



Valorisation de la graine de *Zanthoxylum zanthoxyloides* (Rutaceae) pour la promotion de l'économie verte et le développement durable

Yaovi NUTO^{1*}, Kodjo DOSSOU², Boris Dodji KASSENEY¹,

¹Laboratoire d'Entomologie Appliquée, Département de Zoologie, Université de Lomé, 01 BP 1515, Lomé 01, Togo

*Auteur correspondant ;email : nutoyaovi@gmail.com, Tel.: +228-90-04-09 / 97 01 70 70

²Direction des Ressources Forestières – B. P. 355 Kpalime – KLOTTO email : dossoukodjo@gmail.com

Original submitted in on 1st October 2020. Published online at www.m.elewa.org/journals/ on 30th November 2020
<https://doi.org/10.35759/JABs.155.8>

RESUME

La graine de *Zanthoxylum zanthoxyloides* (Lamb.) (Rutaceae) Fagara est très peu étudiée, et encore moins son huile.

Objectif : L'objectif de notre étude est d'explorer les propriétés biologiques de l'huile de la graine en rapport avec celles des racines qui sont les organes les plus exploités actuellement. L'exploitation des graines n'affecte pas la survie de la plante, contrairement à celle des racines, une menace réelle pour l'espèce.

Méthodologie et résultats : L'étude des propriétés biologiques de l'huile des graines et des écorces des racines est réalisée à travers une revue bibliographique. Des publications de journaux spécialisés, des rapports d'étude, des thèses et des mémoires de travaux universitaires ont été ainsi consultés. L'huile des graines de *Z. zanthoxyloides* est composée de plus de 65% d'acides gras polyinsaturés et de 30% environ d'acides gras saturés. La richesse de l'huile en acides gras polyinsaturés, notamment les oméga 3 et 6 lui confère des propriétés biologiques intéressantes à bienfaits nutritionnels, sanitaires, fongicides, bactéricides, socio-économiques et environnementaux. Les racines ayant des propriétés galactogènes, anti-inflammatoires, anti-drépanocytaires, bactéricides et insecticides.

Conclusions et application des résultats : L'huile des graines peut être exploitée à des fins médicinales, nutritionnelles, sanitaires. Le tourteau des graines est un complément alimentaire pour le bétail et son huile peut inhiber les bactéries méthanogènes chez les ruminants. La graine de *Z. zanthoxyloides* présente des intérêts socio-économiques et environnementaux tout particuliers ; son exploitation va imposer une grande demande des graines. Ce qui va motiver leur production en créant des emplois pour les communautés rurales et renforcer les stratégies de lutte contre le changement climatique à travers le reboisement basé sur la culture de la plante. Il est suggéré d'approfondir les études sur l'huile comparativement à celles des écorces des racines. Ce qui peut révéler des propriétés intéressantes ou plus intéressantes que celles des racines pour faire détourner l'exploitation massive des racines sur les graines, évitant ainsi la disparition rapide de l'espèce qui vient d'être inscrite sur la liste rouge de l'UICN.

Mots clés : *Zanthoxylum zanthoxyloides*, huile des graines, acides gras polyinsaturés, propriétés biologiques, économie verte, conservation durable.

Valorization of *Zanthoxylum zanthoxyloides* (rutaceae) seed for the promotion of green economy and sustainable development

ABSTRACT

The seed of *Zanthoxylum zanthoxyloides* (Lamb) (Rutaceae) (Fagara) is less studied like its oil of which very little is known.

Objective : The objective of our study is to explore the biological properties of the seed oil in comparison to those of the roots which are actually the most exploited organs. The exploitation of the seeds does not affect the survival of the plant, unlike that of the roots (Which is a serious threat to the species).

Methodology and results: The study of the biological properties of the seed oil and the root bark was carried out through a bibliographic review. Publications from specialized journals, study reports, theses and dissertations of academic work were thus consulted. The seed oil of *Z. zanthoxyloides* is composed of more than 65% polyunsaturated fatty acids and around 30% saturated fatty acids. The oil's richness in polyunsaturated fatty acids, in particular omega 3 and 6, gives it interesting biological properties with nutritional, health, fungicidal, bactericidal, socio-economic and environmental benefits. The roots have galactogenic, anti-inflammatory, anti-sickle cell, bactericidal and insecticidal properties.

Conclusions and application of the results: The oil from the seeds can be exploited for medicinal, nutritional and sanitary purposes. The seed meal is a feed supplement for livestock and its oil can inhibit methanogenic bacteria in ruminants. The seed of *Z. zanthoxyloides* presents very particular socio-economic and environmental interests. Its exploitation will impose a great demand for seeds. This will motivate their production by creating jobs for rural communities and strengthening strategies to combat climate change through reforestation based on the cultivation of the plant. It is suggested to carry out more studies on the oil comparatively to the root bark . This can reveal interesting or more interesting properties than those of the roots to divert the massive exploitation of the roots on the seeds, thus avoiding the rapid disappearance of the species which has just been inscribed on the IUCN red list.

Keywords: *Zanthoxylum zanthoxyloides*, seed oil, polyunsaturated fatty acids, biological properties, health benefits, green economy.

INTRODUCTION

La recherche de substances naturelles d'origine végétale pour lutter contre les nuisibles des denrées stockées, notamment les insectes et les moisissures, a suscité une attention particulière focalisée sur les plantes médicinales locales. Ainsi, des études exploratoires ont été concentrées sur fagara ou *Zanthoxylum zanthoxyloides* (Lamb.) Zepern. & Timler (Rutaceae) utilisée depuis une époque lointaine dans la sous-région ouest africaine. *Zanthoxylum zanthoxyloides* Lam. (Rutaceae) est une espèce assez commune dans les fourrées des zones côtières de l'Afrique Occidentale. Elle est bien connue des populations locales qui l'utilisent traditionnellement pour ses vertus thérapeutiques avec des propriétés antibiotiques, antidiarrhéiques (Oriowo 1982), vasodilatatrices et galactogènes. En effet, l'une de ses utilisations les plus communes est l'exploitation

des écorces des racines au profit des femmes qui viennent d'accoucher à cause de leurs propriétés antibiotiques, anti-inflammatoires et du fait qu'elles stimulent la sécrétion lactée. L'écorce de la racine est également utilisée contre les maux de dents, l'œdème et les vers intestinaux (Le Grand, 1989). En outre, l'écorce induit une anesthésie locale des muqueuses buccales grâce à la présence d'un isobutylamide qui est la pellitorine. Les feuilles sont utilisées aussi comme antibiotique pour soigner les plaies incurables. La plante est considérée comme antidiarrhéique, antiparasitaire, antibactérien et antipaludéen. Ainsi cette plante reste encore une ressource médicinale et pesticide ; valeur reconnue surtout à la racine. Ces différentes propriétés biologiques de la plante constituent une source d'attraction qui explique l'importance de la pression de prélèvement qui menace l'espèce, surtout que

les racines restent les organes les plus exploités. Aujourd'hui, face aux menaces dont est victime la biodiversité, il devient urgent de réfléchir aux modes d'exploitation des ressources naturelles afin de pérenniser leurs utilisations. S'agissant des plantes médicinales et/ou pesticides, la réflexion doit se focaliser sur les organes dont l'exploitation ne met pas l'espèce en péril. L'exemple de fagara, *Z. zanthoxyloides* peut être une bonne illustration de ce type de modèle d'exploitation durable de la ressource naturelle. De surcroît, cette démarche peut favoriser sa conservation, surtout quand l'espèce peut permettre de diversifier les intérêts qu'elle apporte directement et ou indirectement aux populations utilisatrices. Pour répondre à cette exigence, l'exploration des divers organes de la plante devient un impératif. Dans le cas de fagara, ce sont les graines qui sont les organes ciblés. Ces organes sont très peu explorés, comparativement aux racines qui doivent être préservées afin d'enrayer la menace de disparition de la plante à plus ou moins long terme comme observé actuellement dans la sous-région ouest africaine.

MATERIEL ET METHODES

Le matériel sur lequel porte notre étude est constitué des écorces des racines et de l'huile des graines de la plante. La méthode de travail utilisée est l'enquête bibliographique. Nous avons ainsi consulté des

RESULTATS

Présentation de la plante: *Zanthoxylum zanthoxyloides* est un arbuste ou un arbre qui porte des épines à large base sur les rameaux et les rachis des feuilles (Fig. 1.). Plante de savanes et de forêts sèches, *Z. zanthoxyloides* est aussi abondante dans les régions côtières ; ce qui

Au Togo, les écorces des racines vendues sur les marchés, surtout de la Région Maritime, proviennent aussi du Ghana voisin. Son exploitation, bien soutenue judicieusement pourra ainsi encourager son intégration dans une économie verte. L'économie verte, selon le PNUE (2011), est une économie qui entraîne une amélioration du bien-être humain et de l'équité sociale, tout en réduisant les risques environnementaux et la pénurie des ressources. En d'autres termes, elle se définit comme l'ensemble des activités économiques générées directement ou indirectement par la production de biens et de services qui contribuent à éviter, réduire ou supprimer des nuisances faites à l'environnement. La présente étude a pour objectif d'explorer les propriétés biologiques de l'huile de la graine, comparativement à celles des écorces des racines ; propriétés pouvant intéresser plus les utilisateurs en entraînant le développement d'une économie verte axée sur la graine et l'adoption de la culture de la plante.

publications de journaux spécialisés, des rapports d'étude, des thèses et des mémoires de travaux universitaires.

fait d'elle une espèce littorale. Au Togo elle pousse dans les mangroves à Agbanakin, sur les sols sableux de Noèpe et sur les sols argileux d'Agou (Brunel et al. 1984).



Figure 1 : Photo d'un pied de *Zanthoxylum zanthoxyloides* (Rutaceae) dans un parc aménagé dans la zone écofloristique V au Togo.

Dans la Région Maritime au Togo, la floraison et la fructification de la plante ont lieu pendant la grande saison pluvieuse (Avril à juillet) ; la maturation et le murissement des fruits ayant lieu dans la petite saison des pluies (Septembre à Octobre). Selon le département de Botanique et de Biologie Végétale de la Faculté des Sciences de l'Université de Lomé, la densité des pieds des *Zanthoxylum* peut être estimée à 3 pieds par hectare

sur la côte, 20 pieds par hectare sur la Terre de barre, 25 à 30 pieds par hectare dans la Région des Plateaux et 0,5 pied par hectare dans les Régions Centrale et de la Kara. Les fruits sont des grappes vertes (Fig. 2) qui deviennent rouges à la maturation. La récolte des fruits mûrs peut être étalée de septembre à décembre selon la pluviométrie et l'âge des arbres. Les arbres plus âgés fructifient plus tôt.



Figure 2. Photo d'une grappe de fruits verts de *Zanthoxylum zanthoxyloides* (Rutaceae)

C'est en se desséchant que le fruit mûr déhiscent libère sa graine. Les graines sont noires à reflet bleuâtre (Fig. 3). Au toucher, la graine laisse des taches d'huile sur les doigts. Ce résultat indique la grande richesse de la graine en huile. Mais, lorsqu'on casse la graine, on constate que l'intérieur est rempli d'une poudre de

couleur blanc laiteux. Ce qui laisse penser que l'huile se trouve majoritairement dans le tégument. Celle-ci a la taille d'une tête d'épingle. Des mesures effectuées sur des graines bien séchées montrent que le poids moyen d'une graine est de $22,98 \pm 0,51$ mg. Elle contient 30 à 40 % d'huile (Nuto, 2018).



Figure 3. Photo de graines sèches de *Zanthoxylum zanthoxyloides* (Rutaceae)

Propriétés pesticides des écorces des racines : En plus de ses propriétés thérapeutiques *Z. zanthoxyloides* et les espèces de ce genre sont une source potentielle de produits insecticides (Adesina, 1986, Kubo, 1993). En effet, plusieurs composés à propriétés insecticides ont été identifiés dans le péricarpe des fruits et dans l'écorce des racines. Ainsi Adesina (1986) a identifié la pellitorine, la fagaramide et autres amides à propriétés insecticides dans le péricarpe des fruits et l'écorce des racines. Dina (2008) a étudié l'effet de la poudre des racines sur le Curculionidae *Sitophilus zeamais* (Motschulsky, 1855). Nuto (1995), Mikolo (1997), N'gombe (1998) et Bawa (2000) ont montré que la poudre de l'écorce des racines a une action toxique par contact sur les adultes de *Callosobruchus maculatus* (Fabricius, 1775). Les molécules à propriétés insecticides présentes dans l'écorce des racines sont la pellitorine, la sésamine, le fagarastérol (Nuto, 1995). D'après Mikolo (1997) des tests avec des extraits acétoniques, hexaniques et méthanoliques de la poudre de l'écorce des racines ont montré que les extraits hexaniques avaient une activité insecticide plus importante. Les composés actifs peuvent agir seul ou en synergie. C'est ainsi que Miyakado *et al.* (1980) ont décrit l'effet synergique de la pellitorine et de la pipérine sur *Callosobruchus chinensis* (L., 1758). Les composés extraits de plusieurs espèces du genre *Zanthoxylum* ont été testés sur plusieurs autres insectes. La pellitorine et

la fagaramide présentent des propriétés répulsives contre les termites et les larves du Lépidoptère *Spodoptera litura* (Fabricius, 1775) (Kubo 1993, Escoubas *et al.* 1994). Ces différentes observations révèlent tout l'intérêt du potentiel biopesticide de *Z. zanthoxyloides* dans la protection des denrées alimentaires stockées en zone tropicale. Malheureusement, l'utilisation des racines expose l'espèce à une exploitation massive, anarchique et dangereuse pouvant précipiter sa disparition. La pression de l'exploitation de la plante est plus accentuée avec ses usages thérapeutiques. Somme toute, l'utilisation de la plante en santé humaine et pour la protection des végétaux constitue une menace effective sur l'espèce en Afrique Occidentale. Pour éviter un tel désastre, il apparaît judicieux d'explorer d'autres organes de la plante pour apprécier leurs potentiels biologiques par rapport à celui des racines. C'est dans ce contexte que le choix de la graine et son huile a été privilégié dans notre analyse.

Présentation de l'huile de la graine : L'huile des graines, pressée ou extraite à l'éther de pétrole est jaune. La proportion des acides gras saturés varie autour de 30 % et celle des acides gras insaturés autour de 70 % (Nuto, 2018) (Tableau 1). La richesse de cette huile en acides gras polyinsaturés lui confère des propriétés biologiques importantes.

Table 1 : Fatty acid profile of *Z. zanthoxyloides* (Rutaceae) seed oil (Nuto, 2018)

Major fatty acids	Content (%)
Palmitic acid (C 16 :0)	28,0
Palmitoleic acid (C 16 :1)	1,0
Stearic acid (C 18 :0)	2,3
Oleic acid (C 18 :1) (omega 9)	56,5
Linoleic acid (C 18 :2) (omega 6)	4,8
Alpha-linolenic acid (C 18 :3) (omega 3)	4,8
Saturated fatty acids	30,8
Unsaturated fatty acids	67,6

Propriétés antifongiques et antibactériennes de l'huile de la graine : L'analyse des propriétés biologiques de l'huile des graines est faite afin de déterminer celles qui sont aussi intéressantes ou plus intéressantes que celles des racines. L'examen de la composition en acides gras de l'huile montre que celle-ci contient 67,6% d'acides gras insaturés dont deux acides gras polyinsaturés dits essentiels : l'acide linoléique ou oméga 6 et l'acide linoléique ou oméga 3 (Nuto, 2018). Au vu de ces résultats, l'urgence de

valoriser les produits de la graine s'impose pour tirer durablement un meilleur et plus grand profit de la plante. Les propriétés antifongiques et antibactériennes de l'huile ont été mises en évidence au laboratoire. Ces propriétés se traduisent par l'inhibition du développement de divers micro-organismes. Les taux d'inhibition obtenus sur des moisissures des graines de maïs et de niébé sont importantes (Dossou, 2007; Gbedenu, 2010 et Aihoue, 2013). Les travaux de Dossou (2007) montrent que l'huile non diluée des graines de *Z.*

zanthoxyloides inhibe de façon considérable la croissance des moisissures isolées du niébé ; à savoir *Aspergillus flavus* ; *Aspergillus niger* ; *Aspergillus fumigatus* ; *Geotrichum* sp. ; *Penicillium* sp. et *Mucor* sp. Le pourcentage d'inhibition des moisissures par l'huile

non diluée varie entre 95,18% pour le *Penicillium* sp et 99,99% pour le *Mucor* sp. L'activité inhibitrice des moisissures par l'huile non diluée est comparable à celle de la nystatine 50.000 UI, un fongicide de référence vendu déjà dans le commerce (Tableau 2).

Tableau 2 : Pourcentage moyen d'inhibition des moisissures par l'huile non diluée et la Nystatine (Dossou, 2007)

Espèces de moisissures	Huile de <i>Z. zanthoxyloides</i> .	Nystatine 50.000 UI
	Moyenne ± ES	Moyenne±ES
<i>A. flavus</i>	99,97±0,019a	99,99±0,002 a
<i>A. fumigatus</i>	99,73 ± 0,37a	99,99±0,001 a
<i>A. niger</i>	99,98±0 a	99,99±0,007 a
<i>Geotrichum</i> sp	97,62±3,37 a	99,60±0,56 a
<i>Penicillium</i> sp.	95,18±6,18 a	99,19±1,13 a
<i>Mucor</i> sp.	99,99±0 a	99,99±0,005 a

Les chiffres (moyennes±erreur standard) d'une ligne affectés d'une même lettre alphabétique sont statistiquement identiques selon le test t appliqué au seuil de 5%.

Les dilutions de l'huile dans la gélose à 5 et 2,5% testées sur *A. flavus* et *Penicillium* sp montrent que la dilution de 5% les inhibe à 77,39±2% et 88,25 ± 0,89% respectivement. Avec la dilution de 2,5% les taux

d'inhibition respectifs sont 49±7,85% et 67,28±5,52%. Les mêmes dilutions peuvent inhiber aussi les bactéries *Staphylococcus aureus* et Bacilles G+, C+ O- (Dossou, 2007) (Tableau 3).

Tableau 3 : Taux moyen d'inhibition des microorganismes testés par différentes dilutions de l'huile (Dossou, 2007).

% d'huile	Taux d'inhibition (%)			
	<i>A. flavus</i>	<i>Penicillium</i> sp.	<i>S. aureus</i>	Bacilles G+, C+ O-
5	77,39 ± 2	88,25 ± 0,89	96,18 ± 2,19	95,45 ± 0,72
2,5	49 ± 7,85	67,28 ± 5,52	76,47 ± 8,11	73,72 ± 12
0 (Témoïn)	0	0	0	0

Bacilles G+, C+ O-: Bacilles Gram positif, Catalase positive, Oxydase négative.

L'huile des graines de *Z. zanthoxyloides* a une activité antimicrobienne appréciable sur plusieurs moisissures et bactéries.

Tourteau des graines : Le tourteau des graines est riche en glucides et en lipides (Tableau 4)

Tableau 4 : Composition du tourteau des graines de *Z. zanthoxyloides* Lamb. (Rutaceae) séchées au soleil et pressées mécaniquement

Substances organiques (%)			Éléments minéraux en mg/g.				
Glucides	Lipides	Protéines	Ca	Mg	K	Na	P
45,18±1,03	24,29±0,19	14,21±0,08	4,89±2,92	2,00±0,32	10,7 ±0,87	0,06±0,002	1,41±0,11

Les caractéristiques de l'huile et du tourteau des graines d'une part, puis la qualité des acides gras de l'huile et ses propriétés biologiques d'autre part augmentent

considérablement l'importance de *Z. zanthoxyloides* pour l'être humain ainsi que pour les animaux d'élevage.

DISCUSSION

Intérêt de l'huile pour la santé humaine : La richesse de l'huile en acides gras polyinsaturés (plus de 60 %) fait d'elle une huile de grande qualité. Elle peut être utilisée (1) contre les inflammations, les urticaires, les teignes,

(2) pour réduire le taux du mauvais cholestérol dans le sang et prévenir les risques des maladies cardiovasculaires (Leaf and Kang, 1996; Nair et al. 1997 ; Albert et al. 1998 ; Leaf et al., 1999 ; Nordoy,

1999 ; Guesnet *et al.* 2005). D'après Sacks *et al.* (2017) de l'American Heart Association, la diminution de la consommation des graisses saturées et leur remplacement par des huiles végétales de type polyinsaturé a réduit de 30% les risques de maladies cardiovasculaires dans leurs essais. Ces observations montrent que les huiles polyinsaturées améliorent la santé chez l'être humain. La présence des oméga-3 et oméga-6 peut contribuer à améliorer la nutrition des populations, surtout des populations mal nourries comme c'est le cas en Afrique Subsaharienne. Etant donné que cette huile est riche en acides gras polyinsaturés, elle doit être consommée fraîche ou légèrement chauffée pour éviter l'apparition des radicaux libres lors de la cuisson.

Importance de la graine dans l'alimentation des animaux : La richesse du tourteau des graines en glucides, lipides et éléments minéraux le rend approprié comme complément alimentaire pour les animaux, surtout le bétail. Les acides gras polyinsaturés peuvent améliorer la qualité des produits animaux. Par exemple, l'incorporation des grains de *Euphorbia heterophylla* (L, 1753) riches en acides gras polyinsaturés dans l'alimentation des animaux améliore (1) la qualité des œufs chez la caille (*Coturnix coturnix japonica* Temminck & Schlegel, 1849) (Kouakou *et al.*, 2017), (2) la qualité de la viande chez le cobaye (*Cavia porcellus* (L, 1758)) (Kouakou *et al.*, 2012). L'incorporation des grains de lin riches en acides gras polyinsaturés dans l'aliment des animaux enrichit (1) la qualité du lait chez la vache allaitante (Suli *et al.*, 2018) et (2) la qualité de la viande et du lard chez le porc (Dordevic *et al.*, 2016).

Importance socioéconomique de la graine : La grande teneur de la graine de *Z. zanthoxyloides* en huile (30 à 40 %) d'une part, et la richesse de l'huile en acides gras polyinsaturés d'autre part, la rend exploitable économiquement. Elle peut être utilisée pour améliorer la qualité nutritionnelle de l'alimentation à cause de la présence des oméga-3 et 6, des acides gras essentiels. L'huile peut être mélangée à d'autres huiles pour obtenir le ratio souhaité entre les deux omégas. De ce fait, les graines constituent une matière première pour la préparation de l'huile et des tourteaux à valoriser sur le plan commercial. La graine et ses deux produits dérivés peuvent se vendre sur les marchés locaux. L'exploitation des graines reste donc une source de revenu pour les populations locales, surtout rurales, en attendant que sa culture soit adoptée à grande échelle, c'est-à-dire généralisée. La promotion effective de la culture de la plante impose l'implication des jeunes, sans distinction de sexe, à toutes les étapes du processus de

valorisation des produits de la plante. Ce qui va offrir beaucoup d'emplois aux jeunes, diversifier leurs sources de revenus et améliorer, par voie de conséquence, les conditions de vie des communautés rurales. Une culture d'une grande superficie offre une autre opportunité. Elle représente en effet, un site de production de miel médicinal. Ce qui amplifie l'importance économique de la plante.

Importance de la plante dans la lutte contre le changement climatique : La lutte contre le changement climatique implique diverses stratégies parmi lesquelles il y a la réduction des émissions des gaz à effet de serre comme le méthane, émis par les ruminants. La réduction des émissions du méthane entérique peut se faire en modifiant la ration des ruminants. Ainsi l'enrichissement de la ration en lipides représente une voie prometteuse. D'après Martin *et al.* (2008) et Doreau *et al.* (2017) l'incorporation du lin, riche en acides gras polyinsaturés dans la ration des ruminants reste plus efficace. La réduction de l'émission du méthane est plus prononcée lors que l'huile de lin est associée au nitrate (Guyader *et al.*, 2015). Selon Martin *et al.* (2010), l'enrichissement de la ration en lipides se fait en remplaçant une partie des glucides, producteurs de l'hydrogène métabolique, précurseur du méthane, par des lipides. Ce qui réduit de fait la production de méthane et donc son émission. La biohydrogénation des acides gras polyinsaturés se comporterait comme un puits à hydrogène (Hristov *et al.*, 2013), même si la quantité d'hydrogène utilisée dans ce processus ne représente que 1 à 2%. A cette action, s'ajoute le fait que les acides gras à chaîne moyenne et l'acide gras polyinsaturé, l'acide linoléique (oméga-3) affectent les protozoaires impliqués dans la formation du méthane entérique (Doreau et Ferlay, 1995). Ces observations suscitent différentes interrogations qui motivent incontestablement l'étude de l'influence de l'huile des graines de *Z. zanthoxyloides*, contenant au moins 60% d'acides gras polyinsaturés sur les émissions du méthane entérique. La richesse de cette huile en acides gras polyinsaturés peut favoriser les réactions métaboliques concourant à la réduction des émissions du méthane, un gaz à effet de serre.

Aussi, la valorisation de la plante, à travers celle des graines, va d'abord susciter un plus grand intérêt auprès des communautés rurales tout entières, favorisant ainsi sa conservation, sa protection et la promotion de sa culture. Ce qui contribue au renforcement des stratégies de sauvegarde de l'espèce, considérée déjà comme une espèce menacée et figurant sur la liste rouge de l'IUCN (IUCN. 2019). Un engouement des communautés à

exploiter la plante constitue en soi une grande motivation qui contribue à la lutte contre le changement climatique à travers le reboisement.

Economie verte axée sur *Z. zanthoxyloides* : un modèle de développement durable : La valorisation des produits de la graine de *Z. zanthoxyloides* et le développement subséquent de sa culture représentent un modèle intéressant de développement durable

CONCLUSION

La valorisation de la graine de *Z. zanthoxyloides* et le développement des activités génératrices de revenus basé sur cette espèce représentent une contribution très appréciable à l'atteinte des objectifs du développement durable. Il s'agit des ODDs 1, 2, 3 et 13. Cette espèce est une ressource dont les écorces des tiges et des racines ont révélé des propriétés médicinales diverses et des propriétés pesticides. Ses graines contiennent une huile très riche en acides gras polyinsaturés qui lui confèrent des propriétés médicinales, nutritionnelles très intéressantes. Les propriétés pesticides pouvant être des propriétés fongicides et bactéricides. Les propriétés médicinales reconnues aux racines qui doivent être vérifiées ou réévaluées en détail dans l'huile de la graine sont les propriétés anti drépanocytaire, antibactérienne, antipaludéenne, antiparasitaire, antiinflammatoire, vasodilatatrice et galactogène. Même si très peu d'études ont été consacrées aux propriétés biologiques de la graine et son huile, les connaissances acquises sur la plupart des organes de la plante sont considérables (Negi et al., 2011 ; <http://www.africamuseum.be>. 2018). Elles permettent de dégager l'importance médicinale, pesticide, nutritionnelle et socio-économique d'une très ancienne ressource à grande valeur thérapeutique. Une telle importance constitue en soi une menace réelle pour l'espèce. Il faut signaler que les tiges de fagara sont aussi exploitées pour faire des pilons, du bois de chauffe et du charbon. Ce qui augmente incontestablement la

endogène (Nuto, 2019). Sa durabilité est renforcée par le fait que la matière première est déjà adaptée à la sous-région. De plus, ce développement est basé sur la conservation et la promotion d'une ressource naturelle dont la mise en valeur satisfait les exigences du développement durable, à savoir : la prise en compte des dimensions sociale, économique et environnementale.

pression de prélèvement sur l'espèce. La plante peut être considérée comme une espèce très stratégique. Somme toute, la valorisation de ses graines va contribuer à l'amélioration des conditions de vie des communautés, mais aussi, à la réduction éventuelle des émissions de méthane chez les ruminants recevant les graines comme complément alimentaire. D'où l'une de ses importances dans la lutte contre le changement climatique. Aussi, des études des propriétés biologiques de l'huile des graines comparées à celles des écorces des racines pouvant révéler des propriétés biologiques aussi intéressantes ou plus intéressantes que celles des écorces de la racine. Dans ce contexte, l'exploitation massive des racines va être détournée aux dépens des graines, évitant ainsi la menace qui pèse sur toute la plante. Ce qui va garantir la sauvegarde de l'espèce et son utilisation durables. La mise en place des unités d'extraction de l'huile des graines et de commercialisation des produits dérivés de celles-ci va motiver les communautés rurales à cultiver la plante à grande échelle. Ce qui renforce les politiques de reboisement, et donc, des moyens de lutte contre le changement climatique avec amélioration des revenus des populations rurales et péri-urbaines. Le développement de la culture de la plante pour diversifier les sources de revenus des populations représente en fait un bon modèle de promotion de l'économie verte dans l'espace CEDEAO.

BIBLIOGRAPHIE

- Adesina, S. K. 1986. Further novel constituents of *Z. zanthoxyloides* Lamb., root and pericarp. J. Nat. Prod. 49(4) : 715 - 716.
- Aïhoue, H. A. 2013. Contribution à l'étude de la sensibilité in vitro des moisissures isolées du maïs et du niébé à l'huile essentielle de *Clausena anisata* (Hook) (Rutaceae) et à l'huile des graines de *Zanthoxylum zanthoxyloides* (Lamb.) (Rutaceae). Faculté des Sciences, Université de Lomé ; 56 p.
- Albert CM, Hennekens CH, O'Donnell CJ, Ajani UA, Carey VJ, Willett WC, Ruskin JN and Manson JE. 1998. Fish consumption and risk of sudden cardiac death. J Am Med Assoc, 279, 23–28.
- Bawa, R. A. 2000. Influence comparée de la poudre de *Zanthoxylum zanthoxyloides* (Rutaceae) et de la cendre de *Ceiba pentadra* (Bombacaceae) sur la dépréciation du niébé par *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera : Bruchidae) Mémoire de DEA, Université du Bénin, Lomé TOGO

- Brunel JF, Hiepko P et Scholz H. 1984. Flore analytique du Togo. Phanérogames. Eschborn, Germany. pp. 751.
- Dina, S. O. 2008. Infestation of cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) grain by *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae) and the effect of plant materials on its development. *Phytopathology and plant protection*, 41(7) 542 – 544.
<https://doi.org/10.1080/03235400600940905>
- Dordevic V, Dordevic J, Baltic ZM, Laudanovic M, Teodorovic V, Boskovic M, Peuraca Mand Marcovic R. 2016. Effect of sunflower, linseed and soybean meal in pig diet on chemical composition, fatty acid profile of meat and backfat, and its oxydative stability. *Acta veterinaria-Beograd*, 66(3) : 359-372.
- Doreau M., Martin C. et Morgavi D. P. 2017. Réduire les émissions de méthane entérique par l'alimentation des ruminants. *Viandes et produits carnés ; VPC - 2017 – 33 – 2 – 7*
- Doreau M., Ferlay A. 1995. Effects of dietary lipids on nitrogen metabolism in the lumen. A review. *Livest. Prod. Sci.* 43 : 97 – 110.
- Dossou, K. 2007. Etude de l'effet de la poudre et de l'huile des graines de *Zanthoxylum zanthoxyloides* (Rutaceae) sur les moisissures isolées du niébé et des souches de laboratoire de *Staphylococcus aureus* et de Bacille Gram positif, catalase positive, oxydase positive. Mémoire d'ingénieur des travaux, ESTBA, Université de Lomé ; 60 p.
- Escoubas P, Ljide Land Mizutani J. 1994. Insecticidal and antifeedant activities of plant compounds: potential leads for novel pesticides. In *Natural and engineered pest management agents*. Hedin PA, Menn JJ, and Hollingworth RM eds, Washington DC, ACS Symp. Series, n° 551, pp. 162 171.
- Gbedenu, K. D. 2010. Influence de l'huile végétale de *Zanthoxylum zanthoxyloides* sur le développement des moisissures et le pouvoir germinatif des grains de niébé. Mémoire d'ingénieur des travaux. ESTBA/UL. 50 p.
- Guesnet Philippe, Jean-Marc Alessandri, Astorg Pierre, Fabien Pifferi et Lavielle Monique. 2005. Les rôles physiologiques majeurs exercés par les acides gras polyinsaturés (AGPI). *Oilseeds, and Fats, Crops and Lipids*, vol. 12 n°(5-6) ; 333-343. DOI : 10.1051/ocl.2005.0333.
- Guyader J., Eugène M., Meunier B., Doreau M., Morgavi D. P., Silberberg M., Rochette Y., Gerard C., Loncke C. and Martin C. 2015. Additive methane-mitigating effect between linseed oil and nitrate fed to cattle. *J. Anim. Sci.* 93/ 3564 – 3577. Doi : 10.2527/jas2014-8196.
- Hristov A. N., Oh J., Firkins J. L., Dijkstra J., Kebreab E., Waghorn G., Makkar H. P. S., Adesogan A. T., Yang W., Lee C., Gerber P. J., Henderson B. and Tricarico J. M. 2013. Mitigating of methane and nitrous oxide emissions from animal operations : I. A review of enteric methane mitigation options. *J. Anim. Sci.* 91 : 5045 – 5069.
- <http://www.africamuseum.be>. 2018. Banque de Données Prélude. Cinquante références correspondant à la plante suivante, *Zanthoxylum zanthoxyloides* (Lamb.) Zepernick & Timler. Royal Museum for Central Africa, Tervuren, Belgium. (accessed 07 march 2018).
- IUCN. 2019. *Zanthoxylum zanthoxyloides*. *The IUCN Red List of Threatened Species 2019*: e.T156104577A156104579. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2019-3.RLTS.T156104577A156104579.en>. Downloaded on 07 June 2020. Consulté le 08/06/2020.
- Kouakou N. D. V., Grongnet J. F., Assidjo E. N., Thys E., Marnet P. G., Catheline D., Legrand P. and Kouba M. 2012. Effect of a supplementation of *Euphorbia heterophylla* on nutritional meat quality of Guinea pig (*Cavia porcellus* L.). *Meat Science*, 93(4):821-826.
- Kouakou N. D. V., Koffi K. F., Cho E., Angbo-Kouakou M., Koné G. A., Kouassi G. F., Amoikon K. E. et Kouba M. 2017. Enrichissement en acides gras polyinsaturés oméga 3 du jaune d'œuf de cailles (*Coturnix japonica*) par les graines d'euphorbe (*Euphorbia heterophylla*). *Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux*. 70(3) :99–103.
- Kubo I. 1993. Insect control agents from tropical plants. *Rec. Adv. Phytochem.*, (27) 133–151.
- Leaf A., Kang J. X., Xiao Y-F., Billman G. E. and Voskuyl R. A. 1999. The antiarrhythmic and anticonvulsant effects of dietary n-3 fatty acids. *J Membr Biol*, 172, 1–11.
- Leaf A. and Kang J. X. 1996. Prevention of cardiac sudden death by n-3 fatty acids: a review of the evidence. *J Intern Med*, 240, 5–12.
- Le Grand A. J. 1989. Les phytothérapies anti-infectieuses de la forêt- savane, Sénégal

- (Afrique Occidentale) III : un résumé des substances phytochimiques et l'activité antimicrobienne de 43 espèces. *Ethnopharma*. (25) 315– 338.
- Martin C., Rouel J., Jouanay J. P., Doreau M. and Chilliard Y. 2008. Methane output and diet digestibility in response to feeding dairy cows crude linseed, extruded linseed, or linseed oil. *J. Anima. Sci.* 86 : 2642 – 2650 ; doi : 10.2527/jas.2007 – 0774.
- Martin C., Morgavi D. P. and Doreau M. 2010. Methane mitigation in ruminants : from microbe to the farm scale. *Animal* 4 : 351-365.
- Mikolo, B. 1997. Influence de trois solvants sur l'extraction des composés insecticides de *Zanthoxylum zanthoxyloides* (Rutaceae) : toxicité sur les adultes de *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera : Bruchidae). Mémoire de DEA, Université du Bénin, Lomé TOGO
- Miyakado M., Nakayama I., and Yoshioda H. 1980. Insecticidal joint action of piperidine and co-occurring compounds isolated from *Piper nigrum* L. *Agr. Biol. Chem.*, 44(7) : 1701–1703.
- Nair S. S., Leitch J. W., Falconer J. and Garg M. L. 1997. Prevention of cardiac arrhythmia by dietary (n-3) polyunsaturated fatty acids and their mechanism of action. *J Nutr*, 127, 383–393
- Negi JS, Bisht VK, Bhandari AK, Singh P and Sundriyal RC. 2011. Chemical constituents and biological activities of the genus *Zanthoxylum* : a review. *African Journal of Pure and Applied Chemistry*, vol. 5(12) : 412–416.
- N'gombe, M. 1998. Impact de la poudre de l'écorce des racines de *Zanthoxylum zanthoxyloides* (Rutaceae) sur le développement post-embryonnaire de *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera :Bruchidae),. Mémoire de DEA, Université du Bénin, Lomé TOGO
- Nordoy A. 1999. Dietary fatty acids and coronary heart disease. *Lipids*, 34, S19–S22.
- Nuto, Y. 1995. Synergistic action of co-occurring toxins in the root bark of *Zanthoxylum zanthoxyloides* (Rutaceae) against the cowpea beetle *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera :Bruchidae) ; Ph.D. dissertation, SUNY, ESF, Syracuse, NY, USA.
- Nuto, Y. 2018. Characteristics, fatty acids profile, strategic importance of *Zanthoxylum zanthoxyloides* (Rutaceae) seed oil and sustainable conservation of the species. *International Journal of Development Research*, vol. 08, issue 07 (21425-21429).
- Nuto Y. 2019. Potentiel de *Zanthoxylum zanthoxyloides* (Rutaceae) dans la stratégie de développement durable dans la réserve de biosphère du delta du Mono au Togo. Présentation à la 6^{ème} Assemblée d'AfriMAB ; Abidjan, 28 septembre au 03 octobre ; Côte d'Ivoire.
- Oriowo MA. 1982. Anti-inflammatory activity of piperonyl-4acrylic isobutylamide, an extractive from *Zanthoxylum (Fagara) zanthoxyloides*. *Planta Medica*, 44(1) : 54–56.
- PNUE. 2011. Rapport sur l'économie verte; 12 pages, Nairobi, Kenya. Site consulté ce 07/03/2020.
- Sacks F. M., Lichtenstein A. H., Wu J. H. Y., Appel L. J., Creager M. A, Kris-Etherton P. M, Miller M., Rimm E. B., Rudel L. L., Robinson J. G., Stone N. J., Van Horn L. V. 2017. Dietary fats and cardiovascular disease. A presidential advisory from the American Heart Association. 18;136 (3):e1-e23. doi: 10.1161/CIR.0000000000000510.
- Suli A, Garipoglu AV, Csapo J, Beri B, Vargane VE, and Mikone JE. 2018. Dietary manipulation to increase the concentration of N-3 fatty acids in milk fat. *Applied ecology and environmental research*, 16(2) :1553–1562.