

**Programme “DeSIRA - *Development Smart Innovation through Research in
Agriculture*”**

Convention de contribution : FOOD/2021/422-681

Activité A1.1 Identification des zones cibles et des NUS tolérantes au stress

Fiche sur la Moringa



Partenaire responsable de l'activité : Alliance Bioversity International-CIAT

**Partenaires concernés : AICS, CIHEAM-Bari, CNR, LUKE, Université Joseph Ki-Zerbo,
Université Abdou Moumouni**

Juin/2022

Etat d'avancement : approuvé

Distribution : Public

**Cette publication a été produite avec le soutien financier de l'Union européenne.
Son contenu relève de la seule responsabilité de l'auteur et ne reflète pas nécessairement les opinions
de l'Union européenne**

Table des matières

Introduction et contexte4
Moringa (Moringa oleifera)66

Introduction et contexte

SUSTLIVES (*SUST*aining and improving local crop patrimony in Burkina Faso and Niger for better *LIV*es and *EcoSystems*) est un projet financé par l'Union Européenne dont l'objectif est de favoriser la transition vers des systèmes agricoles et alimentaires durables et résilients aux changements climatiques au Burkina Faso et au Niger à travers la mise en valeur du patrimoine des cultures locales et de leurs chaînes de valeur. SUSTLIVES s'appuie sur une analyse approfondie des caractéristiques socio-économiques et agro-environnementales du Niger et du Burkina Faso, où l'on propose une approche globale pour protéger et renforcer l'agro-biodiversité ainsi qu'une démarche participative et inclusive, sensible au genre et à l'âge. L'objectif spécifique de SUSTLIVES est de renforcer les capacités de recherche et d'innovation des acteurs sur les chaînes de valeur des cultures négligées et sous-utilisées (NUS – *Neglected and Underutilised Species*) au Burkina Faso et au Niger. SUSTLIVES inclut huit partenaires :

- L'Agence italienne pour la coopération au développement (AICS) – Coordinateur du projet
- Le Centre International de Hautes Études Agronomiques Méditerranéennes (CIHEAM-Bari) – Responsable de la coordination technico-scientifique du projet
- L'Alliance Bioersity International & Centre International de l'Agriculture Tropicale (ABC)
- Le Conseil national de la recherche agronomique italien (CNR - Consiglio Nazionale delle Ricerche)
- L'Université Roma Tre (Roma 3)
- L'Institut des ressources naturelles du Finland (LUKE)
- L'Université Joseph Ki-Zerbo (UJKZ)
- L'Université Abdou Moumouni (UAM).

Les NUS sélectionnées par le groupe de recherche ont été les suivantes :

Au Burkina Faso :

- Tubercules/racines : Patate douce (*Ipomoea batatas*) & Fabirama (*Solenostemon rotundifolius*)
- Légumes : Oseille de guinée (*Hibiscus sabdariffa*) ; Moringa (*Moringa oleifera*) et Amarante (*Amaranthus sp.*)
- Légumineuses : Vouandzou (*Vigna subterranea*)

Au Niger :

- Tubercules/racines : Patate douce (*Ipomoea batatas*) & Cassava (*Manihot esculenta*)
- Légumes : Oseille de guinée (*Hibiscus sabdariffa*) ; Moringa (*Moringa oleifera*) et Gombo (*Abelmoschus esculentus*)
- Légumineuses : Vouandzou (*Vigna subterranea*)

La sélection des NUS a pris en compte le potentiel commercial des cultures et les conditions socioéconomiques des femmes et des jeunes, et leur contribution au système alimentaire local, dans le but de classer en ordre de priorité les espèces qui ont le plus d'incidence sur leur autonomisation. Pour plus d'informations sur le processus de sélection des NUS, voir le dossier intitulé « Rapport sur le processus de sélection des NUS et des zones cibles » disponible sur le site web du projet Sustlives au lien suivant :

https://www.sustlives.eu/wp-content/uploads/2022/05/Sustlives_L1.1_rapport_final.pdf

Moringa (*Moringa oleifera*)

Taxonomie, culture et propriétés Agronomiques

1. Taxonomie :

Le moringa (*Moringa oleifera* Lam.) est l'une des plantes les plus utilisées au monde. Le *Moringa oleifera* appartient à la famille monogénérique des arbustes et des arbres Moringaceae, considérée comme originaire d'Agra et d'Oudh, dans la région nord-ouest de l'Inde et au sud des montagnes himalayennes. Elle est maintenant cultivée dans tout le Moyen-Orient, presque toute la ceinture tropicale et elle a été introduite en Afrique de l'Est à partir de l'Inde au début du 20^{ème} siècle. Environ 33 espèces ont été signalées dans la famille des Moringacées. Parmi celles-ci, treize espèces à savoir, *M. arborea*, *M. borziana*, *M. concanensis*, *M. drouhardi*, *M. hildebrandtii*, *M. longituba*, *M. oleifera*, *M. ovalifolia*, *M. peregrina*, *M. pygmaea*, *M. rivae*, *M. ruspoliana*, *M. stenopetala* sont bien connues et présentes dans le monde entier (voir Mallenakuppe et al. 2019).

Le moringa est l'un des arbres vivaces à croissance rapide, à feuilles caduques de taille moyenne d'environ 10 m à 12 m de hauteur. L'écorce a une couleur gris blanchâtre et est entourée de liège épais. Les jeunes tiges ont une écorce violacée ou blanc verdâtre. Les fleurs sont blanc crème jaunâtre et odorantes. Le fruit mûr est une capsule pendante de 20 à 45 cm contenant 15 à 20 graines globuleuses brun foncé de 1 à 1,2 cm de diamètre (voir Mallenakuppe et al. 2019).

Moringa oleifera est un arbre polyvalent répandu qui aurait des propriétés nutritionnelles, thérapeutiques et prophylactiques avec plusieurs applications industrielles. Il est bien connu du monde antique, mais ce n'est que récemment qu'il a été redécouvert en raison de la grande variété de ses utilisations potentielles. Chaque partie de l'arbre moringa (fruits, graines, feuilles, fleurs, écorce et racines) est associée à la présence d'au moins un ou plusieurs avantages. Toutes les parties de l'espèce sont traditionnellement utilisées à des fins différentes, mais les feuilles sont généralement les plus utilisées dans le monde entier (voir Mallenakuppe et al. 2019).

2. Zones de culture et cultivars connus :

Sites de culture au Burkina Faso

Le moringa est cultivé dans le district rural de Gaongo, province de Bazega dans le centre-sud du Burkina Faso (Zongo et al. 2018). Cinq provenances du Burkina Faso (Gaoua et Dano dans la zone sud-soudanaise, Ouagadougou, FadaN 'Gourma et CNSF dans la zone nord-soudanaise) ont montré des performances supérieures pour la culture, et le moringa peut être recommandé pour la plantation dans d'autres zones présentant des conditions écologiques similaires (Dao & Kabore 2015).

Sites de culture au Niger

Le moringa est une culture commerciale au Niger consommée quotidiennement comme légume à feuilles dans les zones urbaines. Les régions de Maradi et Tillabéri sont les deux principales zones de production de moringa du Niger. La région de Maradi est la plus ancienne zone de production de moringa au Niger. Les plantations des agriculteurs sont situées principalement dans la vallée de la

rivière Goulbi (Halilou et al. 2022). Dans la région ouest du Niger, les trois principaux sites de production de moringa sont Toulware, Karey-Gorou et Sarando (Haougui et al. 2017).

Les types cultivés

Au Burkina Faso, pour différencier les moringas cultivés, les traits de croissance (hauteur, nombre de branches et de pennes, longueur et largeur des feuilles) et la production de biomasse ont été mesurés sur des plantules de moringa âgés de deux semaines et de deux mois. Le résultat n'a indiqué aucune corrélation significative entre les caractéristiques morphologiques et les données agroclimatiques (longitude, altitude et précipitations annuelles) de l'origine des graines. Des variations significatives entre les provenances pour les caractéristiques morphologiques et la production de biomasse ($P \leq 0,05$) ont été observées (Dao & Kabore 2015).

L'Inde a effectué la plupart des recherches sur le moringa dans le monde. L'Inde a également reconnu la variété de MoringaPKM1, qui est une variété annuelle. Il n'y a pas de variété établie de moringa vivace¹.

Tolérance aux stress abiotiques et biotiques

Le moringa tolère un large éventail de conditions environnementales. Il pousse mieux à des températures variant entre 25 et 35°C, mais tolère jusqu'à 48 °C à l'ombre et peut survivre à une légère gelée. Cet arbre tolérant à la sécheresse pousse bien dans les zones recevant des quantités de précipitations annuelles allant de 250 à 1500 mm. Les altitudes inférieures à 600 m sont les meilleures pour le Moringa, mais cet arbre adaptable peut pousser à des altitudes allant jusqu'à 1200 m sous les tropiques (Palada & Chang, 2003). Le moringa préfère un sol sableux ou limoneux bien drainé mais tolère aussi l'argile. Il ne survivra pas en cas d'inondation prolongée et de mauvais drainage. Le moringa tolère un pH de sol de 5,0-9,0 (Palada & Chang, 2003).

Le moringa est résistant à la plupart des ravageurs et des maladies, mais des épidémies peuvent apparaître dans certaines conditions. Par exemple, la pourriture des racines causée par *Diplodia* peut apparaître dans les sols gorgés d'eau, provoquant un flétrissement important et la mort des plantes. Les populations d'acariens peuvent augmenter dans un climat sec et frais. Ces parasites provoquent le jaunissement des feuilles, mais les plantes se rétablissent généralement dans un climat chaud. Les autres insectes ravageurs comprennent les termites, les pucerons, les mineuses, les aleurodes et les chenilles (Palada et Chang, 2003). Au Niger, les recherches ont révélé la présence de 11 genres de nématodes phytoparasites dans le moringa, parmi lesquels les plus fréquents et les plus abondants sont *Helicotylenchus* spp. et *Hoplolaimus* spp. (Haougui et al. 2017).

Technique de culture, gestion des mauvaises herbes et conservation post-récolte

La production et la gestion du moringa sont faciles en raison de sa croissance rapide, de sa faible demande en nutriments du sol et en eau après avoir été planté, surtout aux stades ultérieurs, de sa grande capacité de repousse après la récolte, ce qui lui permet de mieux se comporter dans des conditions extrêmes avec une qualité nutritionnelle élevée. Ses racines pénètrent profondément dans le sol à la recherche d'eau et de nutriments, ce qui permet aux arbres de moringa de tolérer des

¹ <https://d3pcsg2wj9izr.cloudfront.net/files/40220/download/732715/Moringabreeding.pdf>

conditions sévères. Des exigences relativement faibles en matière d'irrigation rendent le moringa supérieur à d'autres aliments pour le bétail comme le soja, les tourteaux de graines de coton et les graminées qui nécessitent une irrigation intensive, ce qui le rend trop difficile à cultiver pour les petits éleveurs. Le moringa peut être cultivé dans divers sols, y compris les régions tropicales et subtropicales chaudes, humides, sèches, à l'exception des conditions gorgées d'eau. Les sols légèrement alcalins argileux et limono-sableux sont considérés comme les meilleurs pour cette espèce en raison de leur bon drainage (Mallenakuppe et al. 2019).

Tableau 1. Les exigences pour la culture des arbres moringa.

Parameter	Requirement/range
Climate	Tropical or sub-tropical
Altitude/Height	0-2000 meters
Temperature	18.7-28.5°C
Rainfall	250 mm - 2000 mm. Irrigation needed for leaf production if rainfall <800 mm
Soil type	Loamy, sandy or sandy-loam
Soil pH	Slightly acidic to slightly alkaline (pH 5 - 9)

Source : Mallenakuppe et al. (2019).

Le moringa peut être multiplié par plantation directe de graines, repiquage de plantules et boutures de tiges matures. Le semis direct est préférable, lorsque le taux de germination est élevé. Les graines doivent être semées à une profondeur maximale de 2 cm car un semis plus profond pourrait réduire le taux de germination. Il y a environ 4 000 graines de moringa (avec leur coque) pour 1 kg avec un pourcentage de germination de 78 à 94 %. Les graines de moringa germent après 5 à 12 jours du semis.

Les semis sont effectués dans des sacs en polyéthylène ou des sacs pré-remplis de terreau en semant les graines à une profondeur de 2 cm et en arrosant une fois tous les 2-3 jours. Après le semis, il faut les placer dans un endroit légèrement ombré et les protéger des fortes pluies. Les plantules de moringa doivent être entretenues pendant 4 semaines avant d'être transplantées pour un meilleur taux de survie lorsqu'elles atteignent environ 30 cm de haut. Lors de la transplantation, le sac en polyéthylène doit être retiré en veillant à ce que les racines de la plante ne soient pas endommagées.

Des boutures de bois dur de 40 cm de long et de 4 à 5 cm de diamètre peuvent également être utilisées pour la propagation en enterrant un tiers de la tige dans le sol. Les plantes produites avec des boutures n'auront pas un système racinaire profond et seront plus sensibles aux attaques du vent, de la sécheresse et des termites. L'espacement doit être beaucoup plus large pour la production de semences ou de fruits. Les arbres doivent être espacés d'au moins 2,5 m et plantés selon un schéma triangulaire de 3 x 3 m pour les exploitations productrices de semences (Mallenakuppe et al. 2019).

Le sol doit être soigneusement préparé avant la plantation afin de lutter contre la croissance précoce des mauvaises herbes. Il est recommandé d'appliquer de la paille et/ou un paillis de plastique autour de la base de chaque jeune arbre. Pour maintenir une plantation exempte de mauvaises herbes, il faut cultiver régulièrement entre les lits et les rangées (Palada et Chang, 2003).

La lutte chimique contre les insectes nuisibles ne doit être utilisée qu'en cas de grave contamination. Il faut choisir un pesticide qui cible le ravageur spécifique à l'origine des dégâts et éviter les pesticides qui tuent ou empêchent le développement d'organismes utiles. Il faut également opter pour des pesticides qui ne durent que quelques jours.

Les bovins, les moutons, les porcs et les chèvres mangent les plantules, les gousses et les feuilles de moringa. Il faut protéger les plantules de moringa du bétail en installant une clôture ou en plantant une haie autour de la parcelle (Palada & Chang, 2003).

Propriétés agronomiques

L'arbre de moringa a été signalé comme ayant des valeurs économiques et culturelles élevées. Cet arbre miracle est cultivé dans le monde entier à des fins économiques et à l'échelle commerciale. Il est cultivé en tant qu'arbre unique dans les fermes, autour des étables, sur les limites des exploitations agricoles ou en tant que groupe d'arbres sur les terrains vagues des villages, ce qui a également conduit à l'émergence de la plantation de moringa, des entreprises de transformation avec son implication dans la création d'emplois et donc la réduction de la pauvreté. Un bon nombre de familles, et en particulier les femmes, s'engagent dans la distribution et la vente de feuilles de moringa fraîches. Elles vivent de l'approvisionnement quotidien des centres urbains (Omotesho et al. 2013).

Au Nigeria, le rendement moyen en feuilles humides par moringa est de 4,5 kg par an, ce qui équivaut à 1 kg de poudre de feuilles sèches, soit un ratio de 4,3 kg pour 1 kg de poudre de feuilles organiques sèches. En moyenne, un hectare de moringa planté donnera 50 616 kg de poudre de feuilles sèches et un revenu brut de 75 924 \$ par an. Il est important de noter que la plante moringa produit pendant sept ans ou plus, ce qui permet d'économiser le travail des établissements récents et le coût des intrants tandis que la plante continue à produire des revenus pour l'agriculteur. Avec le besoin de sources alternatives de biogaz pour répondre à la demande croissante, le potentiel de l'arbre moringa dans la production de biogaz a été exploré. (Omotesho et al. 2013).

Section nutritionnelle

Propriétés nutritionnelles et fonctionnelles

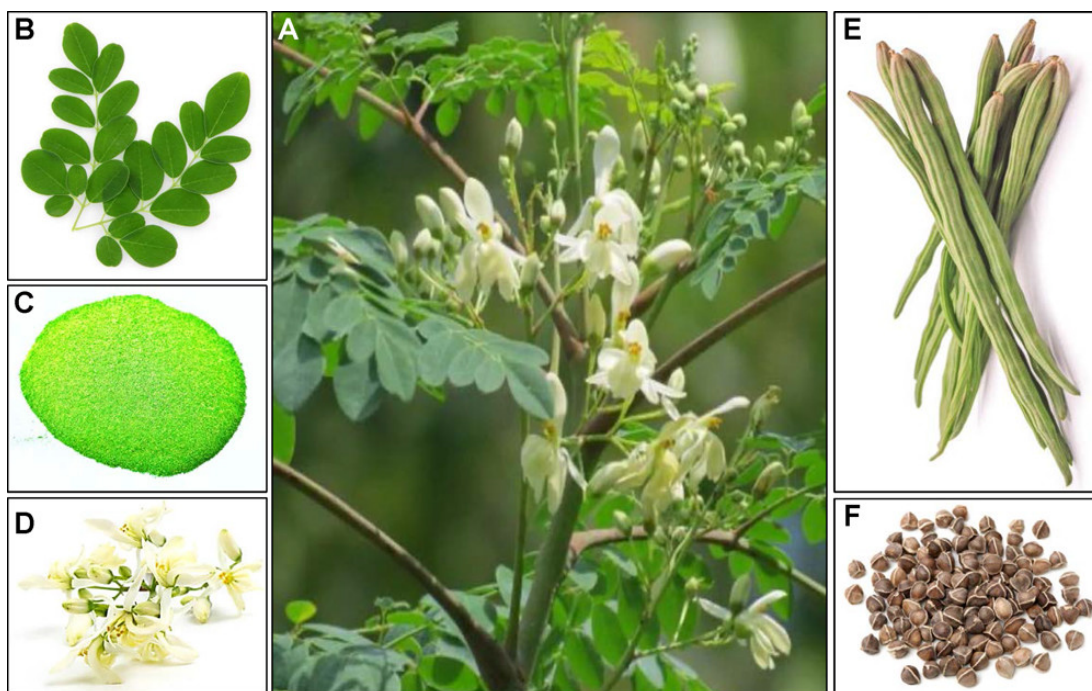


Figure 1 : Parties végétales de *Moringa oleifera*. (A) Plantes de *M. oleifera* avec fleurs et feuilles, (B) feuilles, (C) feuilles en poudre, (D) fleurs, (E) fruits et (F) graines.

Sources : <https://pixabay.com/images/search/moringa%20oleifera>

Moringa oleifera, qui appartient à la famille des Moringaceae, est communément appelé « arbre pilon » ou « radis à cheval ». Toutes les parties du *Moringa oleifera* (feuilles, racines, fleurs, gousses et graines) sont comestibles et contiennent de grandes quantités de divers micronutriments, tels que calcium, potassium, zinc, magnésium, fer, cuivre, vitamines (A, B, C, E) et phytochimiques tels que tanins, stérols, terpénoïdes, flavonoïdes, saponines, les anthraquinones, les alcaloïdes et les sucres réducteurs.

En outre, l'huile de Moringa contient environ 76% d'acide linoléique et d'acide oléique, ce qui en fait un substitut potentiel de l'huile d'olive. Les feuilles de Moringa contiennent une quantité exceptionnellement élevée de protéines comparativement à d'autres feuilles consommées comme nourriture et acides aminés essentiels comme la lysine, le tryptophane, la phénylalanine, la valine, etc. (Trigo et al., 2021). Le Moringa fournit 7 fois plus de vitamine C que les oranges, 10 fois plus de vitamine A que les carottes, 17 fois plus de calcium que le lait, 15 fois plus de potassium que les bananes et 25 fois plus de fer que les épinards (Gopalakrishnan et al., 2016). Cette composition nutritionnelle fait du Moringa un remède efficace pour traiter la malnutrition et lui confère des activités anti-tumorale, antipyrétique, antiépileptique, anti-inflammatoire, diurétique, antihypertenseur, hypocholestérolémiant, antioxydant, antidiabétique, antibactérien et antifongique. Par conséquent, il est utilisé pour plusieurs pathologies (telles que cardiopathies, maladies gastro-intestinales circulatoires, hyperglycémie, dyslipidémie, etc.). Les Africains utilisent depuis longtemps le Moringa en phytothérapie (Gopalakrishnan et al., 2016 ; Kashyap et al., 2022).

Composition nutritionnelle des feuilles de *Moringa oleifera*

Tableau 2 : Composition chimique des feuilles de Moringa (ben oléifère), fraîches, crues et feuilles de Moringa (ben oléifère), fraîches, bouillies (g/100g de portion comestible (PC))

Paramètres	Moringa (ben oléifère), feuilles, fraîches, crues	Moringa (ben oléifère), feuilles, fraîches, bouillies
Énergie (kJ)	338	359
Énergie (kcal)	81	86
Eau (g)	75,1	73,5
Protéines totales (g)	8,4	8,9
Lipides totaux (g)	1.4	1.5
Glucides disponibles (g)	4,5	4,8
Fibres alimentaires totales (g)	8,2	8,7
Cendres (g)	2,4	2,6

Source : FAO/INFOODS Food Composition Table for Western Africa (2019) dans Vincent et al. (2020)

Tableau 3 : Minéraux (mg/100 g PC) dans les feuilles de Moringa (ben oléifère), fraîches, crues et feuilles de Moringa (ben oléifère), fraîches, bouillies

	Moringa (ben oléifère), feuilles, fraîches, crues	Moringa (ben oléifère), feuilles, fraîches, bouillies
Calcium	595	633
Fer	10,3	10,9
Magnésium	68	73
Phosphore	91	103
Potassium	405	428
Sodium	9	10
Zinc	1,20	1,28
Cuivre	0,21	0,22

Source : FAO/INFOODS Food Composition Table for Western Africa (2019) dans Vincent et al. (2020)

Tableau 4 : Vitamines (dans 100 g PC) dans les feuilles de Moringa (ben oléifère), fraîches, crues et feuilles de Moringa (ben oléifère), fraîches, bouillies

VITAMINES	Composants	Moringa (ben oléifère), feuilles, fraîches, crues	Moringa (ben oléifère), feuilles, fraîches, bouillies
-----------	------------	---	---

Vitamine A (équivalent activité rétinol) (mcg)		1640	1570
Équivalent β-carotène (mcg)		19700	18900
Vitamine B₁ (mg)	Thiamin	0,22	0,21
Vitamine B₂ (mg)	Riboflavin	0,77	0,78
Vitamine B₃ (équivalent niacine) (mg)	Niacin	2,60	2,70
Vitamine B₆ (mg)		1,20	1,20
Vitamine B₉ (mcg)	Folate	40	30
Vitamine C (mg)		221	141
Vitamine E (α-tocopherol equivalents) (mg)		0,27	0,29
	α -tocopherol	0,26	0,28
	γ -tocopherol	0,04	0,05

Source : FAO/INFOODS Food Composition Table for Western Africa (2019) dans Vincent et al. (2020)

Tableau 5 : Acides gras (g/100 g PC) dans les feuilles de Moringa (ben oléifère), fraîches, crues et feuilles de Moringa (ben oléifère), fraîches, bouillies

	Moringa (ben oléifère), feuilles, fraîches, crues	Moringa (ben oléifère), feuilles, fraîches, bouillies
Acides gras saturés totaux	0,49	0,52
Acides gras monoinsaturés totaux	0,09	0,09
Acides gras polyinsaturés totaux	0,58	0,62
Acide linoléique	0,19	0,21
Acide α-linoléique	0,39	0,41

Source : FAO/INFOODS Food Composition Table for Western Africa (2019) dans Vincent et al. (2020)

Composés antinutritionnels

Les feuilles de Moringa contiennent des facteurs antinutritionnels comme l'oxalate et le phytate et les tanins qui peuvent réduire la biodisponibilité de certains nutriments. Il a été signalé que des traitements comme la torréfaction (Alidou et al., 2016) et l'ébullition (Sallau et al., 2012) réduisent efficacement la teneur en ces éléments antinutritionnels, ce qui augmente la biodisponibilité des nutriments. Faire bouillir les feuilles avant de les consommer est une pratique traditionnelle des communautés locales de Zaria, au Nigeria.

Composition phytochimique

Les feuilles de Moringa sont riches en polyphénols, dont les principaux composés sont les flavonoïdes et les acides phénoliques. Les flavonoïdes observés sont principalement la quercétine et le

kaempférol, alors que les acides phénoliques sont principalement des acides gallique, chlorogénique, ellagique et férulique. Les feuilles contiennent également des saponines, des tanins, des tanins catécholiques, des anthraquinones et des alcaloïdes (Omede, 2016).

Tableau 6 : Concentration de certains composants antioxydants contenus dans les feuilles de *Moringa oleifera* du Nigeria

Composants antioxydants	Extrait brut	Fraction aqueuse	Fraction acétate d'éthyle
Phénol total	1,622 ± 0,068	1,058 ± 0,091	2,099 ± 0,087
Total des flavonoïdes	0,921 ± 0,050	0,66 ± 0,130	1,311 ± 0,152
Anthocyanine	0,126 ± 0,040	0,060 ± 0,016	0,348 ± 0,006
Proanthocyanidine	0,026 ± 0,012	0,06 ± 0,011	0,291 ± 0,017
Tanins	1,332 ± 0,311	1,246 ± 0,860	1,678 ± 0,987

Toutes les valeurs sont exprimées en moyenne ± EME (n=3), les phénols totaux sont exprimés en mgGAE/g de poids sec ; la teneur totale en flavonoïdes des différentes fractions est exprimée en équivalent quercétine par gramme d'extrait végétal ; la concentration en anthocyanes, proanthocyanidines et tanins est exprimée en g/100g.

Source : Omede (2016).

Propriétés fonctionnelles et effets bénéfiques pour la santé du Moringa

Le Moringa présente des avantages remarquables pour la santé, notamment une activité antioxydante, antimicrobienne, anticancéreuse, anti-inflammatoire et antidiabétique, comme le montre la figure.

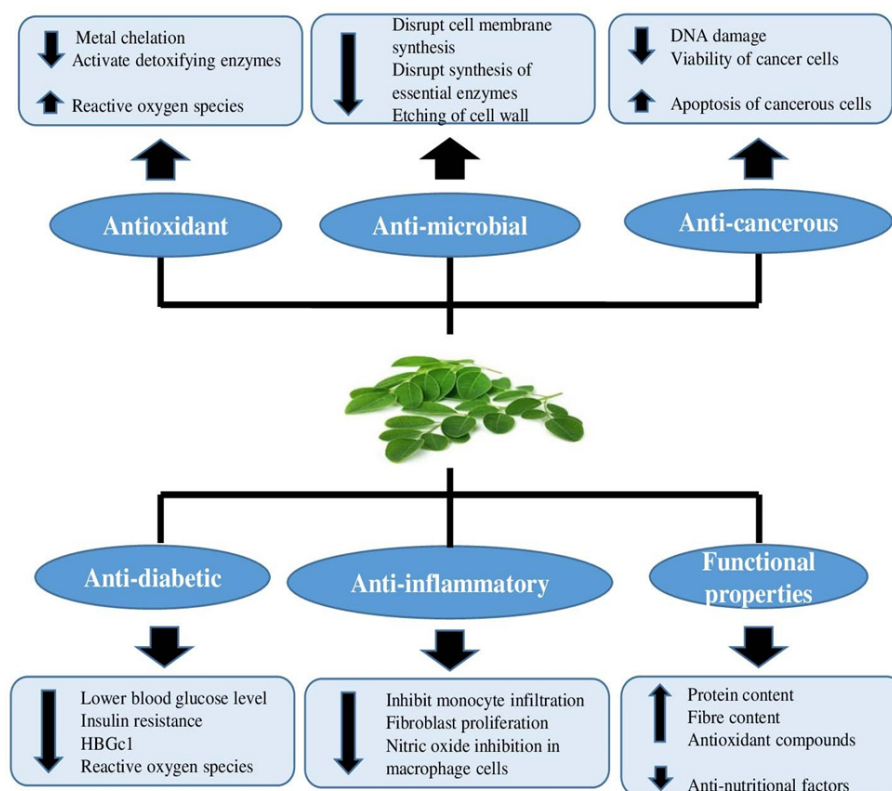


Figure 2 Propriétés fonctionnelles et effets bénéfiques pour la santé du Moringa. Source : Kashyap et al. (2022).

Par conséquent, presque toutes les parties de la plante *Moringa oleifera* ont été utilisées dans les systèmes de médecine ethnomédicale et traditionnelle pour guérir diverses maladies humaines, notamment la dysenterie, l'asthme, la syphilis, les rhumatismes, les maux d'oreille, les maux de dents, les maux de tête, les fièvres, les bronchites, les infections oculaires, l'hyperchite, la chole-stérolémie, l'athérosclérose, l'arthrite, le cancer et les troubles immunitaires (Trigo et al, 2021 ; Ghimire et al, 2021 ; Kashyap et al, 2022).

En particulier, en ce qui concerne les feuilles de *Moringa*, leurs bienfaits pour la santé (antidiabétiques, antibactériens, anticancéreux et anti-inflammatoires) sont dus à leur teneur élevée en phytochimiques, en caroténoïdes et en glucosinolates (Kashyap et al, 2022).

De plus, on s'intéresse de plus en plus à l'utilisation du *Moringa* comme ingrédient à valeur ajoutée dans la mise au point d'aliments fonctionnels (Kashyap et al, 2022).

Utilisation des différentes parties de la plante – en tant qu'aliment ou à d'autres fins -, et informations sur la transformation

Le *Moringa* est attrayant pour sa croissance rapide, sa tolérance à la sécheresse, sa forte production de biomasse et sa grande valeur nutritive (Kwaambwa et al., 2012). Le *Moringa* est aussi appelé « Arbre Miracle » ou « Arbre de vie » probablement en raison des multiples usages et fins auxquels il est destiné. La plupart de ses composants sont utilisés à des fins médicales et commerciales, en plus des propriétés nutritionnelles et du traitement de l'eau (Kwaambwa et al., 2012).

Tableau 7 : Parties végétales de *Moringa oleifera*, leurs utilisations et avantages

Partie de l'arbre	Utilisations ou avantages
Feuilles	Nutritionnel, médicinal, biomasse, hormone de croissance végétale, fourrage
Fleurs	Nutritionnel, médicinal, miel
Gousses	Nutritionnel, médicinal
Écorce	Médicinal, cordage, gomme
Racines	Médicinal
Gomme	Médicinal
Bois	Papier, aliments pour animaux, médicaments, alcool
Graines	Traitement de l'eau, aliments, cosmétiques, huile de cuisson, lubrifiant

Source : Kwaambwa et al (2012)

Les feuilles et les gousses sont principalement utilisées comme aliments, crues ou cuites, alors que les effets médicaux de ses parties n'ont pas encore été scientifiquement prouvés, au point que de graves idées fausses sur leur efficacité et leur utilisation sont à craindre, principalement liées au risque que les personnes vivant avec le VIH arrêtent le traitement antirétroviral (Kwaambwa et al., 2012). À cette fin, la plupart des recommandations scientifiques considèrent la supplémentation

nutritionnelle de Moringa comme faisant partie d'une approche globale basée principalement sur le traitement antirétroviral (Gambo et al., 2021).

Les feuilles et les graines sont ajoutées aux aliments sous forme de poudre, comme épice dans les plats courants ou dans les repas pour enfants, à des fins nutritionnelles et médicinales. Les feuilles fraîches sont ajoutées aux salades ou cuites comme un légume. Le thé de Moringa est préparé en ajoutant de la poudre de feuilles à de l'eau bouillie (Mashamaite et al., 2021).

Les graines sont également consommées grillées comme des arachides ou comme des haricots verts et utilisées pour extraire l'huile de cuisson. Les déchets de biomasse des tourteaux qui restent après l'extraction de l'huile peuvent être une source précieuse d'adsorbants végétaux utiles dans le traitement de l'eau potable, comme la décontamination des métaux, en combinaison avec du charbon actif (Sera et al., 2021).

En effet, un extrait protéique de graines de *Moringa oleifera* possède des propriétés coagulantes/floculantes utiles pour la purification de l'eau à usage domestique et sanitaire. Cette protéine a l'avantage d'être complètement biodégradable et de n'avoir aucun effet sur le pH et les caractéristiques de l'eau. De plus, elle est obtenue à un coût faible ou nul (Kwaambwa et al., 2012).

Toutes les parties (feuilles, fleurs, cosses, racines, gomme) de *Moringa oleifera* sont une source de polysaccharides précieux avec un potentiel incroyable en raison de leurs nombreuses bioactivités et propriétés thérapeutiques, utiles dans la formulation de nouveaux médicaments et adjuvants (Sharma et al., 2022).

En particulier, au Nigeria, les feuilles de Moringa sont fréquemment utilisées comme légume, consommées seules ou en combinaison avec d'autres plantes à feuilles ou préparées d'une manière spéciale mélangées avec du gâteau d'arachide (Kwulikwuli) et d'autres épices, puis consommées. La consommation de ce médicament à base de plantes est associée au traitement de plusieurs maux comme indiqué dans le tableau (Popoola et Obembe, 2013).

Tableau 8 : Méthode de préparation, forme d'utilisation et but de l'utilisation des feuilles de *Moringa oleifera* au Nigeria

Catégorie d'utilisation	Mode de préparation	Forme d'utilisation	Objectif d'utilisation
Médecine	Bouillir dans l'eau sous forme d'infusion	Boire l'extrait	Hypertension artérielle, AVC, rhumatisme, Facilité de travail
	Feuilles broyées (extrait), consommées crues, Extrait de feuilles avec « OsanOrombo » (<i>Citrus</i> sp)	Boire l'extrait	Diarrhée, hypertension artérielle, diabète, analgésique, épilepsie, plaies buccales, infertilité
	Feuilles sèchent et en poudre	Médicament et condiment	Maladie chronique (infection par la VIH)
	Feuilles broyées	Soigner les blessures	Cicatrisation de plaies et arthrite
Aliments	Feuilles bouillies avec « Kwulikwuli » + poivre, oignon et tomate avec « burukutu »	Manger en salade, soupe de légumes	Nutrition humaine
	Extrait de feuilles bouillies sous forme de thé à consommer généralement tôt le matin	Extrait de thé	

Source : Adapté de Popoola et Obembe (2013).

Ces dernières années, les feuilles de *Moringa oleifera* sont apparues comme un ingrédient potentiel pour le développement de produits alimentaires nutritionnellement riches et thérapeutiquement actifs, en raison du nombre croissant de rapports scientifiques qui documentent leurs activités biologiques et leurs effets bénéfiques dans la prévention et l'atténuation des complications de différentes maladies (Hassan et al., 2021).

Les feuilles de Moringa ont été utilisées comme ingrédients fonctionnels dans le développement et la formulation de différents produits alimentaires (Kashyap et al., 2022).

Tableau 9: Utilisations des feuilles de *Moringa oleifera* en tant qu'ingrédient fonctionnel dans les produits alimentaires

Denrées alimentaires	Concentration de feuilles utilisées (%)	Avantage fonctionnel	Composants bioactifs
Snacks	1	Riche en minéraux et en protéines, moins de matières grasses	
Soupe de légumes en poudre	8,5	Durée de conservation plus longue Meilleure qualité nutritionnelle	Protéines, fibres, vitamines D et C et minéraux
Pain	5	Meilleure qualité nutritionnelle avec moins de modifications organoleptiques	Protéines, fibres et minéraux
Biscuits	10-20	Teneur de protéines plus élevée avec des propriétés sensorielles acceptables	
Yaourt	0,5	Qualités sensorielles acceptables	
Crème sure	600, 800 et 1000 ppm	Indice de protéines, d'acidité et de peroxyde plus élevé. Qualité sensorielle acceptable pendant le stockage	
Snacks prêts à consommer	20	Diminution des facteurs anti-nutritionnelles	Composants phénoliques, saponines

Source : Adapté de Kashyap et al. (2022).

Pour ses propriétés nutritionnelles, *Moringa oleifera* est une source d'alimentation extrêmement précieuse pour traiter la malnutrition et prévenir les carences en micronutriments sans modifier les habitudes alimentaires de la population et pourrait représenter une ressource importante notamment pour les pays pauvres (Trigo et al., 2021). En outre, il s'agit d'une plante avec une bonne adaptabilité à différents sols et de climats ayant une propagation facile et des faibles coûts de production. Par conséquent, cette espèce qui reste encore négligée et sous-utilisée a le potentiel de devenir une importante culture polyvalente en Afrique et une ressource industrielle et économique pour le pays (Trigo et al., 2021).

Contribution à l'emploi

Le *Moringa oleifera* a été introduit comme une nouvelle culture en Afrique du Sud où certains projets orientés par le gouvernement soutiennent la production de Moringa dans le but de soulager la

malnutrition et consacrent un soutien financier et technique aux agriculteurs de Moringa. En 2013, la *Moringa Development Association of South Africa* a été financée pour promouvoir la production, l'utilisation et la commercialisation du Moringa. Elle regroupe des agriculteurs, des développeurs de produits et des consommateurs et collabore avec des infrastructures et des organisations de recherche (Mashamaite et al., 2021). Les projets ont commencé par la distribution de quelques graines à chaque participant lors de la réunion de promotion dans le but de faire pousser un arbre dans chaque village ou jardin familial (Kwaambwa et al., 2012). Le résultat de ces projets est que des produits à base de Moringa sont disponibles sur le marché. Cependant, toute la chaîne de valeur doit être construite pour assurer la stabilité de la production et des prix, pour former les agriculteurs et les producteurs sur chaque aspect de la culture et de la production, pour informer les consommateurs sur la valeur nutritionnelle des produits à base de Moringa et augmenter leur acceptabilité. Cette approche peut être exportée vers d'autres pays africains.

Références

- Alidou C, Salifou A, Djossou J, Mazou M, Tchobo FP, Soumanou MM (2016). Roasting effect on anti-nutritional factors of the *Moringa oleifera* leaves. *Int. J. of Adv. Res.* 4, 78-85.
- Dao, M. C. E., & Kabore, K. H. (2015). Morphological characteristic variation of eleven provenances of *Moringa oleifera* seedlings grown in the Northern Sudanese area of Burkina Faso. *African Journal of Plant Science*, 9(10), 401-411.
- Gambo A, Moodley I, Babashani M, Babalola TK, Gqaleni N. (2021). A double-blind, randomized controlled trial to examine the effect of *Moringa oleifera* leaf powder supplementation on the immune status and anthropometric parameters of adult HIV patients on antiretroviral therapy in a resource-limited setting. *PLoS One.* 16, e0261935. doi: 10.1371/journal.pone.0261935
- Ghimire S, Subedi L, Acharya N, Gaire BP. (2021). *Moringa oleifera*: A Tree of Life as a Promising Medicinal Plant for Neurodegenerative Diseases. *J. Agric. Food Chem.* 69, 14358-14371 doi: 10.1021/acs.jafc.1c04581
- Gopalakrishnan L, Doriya K, Kumar DS. (2016). *Moringa oleifera*: A review on nutritive importance and its medicinal application. *Food Science and Human Wellness*, 5, 49-56. doi: 10.1016/j.fshw.2016.04.001
- Hassan MA, Xu T, Tian Y, Zhong Y, Ali FAZ, Yang X, Lu B. (2021). Health benefits and phenolic compounds of *Moringa oleifera* leaves: A comprehensive review. *Phytomedicine.* 93, 153771. doi: 10.1016/j.phymed.2021.153771
- Haougui, A., Basso, A., & Maiga, I. M. (2017). Plant-parasitic nematode communities associated with Moringa tree (*Moringa oleifera* Lam.) in western Niger. *Journal of Phytopathology and Pest Management*, 28-37.
- Kashyap P, Kumar S, Riar CS, Jindal N, Baniwal P, Guiné RF, Correia PMR, Mehra R, Kumar H. (2022). Recent Advances in Drumstick (*Moringa oleifera*) Leaves Bioactive Compounds: Composition, Health Benefits, Bioaccessibility, and Dietary Applications. *Antioxidants (Basel)*, 11, 402, doi: 10.3390/antiox11020402
- Kwaambwa H, Chimuka L, Kandawa-Schulz M, Munkombwe M, Thwala, JM. (2012). Situational analysis and promotion of the cultivation and utilisation of the *Moringa oleifera* tree in selected sub-Saharan Africa countries. *PROGRESS Multidisciplinary Research Journal*, 2, 9-42.

- Mallenakuppe, R., Homabalegowda, H., Gouri, M. D., Basavaraju, P. S., & Chandrashekharaiyah, U. B. (2015). History, taxonomy and propagation of *Moringa oleifera*—a review. *Crops*, 3(3.28), 3-15.
- Omede A. (2016). Total polyphenolic content and antioxidant properties of *Moringa oleifera* leaf extracts. *Animal Research International* 13, 2454 – 2462.
- Omotesho, K. F., Sola-Ojo, F. E., Fayeye, T. R., Babatunde, R. O., Otunola, G. A., & Aliyu, T. H. (2013). The potential of Moringa tree for poverty alleviation and rural development: Review of evidences on usage and efficacy. *International Journal of Development and Sustainability*, 2(2), 799-813.
- Palada, M. C., & Chang, L. C. (2003). Suggested cultural practices for Moringa. International Cooperators' Guide AVRDC. AVRDC pub, 03-545.
- Popoola JO, Obembe OO. (2013). Local knowledge, use pattern and geographical distribution of *Moringa oleifera* Lam, (Moringaceae) in Nigeria. *J Ethnopharmacol.* 150, 682-91. doi: 10.1016/j.jep.2013.09.043
- Sallau B, Mada SB, Ibrahim S, Ibrahim U. (2012). Effect of boiling, simmering and blanching on the antinutritional content of *Moringa oleifera* leaves. *Int. J. Food Nutr. Saf.* 2, 1–6.
- Sera PR, Diagboya PN, Akpotu SO, Mtunzi, FM, Chokwe TB. (2021). Potential of valorized *Moringa oleifera* seed waste modified with activated carbon for toxic metals decontamination in conventional water treatment. *Bioresource Technology Reports*, 16, 100881. doi: 10.1016/j.biteb.2021.100881
- Sharma K, Kumar M, Waghmare R, Suhag R, Gupta OP, Lorenzo JM, Prakash S, Radha, Rais N, Sampathrajan V, Thappa C, Anitha T, Sayed AAS, Abdel-Wahab BA, Senapathy M, Pandiselvam R, Dey A, Dhumal S, Amarowicz R, Kennedy JF. (2022). Moringa (*Moringa oleifera* Lam.) polysaccharides: Extraction, characterization, bioactivities, and industrial application. *Int. J. Biol. Macromol.* 11: S0141-8130(22)00745-0. doi: 10.1016/j.ijbiomac.2022.04.047.
- Trigo C, Castelló ML, Ortol MD, García-Mare FJ, Desamparados Soriano M. (2021). *Moringa oleifera*: An Unknown Crop in Developed Countries with Great Potential for Industry and Adapted to Climate Change, *Foods*, 10, 31. doi: 10.3390/foods10010031
- Vincent A, Grande F, Compaoré E, Amponsah Annor G, Addy PA, Aburime LC, Ahmed D, Bih Loh AM, Dahdouh Cabia S, Deflache N, Dembélé FM, Dieudonné B, Edwige OB, Ene-Obong HN, Fanou Fogny N, Ferreira M, Omaghomi Jemide J, Kouebou PC, Muller C, Nájera Espinosa S, Ouattara F, Rittenschober D, Schönfeldt H, Stadlmayr B, van Deventer M, Razikou Yiagnigni A & Charrondiére UR. (2020). FAO/INFOODS Food Composition Table for Western Africa (2019) User Guide & Condensed Food Composition Table / Table de composition des aliments FAO/INFOODS pour l'Afrique de l'Ouest (2019) Guide d'utilisation & table de composition des aliments condensée. Rome, FAO.
- Zongo, U., Savadogo, B., Zoungrana, S. L., Sanou, D., Savadogo, A., Dicko, M. H., & Sababenedyo Traore, A. (2018). Effect of Moringa leaves powder consumption on young children nutritional and serum retinol status in Burkina Faso rural area. *International Journal of Nutrition and Food Sciences*, 7(4), 148-154.