>	13,5± 0,5	11 ±1	9 ±1	8±0	8±0	-
<i>N. gonorrhoeae</i>	15 ± 1	13 ±1	11 ±1	9,5±0,5	8,5±0,5	-
<i>S. aureus</i> ATCC 6538	14 ± 0	11,5 ±0,5	9 ±1	8±0	-	-
<i>Proteus mirabilis</i> ATCC 35659	14 ± 0	11,5± 0,5	10 ±0	9±0	8±0	-
<i>E. coli</i> ATCC 25922	14 ± 0	12 ± 0	10,5 ±0,5	9±1	8±0	8±0
<i>S. epidermidis</i> ATCC 12228	14 ± 0	11,5±0,5	10±0	-	-	-
Diamètres des zones d'inhibition en mm						

Tableau IV : Effets du macéré aqueux sur des souches de bactéries

Conc.en mg/ml						
Souches	25	12,5	6,25	3,12	1,56	0,78
<i>S. aureus</i> 1	16 ±0	14±0	12,5±0,5	12±0	10±0	8±0
<i>S. aureus</i> 2	16,5 ±0,5	14±0	12±0	12±1	11±1	10±1
<i>S. epidermidis</i>	15±0	14,5±0,5	12±1	10,5± 0,5	8±0	8±0
<i>E. coli</i> 1	16±0	14±1	12±1	10±0	8±0	8±0
<i>E. coli</i> 2	17 ±1	14±0	12,5±0,5	10±0	8±0	8±0
<i>K. pneumoniae</i> 1	15±1	14±0	12±0	10±1	10±1	8±0
<i>K. pneumoniae</i> 2	15,5±0,5	13,5±0,5	12±0	10,5±0,5	10±0	8±0
<i>S. paratyphi</i>	16± 0	14±0	12,5± 0,5	10±0	8±0	8±0
<i>Strept faecalis</i>	16,5±0 ;5	14±1	14,5±0,5	12±0	12±1	10±1
<i>Proteus mirabilis</i>	14±0,5	12±1	10± 0	8,5± 0,5	-	-
<i>Ps aeruginosa</i>	17±1	16±0	14,5±1	12,5± 0,5	12±1	10±1
<i>N. gonorrhoeae</i>	14±0	13,5±0,5	12±0	10± 1	8±0	-
<i>S .aureus</i> ATCC 6538	15,5±0,5	14±0	12±0	10±0,5	8±0	8±0
<i>P. mirabilis</i> ATCC 35659	14±0	12,5±0,5	10,5±0,5	8±0	-	-
<i>E. coli</i> ATCC 25922	14±1	12,5±0,5	10±0	8,5±1,5	-	-
<i>S. epidermidis</i> ATCC 12228	14,5±0,5	13±1	10±1	8±0	-	-
Diamètres des zones d'inhibition en mm						

Tableau V : Effets du décocté de feuilles sur des souches de bactéries

Conc. en mg/ml	50	25	12,5	6,25	3,12	1,56	0,78
Souches							
<i>C. albicans pv</i>	21± 1	19 ± 2	15,5±0,5	14±1	13±1	12,5±1,5	9±1
<i>C. albicans Uro1</i>	20±1	18±0	15±3	13,5±1,5	12,5±0	12±0	9±1
<i>C. albicans Uro2</i>	21±1	16,5±	16±0	14± 1	13±0	12,5±0,5	10±0
<i>C.albicans copro</i>	21±1	16±0	14,5±1,5	13±1	12±1	12±2	10±1

Tableau VI : Effets antifongiques du décocté sur 4 souches de *Candida albicans*

Conc. en mg/ml	50	25	12,5	6,25	3,12	1,56	0,78
Souches							
<i>C. albican pv</i>	24±2	20±1	18,5±1,5	13,5±1,5	12±2	10±1	9±1
<i>C. albican Uro1</i>	24±1	22±0	20±1	14±1	13±1	12±2	12±1
<i>C. albican Uro2</i>	23±1	21±0	20±1	14,5±1,5	14±1	12,5±0,5	11±1
<i>C.albican copro</i>	24,5±0,5	23±1,5	20±2	16±2	14±2	12±0	10±0

Tableau VII: Effets antifongiques du macéré sur 4 souches de *Candida albicans*