



***Moringa* sp.** **(Néverdier)**

FORMAD Environnement

2011

Moringa sp. Adanson

Description

Moringa sp. (famille Moringaceae, Brassicales) est un genre d'arbres tropicaux dont une espèce, *M. oleifera* est largement cultivée pour ces nombreuses applications, et dont les deux espèces malgaches sont appréciées pour leurs troncs pachycaules (renflés en forme de bouteille) évoquant le baobab. Les racines peuvent être tubéreuses.

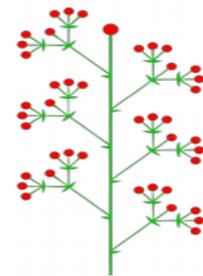
Moringa, du nom vernaculaire tamoul *murungai*. néverdier en français (à l'origine de l'anglais *Never die*).

Espèce-type : *Moringa oleifera* Lamarck 1785, Encyclopédie Méthodique, Botanique 1(2): 398 (1785). Adanson no 1763.

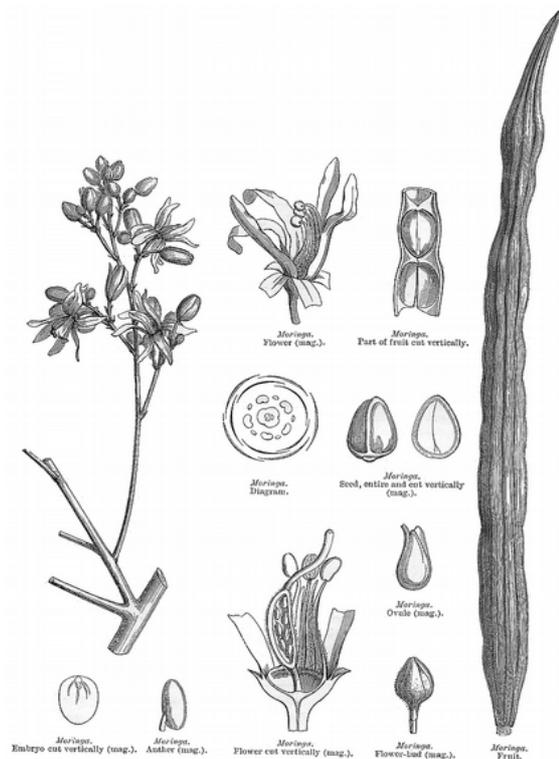
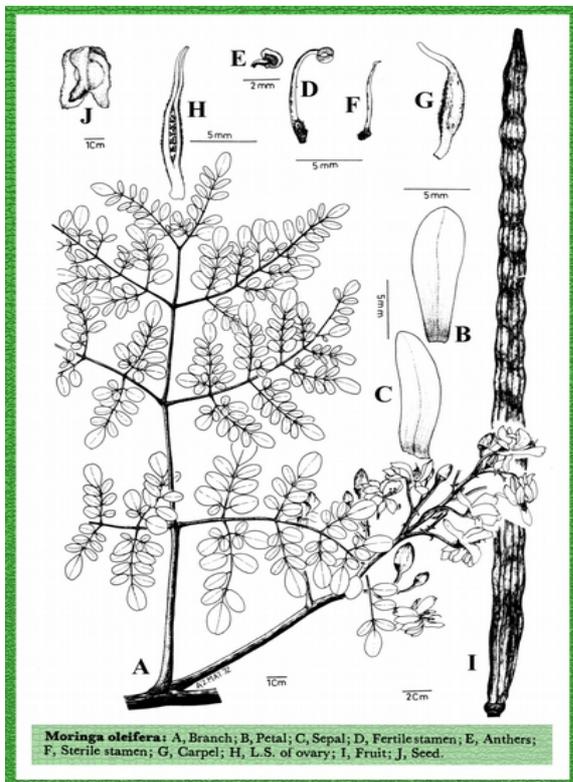
Les feuilles sont caduques, alternées, pétiolées, bi à tri imparipennées, aux folioles plus ou moins opposées, sans stipule mais parfois avec des glandes sur un pédoncule (stipitées) à la base des pétioles et des pennes.

Les inflorescences en panicules axillaires ou en thyrses (comme l'inflorescence de la vigne), portent de nombreuses fleurs odorantes généralement actinomorphes mais parfois zygomorphes, bisexuées, blanches à jaune ou rouge, en forme de coupe ou tubulaires.

Les fleurs sont composées de 5 sépales, 5 pétales, 5 étamines alternant avec 3-5 staminodes et 1 pistil à 2-4 styles sans stigmates.



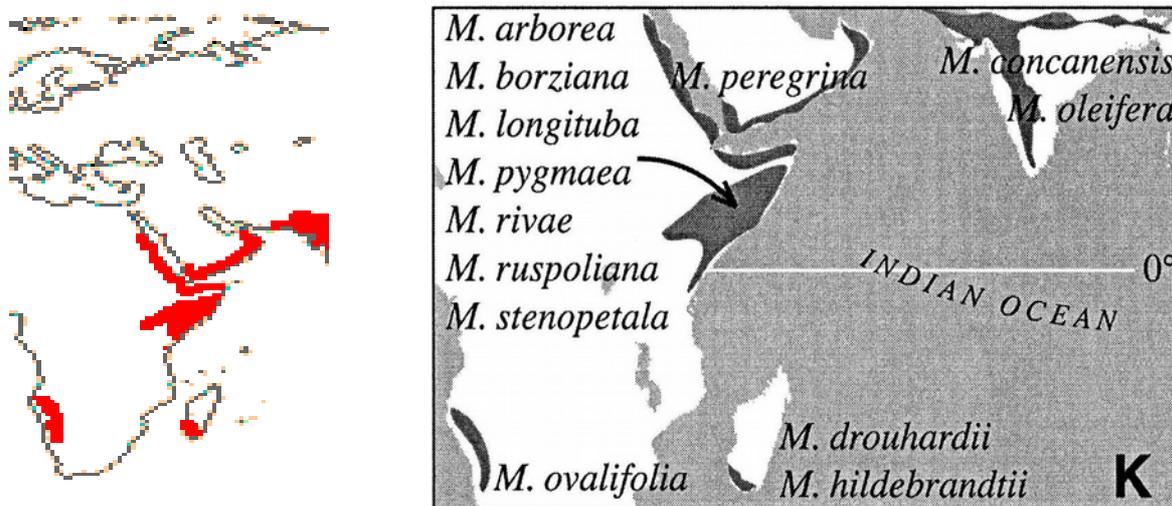
Les étamines et staminodes sont soudés à la base en un disque en forme de coupe, anthères uniloculaires et à déhiscence longitudinale. Ovaire supère cylindrique et stipité, uniloculaire mais composé de 3 carpelles soudées. Les fruits sont déhiscents en forme de gousse allongée à 3 valves. Les graines sont arrondies, ailées ou non, sans albumen et à embryon droit.



Distribution

Arabie et Afrique : autour de la Mer rouge, de la Mer Morte au Kenya ; Namibie et Angola ; Madagascar. Asie: sous-continent indien (Pakistan, Inde et Bangladesh).

Moringa oleifera est par ailleurs cultivé dans toutes les régions tropicales du monde.



Cartes de répartition des espèces de *Moringa* sp. sauvages

Les 10 à 14 espèces connues de *Moringa* peuvent être regroupées en trois sections selon la conformation de la fleur, mais aussi en trois grands groupes morphologiques qui ne correspondent pas parfaitement aux sections mais sont plus pratiques pour l'amateur.

Arbres pachycaules à troncs de 0,6-1 (-2)m de diamètre (=section Donaldsonia: fleurs +/- actinomorphes) :

- Folioles ovales allongées et acuminées de 1,5-3cm de long : *M. drouhardii* (Sud-ouest et Sud de Madagascar).
- Folioles obovées et acuminées de 4,5-7cm de long: *M. hildebrandtii* (Ouest et Sud-ouest de Madagascar).
- Folioles ovales à base cordée de 2-5cm de long : *M. ovalifolia* (Angola et Namibie).
- Folioles elliptiques à ovales de 3,3-6,5cm de long : *M. stenopetala* (Éthiopie et Kenya).

Espèces tubéreuses plus ou moins arborescentes (Éthiopie, Somalie et Kenya) (sections *Moringa* pro parte: fleurs +/- zygomorphes à hypanthium court et *Dysmoringa*: fleurs +/- zygomorphes à hypanthium long) :

- Fleurs zygomorphes crème à jaune : *Moringa rivae* et espèces proches *M. arborea*, *M. borziana* et *M. pygmaea* (section *Moringa*).
- Fleurs zygomorphes rouge vif carmin courtes : *M. ruspoliana* (section *Moringa*).
- Fleurs zygomorphes rouges longues et tubulaires : *M. longituba* (section *Dysmoringa*).

Espèces ligneuses ni pachycaules ni tubéreuses (section *Moringa* pro parte: fleurs +/- zygomorphes à hypanthium court) :

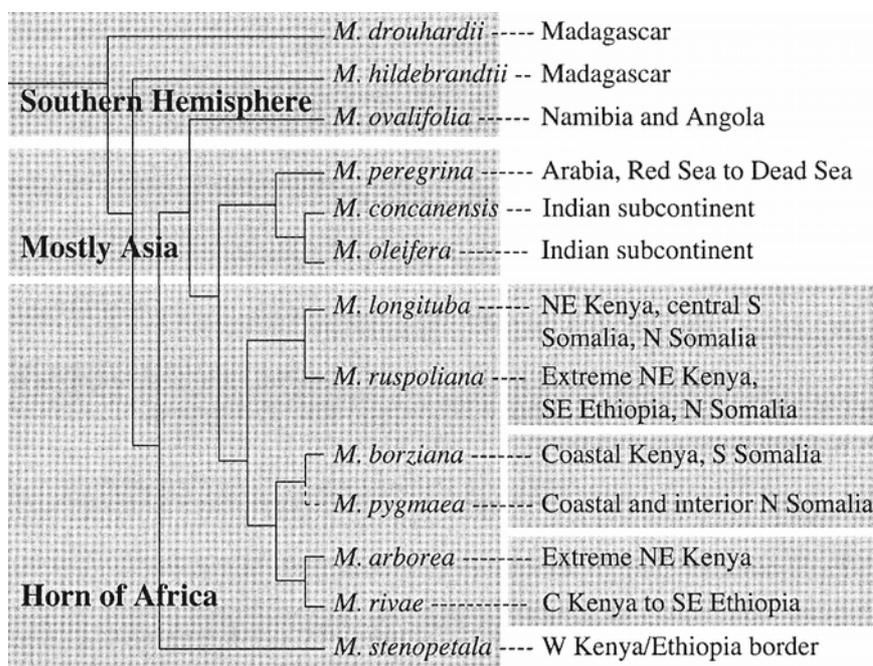
- Arbre à écorce profondément crevassée : *M. concanensis* (Pakistan, Inde et Bangladesh).
- Arbre à écorce lisse à faiblement crevassée : *M. oleifera* (originaire d'Inde mais largement cultivé dans les pays tropicaux ; racines tubéreuses uniquement chez les jeunes sujets).
- Arbuste à feuilles bipennées mais dont les folioles tombent rapidement, les rachis persistants

lui donnant alors l'aspect général d'un *Tamarix* ou d'un petit *Casuarina* : *M. peregrina* (synonyme : *Hyperanthera peregrina* Forssk. 1775). Il se trouve autour de la Mer Rouge, de la Mer Morte au sud de la péninsule arabique à l'est et à la corne de l'Afrique à l'ouest).

Phylogénie

Les espèces se répartissent en 3 groupes (OLSON, 2002) :

- hémisphère Sud,
- Asie et
- corne (« horn ») de l'Afrique.



Moringa est le seul genre des Moringaceae, famille apparentée aux Brassicaceae. Il comprend 13 espèces, dont 8 sont endémiques de la Corne de l'Afrique. *M. oleifera* est très étroitement apparenté à *M. concanensis* Nimmo (également originaire de l'Inde) et à *M. peregrina* (Forssk.) Fiori (des environs de la Mer Rouge, de la Corne de l'Afrique, du Yémen et d'Oman). Ces 3 espèces partagent un port d'arbre élancé et des fleurs zygomorphes.

Culture

Conditions de culture tropicales, avec une température minimale de 12° C, occasionnellement 8° C, un substrat plutôt minéral drainant et une période de repos hivernal au sec plus ou moins longue. Reproduction par semis ou bouturage de tiges. Semis à mi-ombre, en situation pas trop chaude. Les plants issus de bouturage développent des racines moins longues, ce qui est indifférent en serre mais conduit à **privilégier le semis en zone tropicale aride** où des racines profondes sont un atout pour aller chercher l'eau.

Ethnobotanique

M. oleifera est l'espèce la plus importante par ses multiples utilisations. On peut le cultiver de façon extensive pour une production de graines (semences ou production d'huile) ou de façon intensive irriguée pour une production optimale de feuilles (très nutritives) avec **une récolte 2 mois après la plantation et ensuite tous les 35-40 jours**.

- les **feuilles** sont consommées comme légume en Afrique. Riches en protéines, dont la carence est responsable du 'gros ventre' des enfants souffrant de malnutrition, mais aussi en vitamines, notamment A et C, et en sels minéraux ou oligo-éléments, notamment calcium et fer, elles sont particulièrement indiquées pour compléter le régime alimentaire des nourrissons. Pour une autre espèce, *M. stenopetala*, les feuilles constituent même le régime de base des peuples Burji, Gidole et Konso en Éthiopie.

- les **racines charnues** chez les jeunes sujets, peuvent servir de condiment et lui valent son

surnom d'arbre à raifort.

- ses **jeunes fruits** sont également comestibles, frais, cuits ou en conserves.

- après les feuilles, ce sont surtout ses **graines** qui retiennent l'attention car elles présentent un double usage :

- on en tire une huile comestible, également utilisée pour la lubrification en horlogerie, la peinture à l'huile ou la production de savon, et
- elles possèdent des propriétés floculantes permettant de clarifier les eaux turbides.

M. oleifera est d'ailleurs cultivé depuis bien longtemps au Soudan pour clarifier et purifier l'eau boueuse du Nil. Ces deux utilisations ne sont pas exclusives l'une de l'autre puisque les tourteaux récupérés après pressage pour extraction de l'huile conservent ce pouvoir floculant et peuvent être réduits en poudre à cet usage. De plus, ce floculant, contrairement au sulfate d'alumine qu'il peut remplacer, est biodégradable. Enfin cette poudre utilisée pour clarifier l'eau a également démontré un pouvoir anti-microbien avec élimination presque totale des bactéries de l'eau. Ce même pouvoir anti-microbien est présent dans d'autres parties de l'arbre. Ainsi, ses feuilles sont utilisées en Inde pour nettoyer les blessures.

Il y a donc un réel intérêt pour les pays tropicaux arides à développer la culture de cette espèce, ou d'autres espèces possédant les mêmes propriétés floculantes et anti-microbiennes comme *M. drouhardii* à Madagascar, *M. ovalifolia* en Namibie ou *M. stenopetala* au Kenya.

Le Moringa peut se trouver dans des zones très arides comme le Sahara, mais il aime également les climats semi-tropicaux humides. Sa racine tubéreuse lui permet de se passer d'eau pendant plusieurs mois. Son nom sénégalais "Nébédaye", et son nom français de « **Néverdier** » viendraient de l'anglais "Never die": lorsqu'on le coupe ou que des jeunes pousses sont brûlées par le soleil, il repousse aussitôt avec les premières pluies.

Facile à planter, très répandu dans cinq des six provinces de Madagascar (Fianarantsoa, Tuléar, Mahjunga, Diego-Suarez et Tamatave), l'« Ananambo » se plante par bouture. Son reboisement en masse contribue à la préservation de l'environnement et cet arbre se révèle un pare-feu efficace. L'arbre n'est absolument pas ignifuge, ce qui est un handicap fort, les agriculteurs utilisant le feu pour la préparation des terres et les sarclages.

Source : <http://www.cactuspro.com/encyclo/Moringa>, 16 février 2008

Publication : Adanson, Michel. 1763. Moringa. Familles des Plantes 2:318 (1763).

<http://www.mobot.org/gradstudents/olson/moringahome.html> et www.mobot.org

Le Moringa au Bénin

En 2010 a été créée une Agence béninoise du Moringa (ABM, 02 BP 1263, Parakou, Bénin futur site : www.moringabenin.org) dont le siège est à Parakou et le Président est Saturnin Houndji. L'ONG est hébergée par l'ONG GRADE créée en 1993).

L'ABM a réalisée une plaquette diffusée largement notamment dans les écoles via le réseau des volontaires américains (72 Peace Corps répartis dans tout le Bénin).

Noms donnés au Moringa : Kpatin (Fon), Lagalaga (Nago), Yuru Ara, Yoroguma ou Lagalagundi (Bariba), Legel ou Gilgajahi (Peuhl).

Fig. 28

HERBARIUM KEWENSE.
Original drawings for the
"Flora of West Tropical Africa."

1107/1100



72920. *Moringa* ²⁶*pterygosperma*
(after Volken)

Moringa drouhardii Jumelle

Moringa drouhardii est endémique de l'ancienne province de Toliara, dans le sud-ouest de Madagascar, où il est présent à l'état sauvage et planté. Il est également planté dans d'autres endroits sur la côte Ouest.

Publication : in Annales de l'Institut Botanico-Géologique Colonial de Marseille Série 4, 8: 15-19, f. 3-4 (1930).

Drouhardii : nom donné en l'honneur du scientifique français Eugène-Jean Drouhard (1874-1945), collecteur du type.

Description

Arbre de 4-10 m de haut (jusqu'à 15 m de haut selon W. Rauh 1998, 18 m selon Urs Eggli (2002) à tronc pachycaule (fût renflé de jusqu'à 2 m de diamètre selon W. Rauh 1998) et couronne vers le sommet de branches courtes et tordues. Écorce lisse et blanchâtre contenant de la résine.

Les feuilles sont alternes, tri imparipennées de 25 cm de long, à pétiole de 10-15 cm de long, pétioles des pennes, secondaires, de 2-3 cm de long, pétiolules de 3-4 mm de long, tous glabres et avec glandes stipitées à la base (stipules absentes). Folioles opposées en 5-9 paires, vert clair, ovales et allongées de 1,5-3 cm de long sur 0,5-1,2 cm de large, base cunéiforme et apex aigu (acuminées), à nervure centrale proéminente, glabre.

L'inflorescence en panicule axillaire lâche jusqu'à 30 cm de long, porte de nombreuses petites fleurs odorantes actinomorphes bisexuées, **jaune blanchâtre** en forme de coupe à pédicelle de 1-2 mm de long. Les sépales sont libres obovales et glabres de 5-6 mm de long sur 1,8 mm de large rétrécis vers la base, apex arrondi. Les pétales sont libres, ovales de 7-10 mm de long sur 1,8 mm de large, glabres à l'extérieur, légèrement pubescents à poils courts à l'intérieur

5 étamines libres de 6–8 mm de long, poilues, alternant avec 5 staminodes d'environ 4 mm de long ; ovaire supère, stipité, ovoïde, d'environ 1,5 mm de long, 1-loculaire. Le style est mince, de 3–4 mm de long.

Le fruit est une capsule allongée brun kaki de 30-50 cm de long sur environ 4 cm de diamètre, à section circulaire légèrement triangulaire (trigone), glabre et présentant des constriction entre chaque graine. Le fruit, pourvu d'un bec, est déhiscent par 3 valves. Les graines sont blanchâtres, plus ou moins ovoïdes de 2-2,5 cm de long sur 1,8-2 cm de large, à trois côtes marquées mais sans ailes, glabres.

La croissance des jeunes arbres est très rapide, ce qui permet à *M. drouhardii* d'occuper des espaces ouverts en forêt. En culture, il croît à raison de plus de 1 m par an. L'arbre commence à avoir des fruits 3 ans après la plantation, lorsqu'il atteint 3–4 m de haut.

Écologie : le milieu naturel est la forêt très sèche. Les précipitations peuvent ne pas dépasser 200 mm par an et être très incertaines. Les années entièrement sans pluie ne sont pas rares. *M. drouhardii* est présent sur sols calcaires. Habitat : Sud-ouest et Sud de Madagascar.

L'huile de Moringa

Les graines donnent une huile utilisée comme base en cosmétologie et comme huile médicinale de massage. L'écorce et le bois, très parfumés, s'emploient dans le traitement des rhumes et de la toux. L'arbre est souvent planté en limite de champ ou de tombes.

L'huile issue des graines est inodore, sans saveur et ne rancit pas au stockage, ce qui en fait une excellente base en parfumerie et en pharmacologie. Elle s'utilisait jadis comme huile-base dans l'enfleurage, pour extraire les composés volatils odorants des fleurs. Les graines contiennent 36–45% d'huile. La composition approximative en acides gras de l'huile est : acide palmitique 8%, acide stéarique 9%, acide oléique 74%, acide linoléique 1%, acide arachidique 3%, acide béhénique 3%.

Culture

Plante peu connue en culture. Pourtant son aspect de baobab, apparaissant très tôt en culture contrairement aux vrais baobabs dont les jeunes spécimens ne développent qu'un petit caudex, sa relative petite taille adulte par rapport aux vrais baobabs, et sa rapidité de croissance, un semis cultivé dans de bonnes conditions pouvant fleurir et fructifier en 4 ans, devraient intéresser les amateurs qui disposent d'un peu de place. Sa culture est facile sans grandes particularités par rapport aux conditions générales de culture de la famille des Moringaceae. Prévoir un grand pot pour donner toute sa mesure. Les plantules peuvent être taillées pour favoriser la croissance du tronc pachycaule. Substrat calcaire.

Reproduction par semis, voire par bouturage de tiges, mais ce bouturage n'est pas réputé permettre à la plante de développer un tronc pachycaule. Semis à mi-ombre et température de germination comprise entre 20 et 30°C. **Germination** : les graines sont faciles à faire germer. Les graines exigent **un mois max.** pour germer dans un terreau Standard (3 tiers) et modérément humide à 20°C en moyenne, une hygrométrie ambiante plutôt faible et en pleine lumière (luminosité maxi, plein soleil accepté). Minimum **18°C**. Maximum **30°C**. Pendant la saison sèche, les plants peuvent être repiqués au champ sans irrigation, même dans les endroits secs à sol pauvre.



M. drouhardii à Toliara



Feuilles



Fleurs



Fruits



M. drouhardii dans la nature



M. drouhardii plantés aux coins d'une tombe mahafale.
A droite, fruit en cours de maturation

Ethnobotanique

Les *M. drouardii* sont souvent plantés autour des tombes de personnages importants dans le sud de Madagascar.

Leurs graines présentent les mêmes propriétés floculantes et anti-microbiennes que celles de *M. oleifera* et sa culture pourrait être encouragée à ce titre.

L'écorce fortement odorante est utilisée pour soigner rhumes et toux.

Son tronc pachycaule à écorce blanche lui a parfois valu le surnom de « sac de farine » chez les occidentaux.

Noms vernaculaires malgaches : Mouroungue (?), Ananambo.

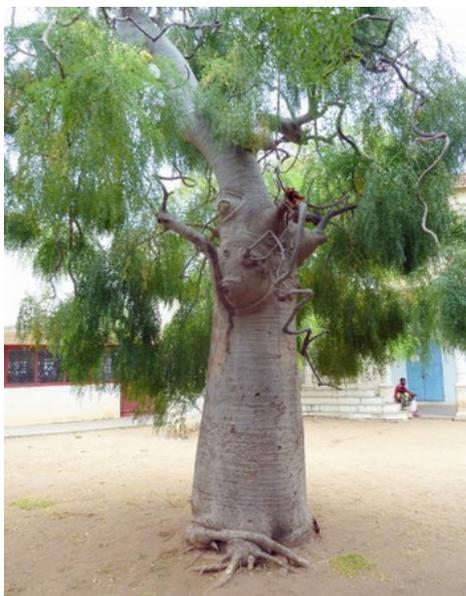
Source : http://database.prota.org/dbtw-wpd/exec/dbtwpub.dll?ac=qbe_query&bu=http://database.prota.org/recherche.htm&tn=protab~1&qb0=and&qf0=Species+Code&q10=Moringa+drouardii&rf=AfficherWeb



M. drouardii



A Saint Augustin (ancienne photo)



M. drouardii à Toliara (Cedratom)
Photo S. Tostain



Comparaison des feuilles de *M. hildebrandtii* (gauche) et de *M. drouardii* (à droite). *Source : Olson, Razafimandimbison 2000*

Moringa hildebrandtii Engler

Publication : Annuario del Reale Istituto Botanico di Roma 9: 250 (no 1902).

Description

M. hildebrandtii est une espèce pachycaule largement cultivée dans l'ouest de Madagascar (noms vernaculaires malgaches : « hazo maroseranana », « maroserano »).

Hildebrandtii : nom donné en l'honneur du botaniste allemand Johann Maria Hildebrandt (1847-1881), collecteur du type. **Type**: Hildebrandt 3449, ouest de Madagascar, Trabonjy, conservé au Muséum d'histoire naturelle de Paris (P: holotype).

Arbre de jusqu'à 25 m de haut à tronc pachycaule et branches plus ou moins tordues (largeur : 10 m). Écorce lisse et blanchâtre à brune. Feuilles bi à tri imparipennées de jusqu'à 60 cm de long, à pétiole de 5-10 cm de long, pétioles secondaires de 4-5 cm de long, pétiolules de 5-7 mm de long, tous glabres et avec glandes stipitées à la base. Foliolles opposées en nombreuses paires, gris vert, obovales et acuminées de 4,5-7 cm de long sur 2-3,5 cm de large, à nervure centrale proéminente.



Moringa hildebrandtii

Inflorescence en panicules axillaires de jusqu'à 25 cm de long, portant de nombreuses fleurs odorantes actinomorphes bisexuées, **crème à jaune blanchâtre** en forme de coupe à pédicelle de 3-3,5 mm de long, sépales oblongs de 5-6 mm de long sur 3 mm de large, pétales oblongs allongés de 8-9 mm de long sur 1-2 mm de large, à marge ciliée, fortement pubescents à l'intérieur et filaments de 7-8 mm de long fortement pubescents.

Fruit brun kaki de 45-65 cm de long sur 2-3 cm de diamètre, à section circulaire légèrement triangulaire, glabre et présentant des constriction entre chaque graine. Graines brun pâle, plus ou moins ovoïdes de 3,5-4 cm de long sur 2,2-2,5 cm de large, à trois côtes marquées et ailées.

Habitat

Originaire du sud-ouest de Madagascar, mais paradoxalement plus facile à trouver dans la partie ouest de la grande île où il est largement planté dans les villages. Des populations naturelles sont connues depuis longtemps dans les vallées de la Fiherenana et de l'Onilahy (notamment Rauh 1998), même si certains auteurs ont cru que cette espèce ne subsistait plus qu'en culture (Olson et Razafimandimbison 2000) et si d'autres ont cru l'avoir redécouvert (2007).

D'après Olson, ce serait un exemple d'un phénomène rare consistant en la persistance en culture d'un organisme disparu dans la nature. L'espèce est censée exister à l'état sauvage le long de la côte ouest de Madagascar. Pourtant, une prospection récente et une enquête auprès de la population n'ont pas révélé sa présence dans cette région ou dans une autre localité de l'île. Cet arbre est, cependant, fréquemment cultivé dans les villages et toutes les récoltes d'herbier effectuées depuis sa découverte en 1880 proviennent de plantations.

Diverses données permettent de penser que l'arbre vivait à l'origine dans l'extrême sud-est de l'île : 1) Le nom vernaculaire de cet arbre (*hazomaroseranana*) implique une relation avec cette région qui était sous le contrôle des Maroseranana durant presque 400 ans ; 2) Toutes les autres espèces de *Moringa* se trouvent dans de semblables types d'habitats semi-arides qui ne se rencontrent pas ailleurs à Madagascar. Des efforts pour la redécouverte de cet arbre dans cette région devraient se poursuivre.

Culture

Culture facile sans grandes particularités par rapport aux conditions générales de culture de la famille des Moringaceae. Reproduction par semis, voire par bouturage de tiges. Exposition : Vive (luminosité maxi, plein soleil accepté); Température mini 12° ; Arrosages Hiver : Faible. Été : Moyen. Substrat : Standard (3 tiers).



D. hildebrandtii à Toliara



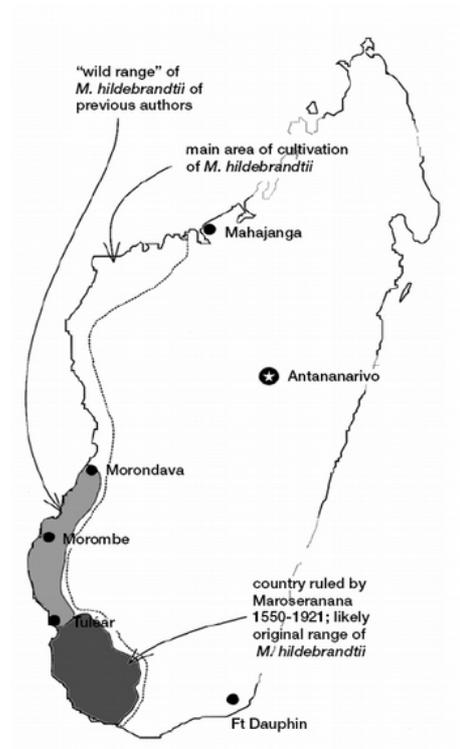
Tronc de *Moringa hildebrandtii* (Photos S. Tostain)

Comparaison des feuilles de *M. hildebrandtii* (gauche) et *M. drouhardii* (à droite)

Source : OLSON, RAZAFIMANDIMBISON. 2000.



M. hildebrandtii
(extrait d'Olson, Razafimandimbison. 2000)



Répartition de *M. hildebrandtii*
(extrait d'Olson, Razafimandimbison. 2000)



Feuilles de *M. hildebrandtii* (Photos S. Tostain)



Graines de *M. hildebrandtii*

Moringa oleifera Lam.

Protologue : Encycl. 1(2) : 398 (1785).

Famille : Moringaceae

Nombre de chromosomes : $n = 11$ (Gill et al., 1985) ; $n = 14$, $2n = 28$

Synonymes : *Moringa pterygosperma* Gaertn. (1791).

Noms vernaculaires

Mouroungue, ben ailé, moringa ailé, pois quénique, néverdier (Fr). Drumstick tree, ben oil tree, horseradish tree (En). Moringa, moringueiro (Po). Mzunze, mronge, mlonge (Sw). Kpatin (Fon Bénin)

Origine et répartition géographique

Moringa oleifera est indigène au nord ouest de l'Inde et au Pakistan au bord de l'Himalaya. Il a été introduit dans toutes les régions tropicales et subtropicales et s'est naturalisé dans de nombreux pays africains.

Description

Arbuste ou petit arbre caduque à semi-sempervirent atteignant 10 m de haut ; tronc atteignant 45 cm de diamètre ; écorce blanchâtre, grise ou chamois pâle, lisse ou rarement rugueuse, liégeuse ; jeunes pousses violacées ou blanc-verdâtre.

- Feuilles alternes, de 6,5–60 cm de long, 2–3-pennées, munies de 4–6 paires de pennes ; stipules absentes, mais pétiole à glandes stipitées à la base ; folioles elliptiques à obovales, de 0,5–2(–3) cm × 0,3–1,3(–2) cm, arrondies à cunéiformes à la base, apex arrondi à émarginé. Inflorescence : panicule étalée de 8–30 cm de long, portant un grand nombre de fleurs.

Fleurs bisexuées, zygomorphes, 5 -mères ; sépales libres, de 7–14 mm de long, souvent inégaux ; pétales libres, oblongs-spatulés, de 1–2 cm de long, inégaux, le plus grand dressé, à pubescence veloutée, **blancs ou crème** ; étamines 5, filets de 7–8 mm de long, anthères d'un jaune cireux ou orange, alternant avec 3–5 staminodes ; ovaire supère, pédonculé, cylindrique, de 3–5 mm de long, rose à la base, densément poilu, 1-loculaire, style mince, glabre, sans lobes stigmatiques.

- Fruit : capsule allongée à 3 valves, de 10–50 cm de long, à 9 côtes, brune à maturité, et contenant de nombreuses graines.

- Graines globuleuses, de 1-1,5 cm de diamètre, pourvues de 3 ailes minces de 0,5–2,5 cm de long.

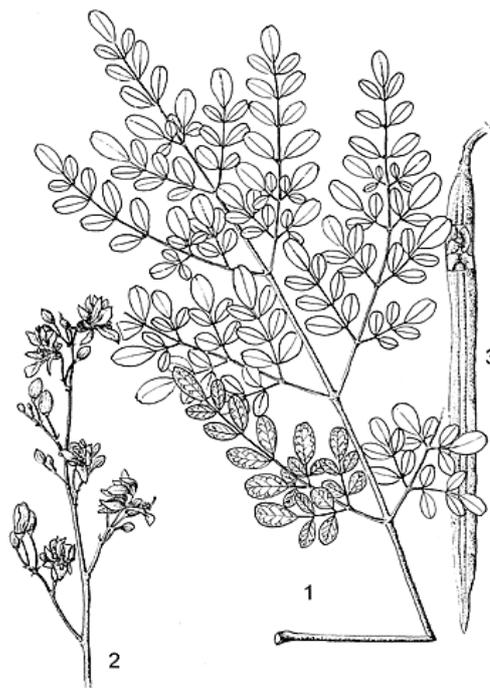
Croissance et développement

Le taux de germination des graines fraîches avoisine les 80 %, mais tombe à environ 50 % après 12 mois de stockage, aucune graine ne restant viable après 2 ans de stockage. Au début, l'arbre croît à une allure remarquable ; 3-4 m de croissance par an n'est pas inhabituel. Les jeunes arbres issus de graines commencent à fleurir au bout de 2 ans. Sur les arbres issus de boutures, on peut espérer récolter les premiers fruits 6-12 mois après la plantation. La floraison précède souvent la formation de nouvelles feuilles, ou coïncide avec elle. Au Nigeria, la floraison a lieu toute l'année.

Écologie

M. oleifera croît bien à faibles altitudes. En Afrique de l'Est, on le trouve jusqu'à 1350 m d'altitude, mais au Zimbabwe, un peuplement naturalisé à 2000 m témoigne de son adaptabilité. Tolérant à la sécheresse, on le trouve à des endroits où la pluviométrie annuelle ne dépasse pas 500 mm.

On peut le cultiver dans toutes sortes de sols mais ce sont surtout des terrains fertiles et bien drainés qui lui conviennent. De légères gelées sont tolérées.



Carte de répartition des plantations en Afrique

1 : feuille ; 2 : inflorescence ; 3 : fruit. (Source: PROSEA)

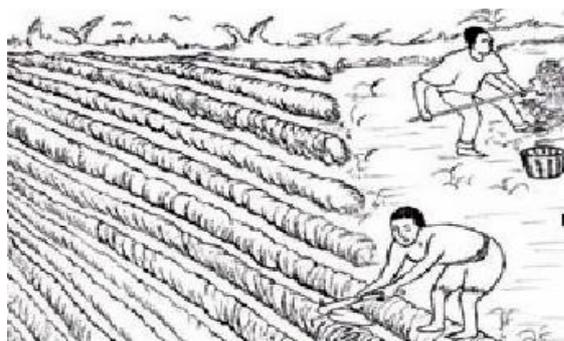
Multiplication et culture

En Afrique, *M. oleifera* est surtout multiplié par graines ; par contre en Inde, on pratique davantage le bouturage car **les arbres issus de graines produiraient de moins bons fruits**. Les graines sont soit semées directement au champ au début de la saison des pluies soit en pépinière arrosée pendant la saison sèche (**semé 2 à 3 mois avant la plantation**). On les sème à une profondeur de 2 cm. La germination prend 7–14 jours et les semis gagnent à être ombragés (environ 50 % d'ombre). Au départ, on les arrose deux fois par jour, mais lorsque les semis font 10-15 cm de haut, on réduit l'arrosage à une fois par jour. Les plants atteignent la taille de 15–25 cm en 2 mois ; après 3 mois ils font 40 cm de haut et ils sont prêts à être replantés. La plantation doit coïncider avec le début des pluies. On met du fumier dans chaque trou.

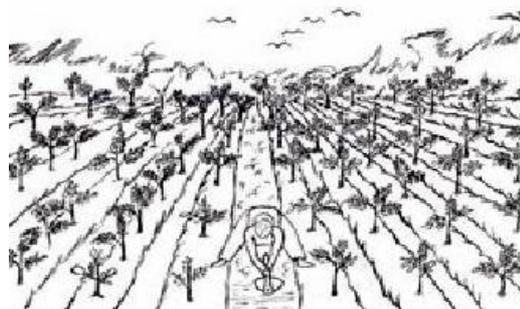
Ce sont avant tout des boutures que l'on utilise pour mettre en place les haies vives. Les branches de 1-1,5 m de long et de 4 cm de diamètre au plus prendront racine facilement en seulement quelques mois.

Pour une monoculture à cycle court, on espace les plants de *M. oleifera* de 0,7-1 m (10 000 plants / ha (les plants sont rabattus à 60 cm du sol et la 1ère récolte de feuilles est à 2 mois (puis 7 récoltes par an). Au Togo en saison des pluies on peut avoir 1120 kg/ha par récolte (6 tonnes/ha/an) et en saison sèche : 690 kg/ha par récolte (ONG APPEF-Togo. 2006. Moringa et autres végétaux à fort potentiel nutritionnel : Stratégies, normes et marchés pour un meilleur impact sur la nutrition en Afrique. Accra, Ghana, 16-18 novembre 2006).

Semis à 1-2 cm de profondeur : les graines sont épluchées et trempées une nuit dans l'eau (germination en 9-10 jours) ou semées sans traitement (germination en 14 jours). Le taux de germination est de 80 à 90 %.

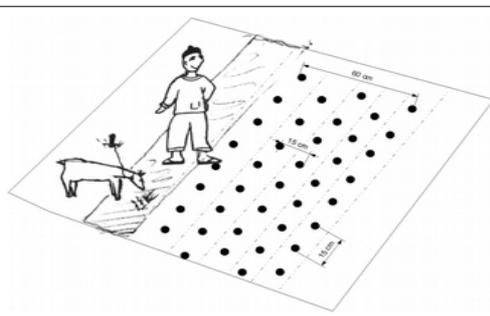


Préparation du terrain



Plantation serrée pour l'exploitation des feuilles

La croissance est rapide, 2 à 3 mois en pépinière, jusqu'à 1 mètre par mois en champ ! Dans de bonnes conditions *M. oleifera* peut fleurir et fructifier au bout d'un an, et *M. drouhardii* au bout de 4 ans.



Écartement entre 5 lignes (150 cm) séparées de 15 cm

3 lignes 40 x 40 cm

S'il s'agit d'une production à cycle long, on pratique couramment un espacement de 3-5 m dans les deux directions. En Tanzanie, où *M. oleifera* est cultivé pour la production de graines destinées à l'huile et aux floculants, la densité recommandée est de 800 arbres par ha. Pour une culture en allées, on pratique un espacement de 2 m sur la rangée. Pendant la saison humide, on fait pousser des céréales entre les rangées, et pendant la saison sèche des légumes.

Gestion

M. oleifera fait généralement l'objet de peu de soins, hormis l'arrosage. Si on le plante pendant la saison sèche, il faut lui donner un semi-ombrage et l'arroser régulièrement jusqu'à ce que l'arbre soit bien établi. Il est essentiel d'épandre du fumier pour obtenir de bons rendements. On l'épand sur la totalité du champ afin que les cultures associées en bénéficient aussi. Certains cultivateurs épandent des engrais chimiques, principalement du NPK (par ex. 15-15-15) et de l'urée, mais seulement à la base du tronc. L'étêtage, le recépage et l'ébranchage ou la taille sont recommandés pour favoriser la ramification, augmenter la production et faciliter la récolte. Son ombrage étant facile à maîtriser, *M. oleifera* convient parfaitement aux plantations en allées et aux jardins potagers. Lorsque l'arbre atteint 1,5 m, les cultivateurs le rabattent (à 50 cm du niveau du sol ou même au ras de terre pour les sujets plus âgés) une ou deux fois par an. Une seconde taille intervient habituellement avant le ramadan car la demande est forte et les prix sont élevés pendant cette période. Après la taille, il faut environ 3 semaines avant que les feuilles puissent être récoltées. Les perches élaguées sont utilisées pour dresser des clôtures autour des champs ou des maisons, ou pour construire des enclos à bétail. On désherbe à la houe.

Au Niger, *M. oleifera* a pris tant d'importance qu'on le cultive en plein champ.

Maladies et ravageurs

Au Niger, les chenilles sont les principaux ravageurs de *Moringa* et une taille au moment adéquat permet d'en venir à bout. Dans certains endroits, les termites peuvent représenter un problème. En

Inde, aucune maladie grave n'affecte l'arbre. On a observé une pourriture des racines liée à un drainage insuffisant et provoquée par *Diplodia* sp. La chenille velue *Eupterote molifera* peut entraîner la défoliation de l'arbre et il faut des pulvérisations pour en venir à bout. Parmi les autres ravageurs, on trouve des pucerons, d'autres chenilles (par ex. *Heliothis armigera*), une cochenille, un foreur et une mouche des fruits.

Récolte

Au Niger, la récolte des feuilles débute deux mois et demi après le semis.

Arrivée à 100 cm, coupe de la tige principale à 60 cm	Coupe à 30 cm	Agroforesterie Moringa -soja

On retire les feuilles des branches, on les met dans des sacs et on les apporte au marché. On récolte deux fois par mois. La récolte de fruits verts peut démarrer 7 mois après la plantation ; et celle de fruits secs pour les graines environ 6 semaines plus tard.

Au Niger, la production de feuilles est surtout élevée pendant la saison des pluies : pour une parcelle de 1 000 m², les rendements sont de 13–14 sacs par récolte, ce qui équivaut à environ 27 sacs ou 600 kg par mois. Pendant la saison sèche, les rendements mensuels tombent à 2-4 sacs au cours des mois frais, et à 10-15 sacs pendant les mois chauds si l'on arrose. Cela équivaut à une production annuelle de 27 t/ha de feuilles fraîches. En Tanzanie, le rendement en graines d'un arbre de 4 ans est d'environ 3,3 kg. En Inde, un bon arbre produit 1000 fruits.

Ressources génétiques

La plus grande variabilité génétique chez *M. oleifera* se trouve au nord-ouest de l'Inde, mais **l'espèce est probablement éteinte à l'état naturel**. Comme il s'agit d'un arbre allogame, il présente généralement une forte hétérogénéité de forme et de rendement. Les recherches sur la variabilité génétique des peuplements du Kenya, du Malawi et de l'Inde ont mené à la conclusion que du matériel génétique d'au moins deux sources avait été introduit au Kenya. Les niveaux importants de différenciation entre les peuplements semblent indiquer que la source des provenances a une importance pour la conservation et l'exploitation des ressources génétiques. L'espèce est répandue dans les régions tropicales et subtropicales et il en existe de nombreuses entrées en banques de gènes, par ex. au Centre national de semences forestières (CNSF) de Ouagadougou (Burkina Faso). Aux Philippines, où les feuilles sont appréciées, une collection importante est entretenue au National Plant Genetic Resources Laboratory de l'IPB/UPLB à College, Los Baños.

Sélection

Aucun travail d'amélioration génétique n'a été entrepris en Afrique. En Inde, les types "Jaffna" sont prisés pour leurs fruits allongés (de 60 cm à plus de 1 m de long). En Inde, un type de *M. oleifera* à tronc court, mis sur le marché sous le nom de PKM1, a également été créé pour la production de fruits verts. De nombreux agriculteurs cultivent ce type comme plante annuelle (2 récoltes par an). Pour l'Afrique, le critère de sélection le plus important serait un fort rendement en feuilles ; or jusqu'à aujourd'hui, la sélection et l'amélioration ont porté surtout sur l'optimisation de la production de fruits. Il existe des perspectives d'hybridation avec d'autres espèces de *Moringa*. *M. stenopetala* contient des agents de floculation identiques à ceux de *M. oleifera* et produit des graines

plus grosses ; par conséquent, on doit pouvoir augmenter les rendements par hybridation avec cette espèce. Il doit également être possible d'augmenter le rendement en huile de *M. oleifera* en créant des hybrides avec *Moringa peregrina* (Forssk.) Fiori, qui possède une plus forte teneur en huile (environ 50 %).

À ce jour, on n'a publié aucun résultat sur des essais d'hybridation interspécifique.

Usages

Alors qu'en Asie ce sont les fruits qui forment la partie la plus importante de *M. oleifera*, en Afrique on préfère les feuilles. Les feuilles se consomment en salade ou cuites, en soupes et dans des sauces. Aux Mascareignes, on les connaît sous le nom de "brède mouroungue" ou "brède médaille". On mange parfois les fleurs comme légume, on les ajoute à des sauces, ou bien on en fait une infusion. Au Soudan, les fleurs sont écrasées en une pâte que l'on fait frire. Les jeunes fruits se mangent comme légume (ce sont les "drumsticks" ou "bâtons mouroungue"), et les fruits plus âgés entrent dans des sauces. En Afrique de l'Ouest, des projets d'aide médicale combattent la malnutrition avec un certain succès par la mise en place de mesures comme l'usage de poudre de feuilles de *Moringa oleifera* dans l'alimentation des enfants et des femmes enceintes et allaitantes. L'ONG Bel Avenir fait de même à Toliara (Madagascar) avec les feuilles de sa plantation de Mangily.

Le cœur des racines tubérisées peut être un substitut du raifort (*Armoracia rusticana* Gaertn., B.Mey. & Scherb.).



Préparation des feuilles de *M. oleifera*



M. oleifera dans une haie vive

Depuis longtemps, on utilise les graines entières ou pilées pour purifier l'eau au Soudan, et c'est une pratique encouragée dans d'autres régions d'Afrique. Le tourteau de graines, résidu de l'extraction d'huile, peut également être utilisé pour purifier l'eau.

Les graines frites sont consommées au Nigeria, et auraient le même goût que les cacahuètes. Dans certains endroits, on ajoute les graines aux sauces pour leur saveur amère. L'huile des graines, connue sous le nom d'huile de ben ou huile de behen, peut s'employer en cuisine, en coiffure, comme lubrifiant, et en parfumerie comme base pour les composés volatils des parfums.

L'"huile acide de moringa", constituée d'acides gras provenant de l'huile des graines, s'emploie comme lubrifiant et pour fabriquer du savon.

Presque toutes les parties de la plante ont des applications en médecine traditionnelle. Les usages notamment comme calmant, vermifuge, antispasmodique et désinfectant (bactéricide, fongicide) sont répandus. L'écorce exsude une gomme blanche à rougeâtre (la gomme de ben ou gomme de moringa), qui a les propriétés de l'huile de tragacanth (*Astragalus*), employée en tannerie ou en impression de calicots et qu'on ajoute parfois aux sauces pour les épaissir.

M. oleifera est utilisé en haies vives, dans les systèmes de culture en allées, et c'est aussi une source de nectar pour les abeilles. Le bétail mange les feuilles, en particulier les chèvres, les chameaux et

les ânes. Le tourteau de graines est considéré impropre à l'alimentation animale en raison de sa teneur élevée en alcaloïdes et en saponines ; on l'utilise principalement comme engrais. Le bois, tendre, brûle sans faire de fumée et produit un colorant bleu. En Inde, sa pulpe a été utilisée pour fabriquer du papier.

Production et commerce international

En Afrique, le commerce local se limite surtout aux feuilles. Au Kenya, quelque 2000 exploitations agricoles, essentiellement de petite taille, produisent des fruits verts de *M. oleifera* destinés à la communauté asiatique. En Tanzanie, une entreprise a démarré dans le but de produire de l'huile et un agent flocculant. Il existe un commerce international considérable de fruits frais et en conserve, d'huile, de graines et de poudre de feuilles, essentiellement en provenance d'Inde ; mais on ne dispose pas de statistiques sur les quantités et les valeurs des échanges.

Propriétés

Les sommités feuillées de *M. oleifera* contiennent, par 100 g de partie comestible : eau 78,7 g, énergie 268 kJ (64 kcal), protéines 9,4 g, lipides 1,4 g, glucides 8,3 g, fibres alimentaires totales 2,0 g, Ca 185 mg, Mg 147 mg, P 112 mg, Fe 4,0 mg, Zn 0,6 mg, vitamine A 7564 UI, thiamine 0,3 mg, riboflavine 0,7 mg, niacine 2,2 mg, folate 40 µg, acide ascorbique 51,7 mg. Les fruits crus contiennent, par 100 g de partie comestible : eau 88,2 g, énergie 155 kJ (37 kcal), protéines 2,1 g, lipides 0,2 g, glucides 8,5 g, fibres alimentaires totales 3,2 g, Ca 30 mg, Mg 45 mg, P 50 mg, Fe 0,4 mg, Zn 0,4 mg, vitamine A 74 UI, thiamine 0,05 mg, riboflavine 0,07 mg, niacine 0,6 mg, folate 44 µg, acide ascorbique 141,0 mg (USDA, 2003).

Les graines sèches contiennent en moyenne : protéines 29 %, fibres 7,5 % et huile 36-42 % ; teneur en acide oléique sur la teneur totale en acide gras 65-75%, acide béhénique 9%, acide palmitique 9 %, acide stéarique 7 % et de petites quantités d'acide lignocérique et d'acide myristique. Claire et inodore, l'huile met du temps à rancir.

Les graines de *M. oleifera* contiennent un glucosinolate qui, après hydrolyse, produit du 4-(α -L-rhamnosyloxy)-benzylisothiocyanate, qui est un bactéricide et fongicide actif. Les graines de *Moringa oleifera* produisent une quantité inférieure (4-5% du poids sec) de glucosinolate que celles de *Moringa stenopetala* (8-10% du poids sec) et doivent par conséquent être utilisées à une dose plus élevée. C'est cet isothiocyanate qui donne aux graines broyées leur odeur piquante de raifort. Les glucosinolates ont un intérêt pour la santé humaine parce que les métabolites résultants de leur hydrolyse ont des effets aussi bien positifs (par ex. anticancérigènes) que négatifs (par ex. toxiques).

Les graines contiennent une protéine (polyélectrolyte cationique) qui sert de flocculant dans l'épuration de l'eau. Elles contiennent également un flocculant non protéinique, qui est plus efficace dans l'épuration de l'eau à faible turbidité. Un certain nombre de composés possédant des propriétés médicinales ont été isolés. Les fruits et les feuilles contiennent de l'acide oxalique, l'écorce de la moringinine, la tige de la vanilline, les fleurs du kaempférol et de la quercétine et dans les racines, on trouve de la spirochine et de la ptérygospermine.

Le bois, blanc et tendre, possède une densité de 0,27.



Photo: J.J. Bos, Biosystematics Group, Wageningen UR

Détail de la cime en fleurs. Branches en fleurs et en fruits



Photo: H.C.D. de Wit
Biosystematics Group, Wageningen UR

Fleurs



Graines de *Moringa oleifera*



Graine attaquée par un insecte
Photos S. Tostain



Graine décortiquée

Perspectives

M. oleifera est une plante à usages multiples qui prendra probablement en Afrique plus d'importance qu'il n'en a actuellement. L'intérêt de la recherche sur plusieurs espèces de *Moringa* est énorme. Son utilisation comme purifiant d'eau à bas prix est d'un grand intérêt pour l'amélioration sanitaire des villages reculés. La sélection de cultivars et la création d'hybrides offrent de grandes perspectives. Nombreuses sont ses applications médicinales locales qui ne sont pas étayées par des recherches pharmacologiques et qui justifient davantage de recherches. La demande en huile de *Moringa* au niveau industriel est susceptible d'augmenter quand des applications innovantes seront mises au point.

Source : http://database.prota.org/PROTAhtml/Moringa%20oleifera_Fr.htm

À Madagascar



Plantation à Mangily (Madagascar)

Local de séchage et de broyage à Mangily

Photos S. Tostain

Au Bénin

Un projet « Santé de la mère et de l'enfant (PSME), de lutte contre la malnutrition et l'anémie chez les enfants de 9 mois à 6 ans, les femmes enceintes et allaitantes » de l'ONG « Jeunesse sans frontières, Cotonou » a été financé par le Fonds Social de développement (AFD France).

Une visite du site a été réalisée le 8 novembre 2012 (photos ci-dessous).



Unité de transformation du *M. oleifera*
dans la Commune de Tori-Bossito
(« Africa micro nutriments »)

Salle de séchage des feuilles



Plantation de *M. oleifera*

Moulin pour le broyage des feuilles

Multiplication par semis ou boutures

Un arbre aux usages multiples

L'eau de rivière utilisée pour les besoins domestiques et prise dans les rivières peut être chargée de matières en suspension surtout pendant la saison des pluies. L'eau est chargée de particules de vase, solides, bactéries et autres micro-organismes (parmi lesquels certains sont porteurs de maladies). Il est très important de retirer un maximum de ces matières en suspension avant que quiconque n'utilise l'eau. Les grandes stations de traitement des eaux le font en ajoutant des coagulants chimiques à l'eau. De cette façon les particules se collent ensemble (coagulation) puis elles tombent. L'eau propre est ensuite versée dans un autre récipient. Les produits chimiques adéquats ne sont pourtant pas toujours disponibles ou bien, ils sont trop chers. Une alternative est d'utiliser un coagulant naturel, généralement obtenu à partir de plantes. Dans certaines parties du monde, on fait cela à petite échelle depuis des siècles.

La longue gousse, une portion ouverte (gauche) et la graine ailée. Le groupe d'ingénieurs écologistes à l'université de Leicester, Royaume Uni, a étudié l'utilisation possible de coagulants naturels pour le traitement des eaux à grande échelle. Ils ont étudié les propriétés coagulantes naturelles des graines broyées de *M. oleifera* natif de l'Inde du nord. On le connaît parfois sous le nom de « baguette de tambour » à cause de la forme de ses gousses ou encore de « raifort » (qui décrit le goût de ses racines).

Le *M. oleifera* pousse rapidement à partir de graines ou de boutures, même sur sols pauvres. Il ne nécessite guère de soins et peut survivre à de longues périodes de sécheresse. Sa pousse est rapide : jusqu'à 4 m en hauteur avec floraison et production de fruits observées durant l'année suivant la plantation, lors des essais près de Nsanje au Malawi du sud.

Dans certaines régions de l'Inde du sud, deux récoltes de fruits en gousses sont possibles au cours d'une seule année. Comme la liste ci-contre le montre, l'arbre a de multiples utilisations.

Le traitement de l'eau domestique

Les gousses doivent mûrir sur l'arbre et sont ramassées une fois sèches. Les enveloppes et « ailes » légères des graines se retirent facilement laissant apparaître la graine elle-même, toute blanche. Elles sont ensuite finement broyées et pilonnées en utilisant mortier et pilon. La quantité de graines broyées nécessaires au traitement de l'eau d'une rivière dépend de la quantité de matières en suspension qu'elle contient. Les utilisateurs se familiarisent rapidement avec les besoins variables de leur eau, en fonction de la saison et de la quantité de sédiments en suspension.

Pour traiter 20 litres d'eau (quantité moyenne transportée dans un grand seau) environ 2 grammes de poudre sont nécessaires (2 cuillères à café de 5 ml rases ou 2 capsules de bouteilles de soda avec le dos rond). Ajoutez une petite quantité d'eau propre à la poudre de graines pour en faire une pâte. Mettez la pâte dans une bouteille propre (une bouteille de soda est idéale) Ajoutez une tasse (200 ml) d'eau propre et secouez pendant 5 minutes. Ceci active les produits chimiques dans les graines écrasées.

A l'aide d'un tissu de coton blanc, filtrez cette solution dans un seau de 20 litres rempli d'eau de rivière. Mélangez-en le contenu rapidement pendant 2 minutes suivies de 10 à 15 minutes beaucoup plus lentement. Pendant que vous remuez lentement, les graines de moringa lient ensemble (ou coagulent) les fines particules et bactéries pour en former de plus grosses qui ensuite coulent et se déposent au fond du seau. Au bout d'une heure, vous avez de l'eau claire.

Ce procédé rendra l'eau claire et retirera 90–99% des bactéries attachées aux particules solides. Cependant, certains micro-organismes nocifs risquent d'être encore présents dans l'eau surtout si l'eau est très polluée. Pour obtenir de l'eau potable, une purification plus poussée est recommandée, soit en la faisant bouillir soit en la passant dans un filtre contenant du sable. Les graines séchées (retirez celles qui sont décolorées) et la poudre peuvent être stockées. La pâte doit, toutefois, être préparée fraîche chaque jour.

Le traitement de l'eau à grande échelle

Notre travail expérimental (par Folkard et Sutherland) a été conduit à Thyolo, au Malawi du sud, où une station de traitement des eaux avait été construite comme un système modèle pour le traitement des eaux du village. L'énergie électrique n'est pas nécessaire à l'opération. Des essais d'utilisation des graines de moringa ont donné des résultats de purification aussi bons que ceux obtenus avec les produits chimiques commercialisés, ceci à un coût minime. On a besoin de **50 à 150 mg de graines broyées pour 1 litre d'eau**. De simples tests dans des pots déterminent les quantités de graines nécessaires. De nombreux pays en voie de développement pourraient économiser d'énormes sommes d'argent en adoptant ces idées.

Le Moringa comme légume et source d'huile

Les gousses de *Moringa* sont des légumes commercialisés dans toute l'Inde. Dans le sud, de nombreuses variétés qui ont des temps de pousse et des gousses de longueurs très variables ont été sélectionnées. On les vend fraîches sur les marchés locaux. Les gousses vertes immatures sont coupées en morceaux et mises en boîtes dans la saumure, pour être exportées vers l'Europe et l'Amérique.

Ailleurs dans le monde, les arbres sont appréciés des villageois pour leurs gousses et leurs feuillages. Les feuilles contiennent un taux de protéines élevé (27 %) et sont riches en vitamines A et C, en calcium, fer et phosphore. L'un des avantages de cet arbre est que l'on peut cueillir ses feuilles à la saison sèche, lorsqu'il n'y a aucun autre légume sur le marché.

Les graines de moringa contiennent en poids 40 % d'huile. On peut utiliser le tourteau obtenu après extraction de l'huile pour traiter l'eau par coagulation. Ces tourteaux peuvent être séchés et stockés. On peut les obtenir gratuitement comme sous-produit de la fabrication de l'huile.

Ceci constitue un point très important. Les graines de *Moringa* servent d'abord à la fabrication de l'huile sans que leur efficacité à traiter l'eau n'en soit réduite. L'huile de moringa est de haute qualité et sa valeur commerciale est potentiellement élevée. L'huile est d'une égale valeur pour la cuisine et un ingrédient essentiel pour la fabrication du savon. La demande en huile du Malawi est largement supérieure à la production présente du pays. De l'huile de soja est donc importée d'Amérique du sud.

Une visite a été faite dans un village du sud du Malawi possédant de nombreux arbres moringa, couverts de gousses vertes. Les arbres sont très appréciés pour la source en légumes qu'ils représentent, mais les villageois n'avaient pas ramassé les gousses car ils n'avaient pas les moyens d'importer l'huile nécessaire pour les faire cuire et ils ne savaient pas que l'arbre était lui-même une source d'huile. Comme la plupart des légumes feuilles, le temps de cuisson des feuilles d'*ananambo* ne doit pas dépasser les 5 minutes. Autrement, cet aliment perd en grande partie ses valeurs nutritionnelles. Il est aussi conseillé de la préparer en crudité.



Différentes parties de la plante de *Moringa* sp. (photos internet)

Conclusions

On devrait encourager la plantation du moringa sur toute les petites propriétés. Les agriculteurs verront ainsi leur santé et leurs revenus s'améliorer. Cet arbre précieux fournira des légumes frais et des matières premières pour l'extraction de l'huile. Une technologie simple est disponible pour encourager l'établissement de petits moulins à huile dans les régions rurales. Les tests sont exécutés par ITDG, Zimbabwe.



Poudre de *Moringa* + lait +sucre



Le grand potentiel de l'arbre et de tous ses produits n'a pas été reconnu. Au Nigeria du sud, l'arbre moringa est connu comme **idagba manoye** – ce qui veut dire « **il pousse comme un fou** ». Nous espérons qu'à l'avenir, le bon sens prévaudra et que le vrai potentiel de cet arbre et de tous ses produits sera reconnu.

Les utilisations du Moringa

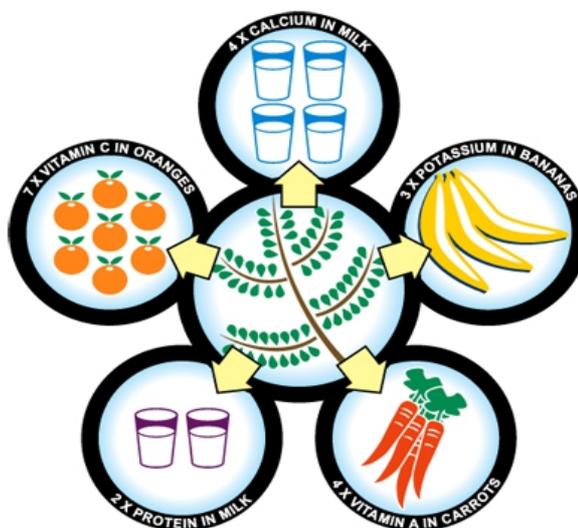
LÉGUME :

- gousses vertes
- feuilles
- fleurs et
- graines grillées.



Les qualités nutritives de *Moringa oleifera* :

(de **Geoff FOLKARD** et **John SUTHERLAND** membres du groupe des ingénieurs écologistes de l'Université de Leicester (**Department of Engineering University of Leicester Leicester LE1 7RH Royaume Uni**))



HUILE :

- Les graines contiennent au poids 40% d'huile. Utilisé en cuisine, pour la fabrication du savon, produit de base cosmétique et dans les lampes.

COAGULANT POUR L'EAU :

- Utilisé traditionnellement pour le traitement de l'eau pour la maison au Soudan et en Indonésie. Utilisé à grande échelle dans le traitement des eaux au Malawi.

AUTRES UTILISATIONS :

- Les graines en poudre servent d'onguent pour traiter les infections bactériennes courantes de la peau.
- Les feuilles et les tourteaux de graines sont utiles comme fourrage pour les bêtes ou comme engrais pour la terre.
- Plantation en haies vives et pare-vents. Source de bois de chauffage après élagage (des branches principales, ce qui encourage la pousse des branches basses et transversales).

Moringa stenopetala (Baker f.) Cufod.

Protologue : Senckenberg. Biol. 38 : 407 (1957).

Famille : Moringaceae

Noms vernaculaires

Moringa éthiopien (Fr). Cabbage tree, African moringa tree (En).

Origine et répartition géographique

Moringa stenopetala est endémique de l'Afrique de l'Est, où il est présent au nord du Kenya et en Ethiopie. En Ethiopie, il est cultivé partout. Il se peut que les arbres cultivés soient issus d'un peuplement sauvage jadis situé à Chew Bahir (Lac Stéphanie) et aujourd'hui éteint. On ne connaît aujourd'hui que cinq endroits où *Moringa stenopetala* existe à l'état sauvage, tous situés au nord du Kenya. Les données sur sa présence à Djibouti et en Somalie résultent probablement d'erreurs d'identification ou bien il s'agit d'introductions récentes, et les données pour le Soudan et l'Ouganda se réfèrent probablement à des spécimens cultivés. Au cours des dernières années, *Moringa stenopetala* a été diffusé et on encourage sa culture dans de nombreux pays tropicaux, comme le Sénégal et le Malawi.

Usages

Au Konso (Ethiopie), on sépare les folioles de *Moringa stenopetala* du rachis et on les plonge dans l'eau bouillante. Puis on ajoute du sel ou du carbonate de soude à l'eau, et pendant que les feuilles cuisent, on prépare un mélange de farines, on le pétrit et on en façonne des boulettes de 2–5 cm de diamètre. On jette ensuite ces boulettes dans l'eau, et en une dizaine de minutes, elles sont prêtes à être servies avec les feuilles. Ce plat qui combine des matières grasses (graisse ou beurre), de petites boulettes de céréales et une grande quantité de feuilles est considéré comme un repas de bonne qualité. On peut aussi y ajouter les jeunes fruits tendres mais leur goût légèrement amer en limite l'usage en période de disette alimentaire. Pendant la saison sèche, la consommation moyenne de feuilles par les adultes dans le sud de l'Éthiopie est de 150 g/jour, ce qui correspond à 19% des besoins en calories et 30% des protéines. Plus de 5 millions de personnes consomment *Moringa stenopetala* comme légume.

Mais *Moringa stenopetala* a de nombreux autres usages. Les Turkanas du nord du Kenya préparent une infusion de feuilles, qu'ils utilisent comme remède contre la lèpre. Les Njemps du Kenya mastiquent l'écorce pour soigner la toux et l'utilisent pour faire des soupes fortifiantes. Dans la région du Konso d'Éthiopie, la fumée des racines que l'on fait brûler s'emploie comme remède contre l'épilepsie et les feuilles de certains arbres de *Moringa stenopetala* sont réputées pour leur efficacité contre la diarrhée. Dans les régions du Negelle et du Wolayeta Sodo (Éthiopie), les feuilles et racines sont utilisées pour soigner le paludisme, les problèmes d'estomac et le diabète. Les feuilles servent également à traiter l'hypertension, la rétention placentaire, l'asthme et les rhumes, et elles sont utilisées aussi comme vermifuge, vomitif et vulnéraire. En Somalie, la fumée des racines en combustion serait inhalée par les femmes lors d'un accouchement difficile ; mais comme l'espèce n'a pas été signalée à ce jour en Somalie, cette mention est probablement inexacte. Le bois, très tendre, est utile pour fabriquer du papier, mais sa qualité comme bois de feu et comme charbon de bois est médiocre. Dans les régions du Negelle et du Wolayeta Sodo, les graines servent à purifier l'eau. Bien que sa culture le destine avant tout à la production de légume, l'arbre peut également jouer un rôle dans la lutte contre l'érosion, comme haie vive, comme brise-vent, pour donner de l'ombre et comme plante mellifère. En Éthiopie, on nourrit le bétail avec les feuilles (en particulier celles des arbres qui produisent des feuilles amères impropres à la consommation humaine) et les jeunes fruits. Les Turkanas aussi nourrissent leur bétail avec les feuilles. Dans certaines régions du sud de l'Éthiopie, l'huile des graines sert de lubrifiant, et s'emploie en parfumerie ainsi que dans la production de savon.

Propriétés

Les feuilles crues de *Moringa stenopetala* contiennent, par 100 g de matière sèche : énergie 1235 kJ (295 kcal), protéines 9,0 g, lipides 5,8 g, glucides 51,8 g, fibres brutes 20,8 g, Ca 793 mg, P 65,6 mg, Zn 0,53 mg, vitamine A 31 UI et acide ascorbique 28 mg (Abuye et al., 2003).

La composition de l'huile des graines est mal connue, mais elle est probablement comparable à celle de *Moringa oleifera*. L'analyse d'un échantillon provenant d'Ouganda a montré la composition en acide gras suivante : acide palmitique 6%, acide stéarique 4%, acide oléique 75%, acide arachidique 3%, acide béhénique 6%. Les acides gras insaturés comptent pour 78% du total. En outre, l'huile contient 0,5% de stérols (principalement β -sitostérol et Δ 5avenastérol) et des tocophérols à raison de 200 mg/kg (principalement α -tocophérol, γ -tocophérol, et δ -tocophérol).

Les graines de *Moringa stenopetala* dégraissées et décortiquées contiennent des glucosinolates, le 4-(α -L-rhamnopyranosyloxy)-benzyl glucosinolate et la glucoconringiine (2-hydroxy-2-méthylpropyl glucosinolate). Après hydrolyse, le premier produit du 4-(α -L-rhamnosyloxy)-benzyl isothiocyanate, qui est un bactéricide et fongicide efficace. Les graines de *Moringa stenopetala* produisent une plus grande quantité du glucosinolate (8–10% du poids sec) que celles de *Moringa oleifera* Lam. et peuvent par conséquent être utilisées à des doses plus faibles. C'est l'isothiocyanate qui donne aux graines broyées leur odeur piquante de raifort. On a découvert que les glucosinolates des feuilles provoquaient des goitres, mais moins que prévu étant donné leur concentration. Il se peut toutefois que dans une alimentation pauvre en iode, ils contribuent à la maladie. La graine contient une protéine (polyélectrolyte cationique) qui a une action floculante dans la purification de l'eau. Elle peut être extraite des graines broyées avec de l'eau salée.

Au cours d'expérimentations in vitro, l'extrait à l'éthanol de feuilles et de racines s'est avéré prometteur dans la lutte contre *Trypanosoma brucei* et *Leishmania donovani*. L'extrait de feuille a provoqué une augmentation des contractions du muscle lisse de l'utérus chez les souris et les cobayes. On peut faire le lien entre cette augmentation de contractions et l'usage médicinal des feuilles contre la rétention placentaire. Un extrait brut de graines a fortement inhibé la croissance de *Staphylococcus aureus*, *Salmonella typhi*, *Shigella* sp. et *Candida albicans*.

L'effet hypoglycémique d'un extrait aqueux de feuilles de *Moringa stenopetala* a été confirmé chez des lapins non-diabétiques. Au cours d'expérimentations in vivo pour comparer cet extrait avec le glibenclamide, on a découvert que l'extrait de plante diminuait la glycémie, bien qu'il soit moins puissant que le glibenclamide. On a observé que cet effet augmentait avec le temps et avec des doses plus fortes de l'extrait.

Autres espèces

Moringa oleifera et *Moringa stenopetala* (Baker f.) Cufod. partagent de nombreuses caractéristiques. Leurs emplois comme légume et pour purifier l'eau sont identiques. Ils partagent plusieurs usages médicaux et tous deux possèdent des graines à forte teneur en huile. *Moringa oleifera* se développe plus vite et produit rapidement des fruits et des graines. Quant à *Moringa stenopetala*, il est mieux adapté aux climats secs, sa production de graines est plus élevée et le rendement en coagulants est plus important. *Moringa peregrina* (Forssk.) Fiori, source de l'huile de ben de l'Égypte ancienne, donne des graines qui ont la même teneur en huile et a plusieurs usages médicaux.

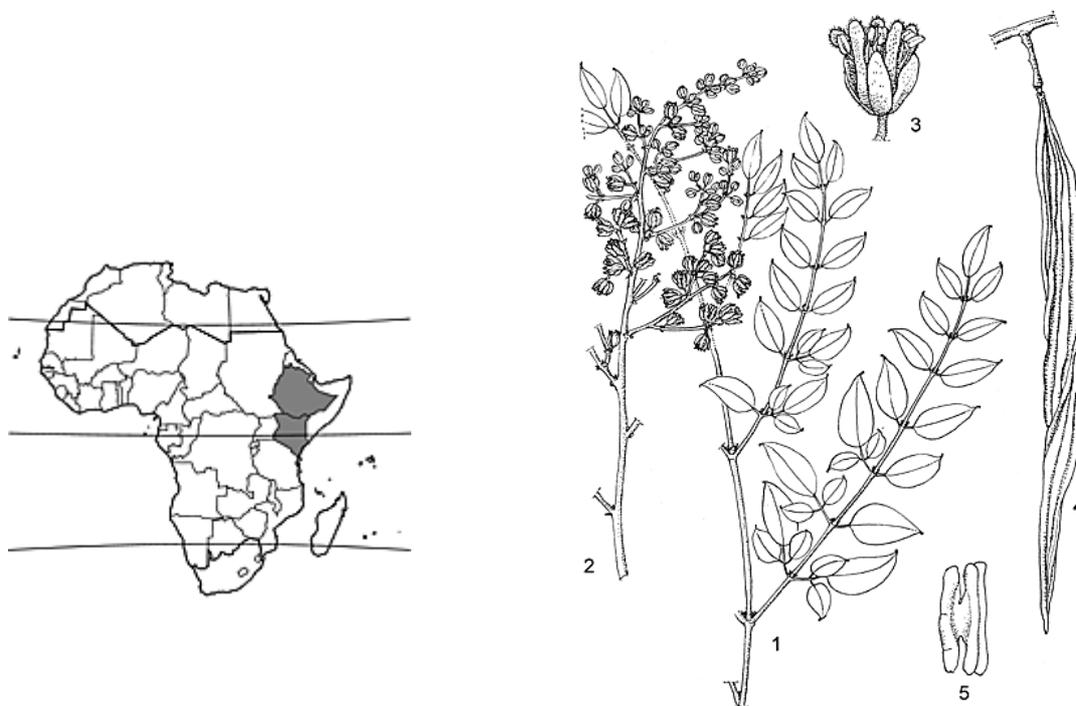
Description

Petit arbre atteignant 10 m de haut ; tronc atteignant 100 cm de diamètre, renflé, en forme de bouteille ; écorce blanchâtre, gris pâle, argentée ou noirâtre, lisse ; cime fortement ramifiée ; jeunes pousses densément pubescentes. Feuilles alternes, atteignant 55 cm de long, 2-3-pennées, avec environ 5 paires de pennes ; stipules absentes, mais pétiole pourvu de glandes stipitées à la base ; folioles elliptiques à ovales, de 3,5-6,5 cm \times 2-3,5 cm, pourvues de glandes en forme de stipelles à la base du pétiole, arrondies à cunéiformes à la base, apex aigu à apicule épaissie. Inflorescence : panicule dense atteignant 60 cm de long, portant un grand nombre de fleurs. Fleurs bisexuées,

régulières, 5-mères ; sépales libres, de 4–7 mm de long, égaux, crème lavé de rose ; pétales libres, oblongs à linéaires-oblongs, de 8–10 mm de long, égaux, garnis de longs poils à l'intérieur, blancs, jaune pâle ou jaune-vert ; étamines 5, filets de 4–6,5 mm de long, anthères jaunes, alternant avec les staminodes ; ovaire supère, pédonculé, ovoïde, d'environ 2 mm de long, densément poilu, 1-loculaire, style étroitement cylindrique, glabre, sans lobes stigmatiques. Fruit : capsule allongée à 3 valves, de 20–50 cm de long, cannelée, tordue à l'état jeune, droite ensuite, rougeâtre et couverte d'une pruine grisâtre, contenant de nombreuses graines. Graines elliptiques-trigones, de 2,5–3,5 cm × 1,5–2 cm, pourvues de 3 minces ailes de 6–9 cm de long.

Autres données botaniques

Le genre *Moringa* comprend 13 espèces, dont 8 sont endémiques de la Corne de l'Afrique. *Moringa stenopetala* partage la forme en bouteille de son tronc avec *Moringa ovalifolia* Dinter & A. Berger, qu'on trouve en Namibie et en Angola, et avec deux espèces endémiques de Madagascar, *Moringa drouhardii* Jum. et *Moringa hildebrandtii* Engl. Ces quatre espèces ont aussi en commun des fleurs petites et régulières. Des études cladistiques semblent toutefois prouver qu'elles ne sont pas étroitement apparentées.



Carte de répartition

1, partie d'une feuille ; 2, partie d'une inflorescence ; 3, fleur ; 4, fruit ; 5, graine. Redessiné et adapté par Iskak Syamsudin

Croissance et développement

Sur des plantations expérimentales de *Moringa stenopetala* au Soudan, les plantes ont atteint une hauteur de 3 m en 14 mois. Les premières fleurs sont apparues 2,5 ans après le semis. Au Konso, les premières feuilles sont récoltées au bout de 3 ans environ.

Écologie

Les peuplements naturels de *Moringa stenopetala* se situent à 400–1000 m d'altitude, dans des régions où les températures moyennes annuelles sont de 24–30°C. Le *Moringa stenopetala* cultivé se trouve quant à lui à 500–1800 m d'altitude, mais la limite supérieure va jusqu'à 2100 m si les arbres sont abrités du vent et des fortes pluies. La pluviométrie annuelle de la région où il est présent en Éthiopie est de 500–2400 mm. Un léger gel est toléré, mais un gel sévère peut faire mourir les arbres jusqu'au niveau du sol. A l'état sauvage, *Moringa stenopetala* se rencontre

généralement en terrain rocailleux près de points d'eau permanents. Il a une préférence pour les sols bien drainés où la nappe phréatique est élevée, ce qui ne l'empêche pas de supporter aussi des conditions de sécheresse. Par conséquent, on le trouve autant dans les zones inondées que dans les régions sèches.

Multiplication et plantation

La méthode de multiplication recommandée est le semis en sachets en polyéthylène. Jusqu'à un an, les graines ont un taux de germination de près de 100% ; plus âgées, leur germination est variable et décline en fonction de l'âge et du mode de conservation. On place les graines à 1 cm de profondeur dans un mélange de sable et de limon, enrichi de compost. Il faut que les sachets soit semi-ombragés et arrosés tous les jours. Le taux et la vitesse de germination sont à leur maximum à 25-0°C. On peut procéder au repiquage lorsque les plants font 20 cm de haut ou qu'ils sont âgés de 6 mois ; avec un apport en eau adéquat, (environ 25 l d'eau tous les 3-4 jours) tous les plants devraient survivre. La pratique la plus répandue en culture traditionnelle est de repiquer les plants qui se sont installés sous de vieux arbres. Avant le repiquage, on taille les rameaux et les racines et on laisse sécher les plants pendant une semaine après avoir couvert les racines de cendres et les parties supérieures de bouse. Dans les champs du Konso, où l'on cultive des plantes vivrières comme le sorgho, le maïs et l'éleusine, 30-50 arbres/ha sont conservés. Dans les endroits plus secs, on plante les arbres dans de mini-bassins de retenue d'eau. À Arba Minch, les arbres sont principalement cultivés dans des jardins familiaux faisant jusqu'à 0,1 ha et qui abritent 5-15 arbres par jardin. Les autres plantes généralement cultivées dans ces jardins sont le papayer, le caféier, le bananier, le manioc, le maïs, la canne à sucre, le cotonnier et les piments *Capsicum*.

On peut employer des boutures, mais c'est une pratique peu répandue dans la tradition des Konsos.

Les arbres issus de boutures s'avèrent avoir un médiocre système racinaire.

Gestion

La taille des arbres intervient tous les 5 ans pendant la saison des pluies (mars-avril). La propriété des arbres individuels fait l'objet d'une réglementation précise : même les arbres situés dans des lieux publics sont la propriété de particuliers, et le droit d'en récolter les feuilles à vie peut être acheté et vendu.

Maladies et ravageurs

Le problème principal de *Moringa stenopetala* au Konso est une chenille non identifiée, qui peut en une semaine seulement dévorer les feuilles des arbres de tout un village. Aucun traitement efficace n'a encore été trouvé. Dans les sols trop humides, on constate une pourriture des racines.

Récolte

On laisse de préférence les feuilles de *Moringa stenopetala* sur les arbres pendant la saison des pluies lorsqu'il y a abondance d'autres légumes. Le goût des feuilles est meilleur pendant la saison sèche qu'à l'époque des pluies. Ce sont surtout les enfants qui récoltent, en se servant d'une serpe attachée au bout d'un long manche. On récolte les fruits jeunes pour éviter qu'ils n'entrent en compétition avec la production de feuilles.

Rendements

Les estimations de rendements sont rares. La production annuelle peut atteindre 2000 fruits, ou 6 kg de graines par arbre en conditions idéales. On a signalé des rendements moyens à élevés en fruits et en feuilles pour les plaines de la Vallée du Rift, à environ 1200 m d'altitude. A des altitudes supérieures à 1650 m, on ne récolte pas de fruits du tout et la production de feuilles est médiocre.

Ressources génétiques

Un seul peuplement naturel est connu près du Lac Baringo, et 4 peuplements autour du Lac Turkana. La plus grande part du matériel utilisé dans le passé par les chercheurs provenait probablement du peuplement du Lac Baringo. Chez les arbres cultivés au sud-ouest de l'Éthiopie, il

existe une variabilité considérable des caractéristiques. Le goût des feuilles diffère d'un arbre à l'autre, allant du doux à l'amer. Certains arbres sont connus pour produire des feuilles particulièrement efficaces dans le traitement de la diarrhée. La facilité de désintégration des feuilles à la cuisson est également une caractéristique importante. La sélection de graines des arbres possédant de bonnes caractéristiques se pratique au Konso depuis longtemps. Et l'un des résultats de cette sélection est l'augmentation de la taille des graines des arbres cultivés, comparée aux arbres sauvages. Excepté les sélections opérées par les paysans d'Éthiopie, aucune tentative d'amélioration de *Moringa stenopetala* n'a été entreprise.

Sur les marchés locaux d'Éthiopie, les feuilles sont vendues comme légume. Il semble qu'il existe de modestes échanges commerciaux depuis le sud-ouest de l'Éthiopie vers Addis Abéba pour les usages médicaux.

Le Biodiversity Conservation and Research Institute d'Addis Abéba (Éthiopie) détient quelques entrées de ressources génétiques de *Moringa stenopetala*.

Perspectives

Longtemps délaissées, les perspectives offertes par *Moringa stenopetala* ont suscité dernièrement beaucoup d'intérêt. À l'avenir, l'emploi de ressources génétiques éthiopiennes dans la recherche améliorera la compréhension de la variabilité en matière de saveur et de composition chimique.

Pour les climats semi-arides, il se peut *Moringa stenopetala* devienne finalement une plante cultivée à usages multiples encore plus importante que *Moringa oleifera*.

Source : [http://database.prota.org/dbtw-wpd/exec/dbtwpub.dll?](http://database.prota.org/dbtw-wpd/exec/dbtwpub.dll?ac=qbe_query&bu=http://database.prota.org/recherche.htm&tn=protab~1&qb0=and&qf0=Species+Code&qf0=Moringa+stenopetala&rf=AfficherWeb)

[ac=qbe_query&bu=http://database.prota.org/recherche.htm&tn=protab~1&qb0=and&qf0=Species+Code&qf0=Moringa+stenopetala&rf=AfficherWeb](http://database.prota.org/recherche.htm&tn=protab~1&qb0=and&qf0=Species+Code&qf0=Moringa+stenopetala&rf=AfficherWeb)

Quelques références sur *Moringa* sp.

ABUYE C., URGA K., KNAPP H., SELMAR K., OMWEGA A.M., IMUNGI J.K., WINTERHALTER P. 2003. A compositional study of *Moringa stenopetala* leaves. East African Medical Journal 80(5): 247-250.

AMAGLO N. 2006. Comment produire des feuilles de Moringa efficacement ? In : Moringa et autres végétaux à fort potentiel nutritionnel : Stratégies, normes et marchés pour un meilleur impact sur la nutrition en Afrique. Accra, Ghana, 16-18 novembre 2006. 10 p.

DOAMBA A., SAVADOGO C.A. 2011. Rapport sur l'étude d'identification et de caractérisation des sites du moringa (Gourma, Garango, Nanoro, Leo, Dano, Guie et Reo). Association pour le développement de microprojets Fruits et Légumes dans le Tiers Monde (Microfel Tiers Monde). 9 p.

BENNETT R.N., MELLON F.A., FOIDL N., PRATT J.H., DUPONT M.S., PERKINS L., KROON P.A. 2003. Profiling glucosinolates and phenolics in vegetative and reproductive tissues of the multi-purpose trees *Moringa oleifera* L. (Horseradish tree) and *Moringa stenopetala* L. Journal of Agricultural and Food Chemistry 51(12): 3546–3553.

BIDIMA I.M. 2016. Production et transformation du moringa. Coll. Pro-Agro. Ingénieurs Sans Frontières Cameroun (ISF Cameroun) et du Centre technique de coopération agricole et rurale (CTA). Wageningen-Pays-Bas-Cameroun. 40 p. [www.isf-cameroun.org / www](http://www.isf-cameroun.org/).

BOSCH C.H. 2004. *Moringa oleifera* Lam. In: Grubben, G.J.H. & Denton, O.A. (Éds). PROTA 2: Vegetables/Légumes. [CD-Rom]. PROTA, Wageningen, Pays Bas.

BOSCH C.H. 2004. *Moringa stenopetala* (Baker f.) Cufod. [Internet] Fiche de Protabase. Grubben, G.J.H. & Denton, O.A. (Éds). PROTA (Plant Resources of Tropical Africa / Ressources végétales de l'Afrique tropicale), Wageningen, Pays Bas. <http://database.prota.org/recherche.htm>.

BUKAR A., UBA A., OYEYI T.I. 2010. Antimicrobial profil of *Moringa oleifera* Lam. extracts against some food-borne microorganisms. Bayero Journal of Pure and Applied Sciences, 3(1): 43-48.

Abstract: The chloroform and ethanol extracts of seeds and leaf of *Moringa oleifera* were investigated for antimicrobial activity against some selected food – borne microorganisms as a first step in the screening of the extracts for preliminary sanitizing/preservative properties on foods. The preliminary phytochemical screening and antimicrobial assay were carried out using standard procedures. The results of the phytochemical analysis revealed differences in the presence of the phytochemicals among the extracts. Saponins were detected in all the extracts while tannins were only detected in *Moringa oleifera* leaf chloroform extract. The antibacterial assay results show that *M. oleifera* leaf ethanol extract exhibited broad spectrum activity against the test organisms with *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus* and *Enterobacter aerogenes* susceptible. The MIC values ranged between 2.0 and >4.0mg/ml for all the organisms. *M. oleifera* seed chloroform extract was only active against *E. coli* and *Salmonella typhimurium*. The MIC values ranged between 1.0 and >4.0mg/ml for the tested organisms respectively. Antifungal activity result revealed 100% inhibition in growth of *Mucor* and *Rhizopus* species by *M. oleifera* seed chloroform extract at concentration of 1mg/ml. Standard Ketoconazole (control) inhibited the test organisms by 100% at 0.5mg/ml concentration. The result of this study have shown the potentials of *M. oleifera* extracts as sanitizers/preservatives by inhibiting the growth of the test organisms, which range from food – borne pathogens to spoilage causing organisms in foods.

BURKILL H.M. 1997. The useful plants of West Tropical Africa. 2nd Ed. Vol 4, Families M–R. Royal Botanic Gardens, Kew, United Kingdom. 969 p.

CSIR. 1962. The wealth of India. A dictionary of Indian raw materials and industrial products. Raw materials. Volume 6: L–M. Council of Scientific and Industrial Research, New Delhi, India. 483 pp.

de SAINT-SAUVEUR A. 1993. Le moringa, un arbre a multiples usages pour le Sahel. In: Riedacker, A., Dreyer, E., Pafadnam, C., Joly, H. & Bory, G. (Eds). Physiologie des arbres et arbustes en zones arides et semi-arides : séminaire Paris-Nancy, 20 mars–6 avril 1990. Libbey,

Paris, France. Pp. 441–446.

de SAINT SAUVEUR A. 2001. Moringa exploitation in the world: state of knowledge and challenges. Paper presented at the conference Development potential of Moringa products, held 29 October–2 November 2001 in Dar es Salaam, Tanzania. http://www.moringanews.org/actes/saintsauveur_en.doc

de SAINT SAUVEUR A. ND. Techniques de production de feuilles de Moringa en exploitation agricole familiale. Propage. <http://www.moringanews.org>.

DELAVEAU P., BOITEAU P. 1980. Huiles a intérêt pharmacologique, cosmétologique et diététique: IV - Huiles de *Moringa oleifera* Lam. et de *Moringa drouhardii* Jumelle. Plantes médicinales et Phytothérapie 14: 29–33.

DEMEULENAERE E. 2001. *Moringa stenopetala*, a subsistence resource in the Konso district. Development potential of Moringa products. Proceedings of a workshop held 29 Oct.–2 Nov. 2001 in Dar es Salaam, Tanzania. http://www.moringanews.org/actes/demeulenaere_en.doc. Accessed January 2004.

EILERT U., WOLTERS B., NAHRSTEDT A. 1981. The antibiotic principle of seeds of *Moringa oleifera* and *Moringa stenopetala*. Planta Medica 42: 55–61.

ENGELS J.M.M., GOETTSCH E. 1991. Konso agriculture and its plant genetic resources. In: Engels J.M.M., Hawkes J.G., Melaku Worede (Eds). Plant genetic resources of Ethiopia. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom. Pp. 169–186.

FAHEY JED W. 2005. *Moringa oleifera*: A Review of the Medical Evidence for Its Nutritional, Therapeutic, and Prophylactic Properties. Part 1. Tree for Life Journal 1: 5. (www.TFLJournal.org)

FAROOQ A., BHANGER M.I. 2003. Analytical characterization of *Moringa oleifera* seed oil grown in temperate regions of Pakistan. Journal of Agricultural and Food Chemistry 51(22): 6558–6563.

FAROOQ A., LATIF S., MUHAMMAD A. M., GILANI A.H. 2007. *Moringa oleifera*: A Food Plant with Multiple Medicinal Uses. Phytotherapy Research 21: 17–25.

FERGUSON IK. 1985. The pollen morphology of **Moringaceae**- Kew bulletin 40, 1 : 25-34

Abstract :The pollen morphology of 13 species of the genus *Moringa* has been studied. The pollen exine is rather distinctive and uniform in structure throughout the family. It is spheroidal, tricolporate with costate colpi, the ornamentation is psilate with sparse puncta, the endexine is very thick at the apertures but almost absent from the mesocolpial and polar areas, the foot layer is thick, the interstitium granular and the tectum thick. Six of the species have pollen grains larger than those of the rest of the genus. Pollen size correlates with macromorphology and it is postulated that polyploidy may be present. Pollen morphology and the relationship of the family is discussed.

GAMATIE M. 2001. *Moringa oleifera* management systems in the river Niger valley: the case of Sarando area. [Internet] Development potential of *Moringa* products. Proceedings of a workshop held 29 Oct.–2 Nov. 2001 in Dar es Salaam, Tanzania.

GASSENSCHMIDT U., JANY K.D., TAUSCHER B., NIEBERGALL H. 1995. Isolation and characterization of a flocculating protein from *Moringa oleifera* Lam. Biochimica et Biophysica Acta. G, General subjects 1243(3): 477–481.

GILL L.S., KARATELA Y.Y., LAMINA B.L., HUSAINI S.W. 1985. Cytology and histomorphology of *Moringa oleifera* Lam. (Moringaceae). Feddes Repertorium 96(4): 299–305.

Résumé : Three populations examined had a haploid count of $n = 11$, with regular meiosis and 91 % filled pollen. Details of the anatomy of the leaf epidermis, the wood and the bark are presented.

JAHN S.A.A. 1986. Proper use of African natural coagulants for rural water supplies: Research in the Sudan and a guide for new projects. GTZ, Eschborn, Germany. 541 pp.

JAHN S.A.A. 1988. Chemotaxonomy of flocculating plant materials and their application for rural water purification in developing countries. *Symbolae Botanicae Upsaliensis* 28(3): 171–185.

JAHN S.A.A. 1991. The traditional domestication of a multipurpose tree *Moringa stenopetala* (Bak.f.) Cuf. in the Ethiopian rift valley. *Ambio* 20(6): 244–247.

JAHN S.A.A. MUSNAD H.A., BURGSTALLER H. 1986. The tree that purifies water: cultivating multipurpose Moringaceae in the Sudan. *Unasylyva* 152: 23–28.

KEBREAB A., GHEBREMICHAEL, K.R. GUNARATNA, HONGBIN H., HARRY B., GUNNEL D. 2005. A simple purification and activity assay of the coagulant protein from *Moringa oleifera* seed. *Water Research* 9(11): 2338-2344.

Abstract :Use of extracts from *Moringa oleifera* (MO) is of great interest for low-cost water treatment. This paper discusses water and salt extraction of a coagulant protein from the seed, purification using ion exchange, its chemical characteristics, coagulation and antimicrobial properties. The coagulant from both extracts is a cationic protein with pI greater than 9.6 and molecular mass less than 6.5 kDa. Mass spectrometric analysis of the purified water extract indicated that it contained at least four homologous proteins, based on MS/MS peptide sequence data. The protein is thermoresistant and remained active after 5 h heat treatment at 95 °C.

LALAS S., TSAKNIS J., SFLOMOS K. 2003. Characterisation of *Moringa stenopetala* seed oil variety ‘Marigat’ from island Kokwa. *European Journal of Lipid Science and Technology* 105: 23-31.

MAKONNEN E., HUNDE A., DAMECHA G. 1997. Hypoglycaemic effect of *Moringa stenopetala* aqueous extract in rabbits. *Phytotherapy Research* 11 (2): 147–148.

MAUNDU P.M., NGUGI G.W., KABUYE C.H.S. 1999. Traditional food plants of Kenya. Kenya Resource Centre for Indigenous Knowledge (KENRIK), Nairobi, Kenya. 270 p.

MAYER F.A., Stelz A. 1993. *Moringa stenopetala* provides food and low-cost water purification. *Agroforestry Today* 5(1): 16–18.

Muluvi G.M., Sprent J.I., Soranzi N., Provan J., Odee D., Folkard G., McNicol J.W., Powell W. 1999. Amplified fragment length polymorphism (AFLP) analysis of genetic variation in *Moringa oleifera* Lam. *Molecular Ecology* 8(3): 463–470.

MUNYANZIZA E. 2007. *Moringa drouhardii* Jum. Fiche de Protabase. van der Vossen, H.A.M. & Mkamilo, G.S. (Eds). PROTA (Plant Resources of Tropical Africa / Ressources végétales de l’Afrique tropicale), Wageningen, Pays Bas. <http://database.prota.org/recherche.htm>.

SANCHEZ Na.R., LEDIN S., LEDIN I. 2006. Biomass production and chemical composition of *Moringa oleifera* under different management regimes in Nicaragua. *Agroforestry Systems* 66: 231-242.

Abstract: The effects of different planting densities (250,000, 500,000 and 750,000 plants ha⁻¹) and cutting frequencies (45, 60 and 75 days) on the biomass production and chemical composition of *Moringa oleifera* was studied in a completely randomised split plot design with four blocks, in Managua, Nicaragua, located geographically at 1208°15' N and 8609°36' E. The 75 day cutting frequency produced the highest fresh matter yield, 100.7 and 57.4 Mg ha⁻¹ year⁻¹, and dry matter (DM) yield, 24.7 and 10.4 Mg ha⁻¹ year⁻¹, during the first and second year, respectively. All planting densities produced the highest DM yield at 75 day cutting frequency. In the first year, the density of 750,000 plants ha⁻¹ produced the highest fresh matter yield, 88.0 Mg ha⁻¹ and highest DM yield, 18.9 Mg ha⁻¹, but in the second year the density of 500,000 plants ha⁻¹ gave the highest yields, 46.2 Mg ha⁻¹ and 8.1 Mg ha⁻¹, respectively. During the first year, DM (22.8%), neutral detergent fibre (NDF) (30.8%) and ash (9.14%) contents were highest and *in vitro* DM digestibility (IVDMD) (68.2%) was lowest in the longest cutting interval, while contents of crude protein (CP) (22.8%) and acid detergent fibre (ADF) (22.8%) were not affected significantly by cutting frequency. In the second year, DM and CP contents and IVDMD were not significantly affected by cutting frequency, whereas NDF, ADF and ash contents were lowest in the 60 day cutting frequency. Planting density had no significant effect on chemical composition or IVDMD. These data suggest that *Moringa* forage could be an interesting protein supplement for ruminants.

OLSON M.E. 2001. Wood and bark anatomy in *Moringa* (Moringaceae). *Haseltonia* 8: 85-121.

OLSON M.E. 2002a. Intergeneric relationships within the Caricaceae-Moringaceae clade (Brassicales) and potential morphological synapomorphies of the clade and its families. *Int. J. Plant Sci.* 163(1):51–65.

OLSON M.E. 2002b. Combining data from DNA sequences and morphology for a phylogeny of Moringaceae (Brassicales). *Systematic Botany* 27(1): 55–73.

Abstract :The Old World dry tropical family Moringaceae is remarkable for the great diversity of habit and floral morphology found within its only genus, *Moringa*. To infer the phylogenetic relationships of all 13 species, parsimony analyses of morphological data and DNA sequences from a low-copy nuclear region (*PEPC*), a chloroplast region (*trnG*), and a tandemly-repeated nuclear region present in high copy number (ITS) were conducted of each data set separately and combined. Characters from studies of ontogeny substantially enhanced the resolution of the morphological data set. The Incongruence Length Difference test indicated the congruence of all data sets, as did Templeton tests comparing the single tree resulting from the combined analysis in the context of the individual data sets. This tree is presented as the preferred topology, in which the four bottle trees appear in a basal paraphyletic assemblage, with the three species of slender trees (including the economically important *M. oleifera*) forming a clade that is sister to a clade of the six species of tuberous shrubs and trees of northeast Africa. *Moringa* is currently divided into three sections, but because of the basal grade, it cannot be divided into useful monophyletic infrageneric taxa. The phylogeny-based informal terms “bottle tree grade”, “slender tree clade”, and “tuberous clade” are suggested as alternatives. Relationships within *Moringa* were found to be largely congruent with a previous study of wood anatomy.

OLSON M.E. 2003. Ontogenetic origins of floral bilateral symmetry in Moringaceae (Brassicales). *American Journal of Botany* 90:49-71.

Abstract: Floral morphology of the 13 species of *Moringa* ranges from actinomorphic flowers with little hypanthium to highly zygomorphic flowers with well-developed hypanthia. Scanning electron and light microscopy were used to identify ontogenetic differences among two actinomorphic and eight zygomorphic species. All species show traces of zygomorphy between petal organogenesis and anther differentiation. At late organogenesis, zygomorphy is manifest by one petal being larger than the others, slight unidirectional maturation of the anthers, and in many species, some staminodes may be missing. At organ differentiation and beyond, the actinomorphic species show a trend toward increasing actinomorphy, whereas the zygomorphic features of early ontogeny are progressively accentuated throughout the ontogeny of the zygomorphic species. Because of the early traces of zygomorphy throughout the family, ontogeny in *Moringa* does not resemble that known from the sister taxon Caricaceae, which has flowers that are actinomorphic throughout ontogeny. Great intraspecific variation was found in floral plan in the actinomorphic-flowered species in contrast to the zygomorphic species. Each of the main clades in the family is distinguished by at least one feature of floral ontogeny. In general, ontogenetic differences that are congruent with deeper phylogenetic splits tend to occur earlier in ontogeny than those congruent with more recent divergences.

OLSON M.E. 2007. Wood ontogeny as a model for studying heterochrony, with an example of pedomorphosis in *Moringa* (Moringaceae). *Systematics and Biodiversity*. 5: 145-158.

Abstract : Modern studies of heterochrony in plants have focused mostly on determinate organs or annuals, leaving long-lived plants unstudied. Wood offers remarkable access to the issue, because ontogeny during the life of a woody plant is recorded by changes in cell attributes from the inner wood to the outermost wood. An example is provided, examining vessel element ontogeny in an explicitly phylogenetic context to infer pedomorphosis in the evolution of tuberous shrubs, represented by *Moringa longituba* (Moringaceae, the drumstick tree family), from an arborescent ancestral-type ontogeny represented by sister taxon *M. ruspoliana*. Two main difficulties with the use of wood in heterochrony studies are identified and their implications are discussed: (1) Some variable must be chosen against which to plot ontogenetic data; time, either observed directly or inferred from growth rings can be used, but stem diameter may be an acceptable or more informative alternative; (2) ‘Onset’ and ‘terminal’ ontogenetic reference points are required by the prevailing paradigm for studying heterochrony. However, in most cases it will be impossible to detect differences in the onset of wood ontogeny that lead to differences in mature morphologies. Likewise, it may often be impossible to identify a terminal point (e.g. sexual maturity, the traditional zoological reference point, is usually not associated with cessation of major ontogenetic changes in woody plants). As a result, distinguishing between subcategories of heterochrony (neoteny, progenesis, etc.) is usually impossible. Nevertheless, it should usually be possible to distinguish between the major categories (pedomorphosis and peramorphosis), or to reject an hypothesis of heterochrony. Finally, issues such as the sensitivity of ancestral character state reconstructions to branch lengths and coding of terminal taxa, and opportunities for incorporating intraspecific variability into studies of wood ontogenetic evolution are shown.

OLSON M.E., CARLQUIST S. 2001. Stem and root anatomical correlations with life form diversity, ecology, and systematics in *Moringa* (Moringaceae). *Botanical Journal of the Linnean*

Society 135(4): 315–348.

OLSON M.E., RAZAFIMANDIMBISON S.G. 2000. *Moringa hildebrandtii* (Moringaceae): a tree extinct in the wild but preserved by indigenous horticultural practices. *Adansonia*, sér. 3 22 (2): 217-221. **Résumé** : Un exemple d'un phénomène rare consistant en la persistance en culture d'un organisme disparu dans la nature. L'arbre *Moringa hildebrandtii* (Moringaceae) est censé exister à l'état sauvage le long de la côte ouest de Madagascar ; pourtant, une prospection récente et une enquête auprès de la population n'ont pas révélé sa présence dans cette région ou dans une autre localité de l'île. Cet arbre est, cependant, fréquemment cultivé dans les villages et toutes les récoltes d'herbier effectuées depuis sa découverte en 1880 proviennent de plantations. Diverses données permettent de penser que l'arbre vivait à l'origine dans l'extrême sud-est de l'île : 1) Le nom vernaculaire de cet arbre (hazomaroseranana) implique une relation avec cette région qui était sous le contrôle des Maroseranana durant presque 400 ans ; 2) Toutes les autres espèces de *Moringa* se trouvent dans de semblables types d'habitats semi-arides qui ne se rencontrent pas ailleurs à Madagascar. Des efforts pour la redécouverte de cet arbre dans cette région devraient se poursuivre.

POLPRASID P. 1993. *Moringa oleifera* Lamk. In: Siemonsma J.S., Kasem Piluek (Eds). Plant Resources of South-East Asia No 8. Vegetables. Pudoc Scientific Publishers, Wageningen, Netherlands. pp. 213–215.

RAMACHANDRAN C., PETER K.V., GOPALAKRISHNAN P.K. 1980. Drumstick (*Moringa oleifera*): a multipurpose Indian vegetable. *Economic Botany* 34: 276–283.

SCHABEL H.G. 2004. *Moringa oleifera* Lam. In: Vosso, J.A. (Ed). Tropical tree seed manual. <http://www.rngr.net/Reforestation/Publications/TTSM>.

SUTHERLAND J. 1999. The *Moringa oleifera* pages. Department of Engineering, University of Leicester, Leicester, United Kingdom.

<http://www.le.ac.uk/engineering/staff/Sutherland/moringa/moringa.htm>.

SCHWARZ D. 2000. Water clarification using *Moringa oleifera*. Gate Technical information W1e. GTZ 7 p.

TEKETAY D. 1995. The effect of temperature on the germination of *Moringa stenopetala*, a multipurpose tree. *Tropical Ecology* 36(1): 49–57.

TETSUJI O., ALOYSIUS U Baes, WATARU N., MITSUMASA O. 2001. Coagulation Mechanism of Salt Solution-Extracted Active Component in *Moringa oleifera* Seeds. *Water Research* 35(3): 830-834.

Abstract: This study focuses on the coagulation mechanism by the purified coagulant solution (MOC-SC-pc) with the coagulation active component extracted from *M. oleifera* seeds using salt solution. The addition of MOC-SC-pc tap water formed insoluble matters. This formation was responsible for kaolin coagulation. On the other hand, insoluble matters were not formed when the MOC-SC-pc was added into distilled water. The formation was affected by Ca²⁺ or other bivalent cations which may connect each molecule of the active coagulation component in MOC-SC-pc and form a net-like structure. The coagulation mechanism of MOC-SC-pc seemed to be an enmeshment of Kaolin by the insoluble matters with the net-like structure. In case of Ca²⁺ ion (bivalent cations), at least 0.2 mM was necessary for coagulation at 0.3 mg C l⁻¹ dose of MOC-SC-pc. Other coagulation mechanisms like compression of double layer, interparticle bridging or charge neutralization were not responsible for the coagulation by MOC-SC-pc.

The coagulant protein showed both flocculating and antibacterial effects of 1.1–4 log reduction. With samples of high turbidity, the MO extract showed similar coagulation activity as alum. Cecropin A and MO extract were found to have similar flocculation effects for clay and microorganisms. Simple methods for both the purification and assay of MO coagulating proteins are presented, which are necessary for large-scale water treatment applications.

TORIMIRO D.O., OEYINKA M., OKORIE V.O., AKINSUYI M.A. 2009. Gender Analysis of Socio-Cultural Perception of *Moringa oleifera* Amongst Farmers in Southwestern Nigeria. *Journal of international women's studies* 10(4): 108-202.

USDA. 2003. USDA national nutrient database for standard reference, release 16. [Internet] U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service, Nutrient Data Laboratory, Beltsville Md, United States. <http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp>. Accessed January 2004.

- VERDCOURT B.** 1985. A synopsis of the Moringaceae. *Kew Bulletin* 40(1): 1–23.
- VERDCOURT B.** 1986. Moringaceae. In: Polhill, R.M. (Ed). *Flora of Tropical East Africa*. A.A. Balkema, Rotterdam, Netherlands. 11 p.
- VERDCOURT B.** 2000. Moringaceae. In: Edwards, S., Mesfin Tadesse, Demissew Sebsebe & Hedberg, I. (Eds). *Flora of Ethiopia and Eritrea*. Volume 2, part 1. Magnoliaceae to Flacourtiaceae. The National Herbarium, Addis Ababa University, Addis Ababa, Ethiopia and Department of Systematic Botany, Uppsala University, Uppsala, Sweden. Pp. 155–162.
- YALEMTSEHAY M., AMARE G.** 1998. Documentation on the use of *Moringa stenopetala* and the possible antileishmanial and antifertility effect. *SINET: Ethiopian Journal of Science* 21(2): 287–295.
- YALEMTSEHAY M., DRÄGER B.** 2003. Glucosinolates in *Moringa stenopetala*. *Planta Medica* 69(4): 380–382.