



# *Jatropha* sp.

Formad environnement

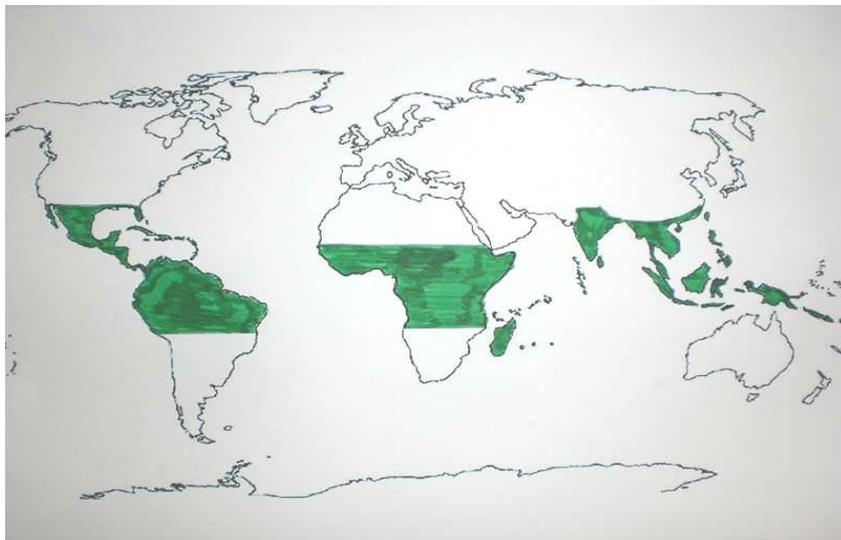
2013

## ***Jatropha curcas* L.**

*Jatropha curcas* (Synonymes *Jatropha afrocurcas* Pax (1909) ; *Curcas curcas* L., « plante à pétrole ») est une espèce d'arbuste dicotylédones de la famille des *Euphorbiaceae* originaire d'Amérique centrale. C'est une plante succulente pouvant atteindre 8 m de hauteur. Le nombre de chromosomes est  $2n = 22$  (diploïde), 33, 44 (tétraploïde). Plante pérenne, résistante à la sécheresse avec une longévité de 50 ans, elle peut croître dans les sols pauvres. Proche parente du ricin, son huile a les mêmes propriétés médicinales.

### **Noms vernaculaires**

Pourghère, purghère, grand pignon d'Inde (ou pignon d'Inde), fève d'enfer, gros ricin, médecinier purgatif (ou médecinier) en français, *Jatropha*, physic nut, purging nut, Barbados nut (En). Purgueira, pinhao, ricino major, grão de maluco, galamaluco (Portugais). Mbono (Sw), *tabanani* en wolof , ou *bagani* (« poison ») en bambara à cause de sa toxicité, ou *frofro baka* en Godié et "apromprom" en Baoulé, deux ethnies de Côte d'Ivoire. En Haïti, il est appelé *Gwo Medsiyen*.



Zone de culture de *J. curcas*

### **Origine**

*Jatropha curcas* est probablement originaire du Mexique ou des régions voisines d'Amérique centrale, qui sont les seuls endroits où il ait été souvent collecté dans des milieux non perturbés. Des navigateurs portugais l'ont emporté au Cap-Vert, où il est devenu une culture d'exportation. Il s'est répandu dans le monde entier il y a longtemps et il est aujourd'hui naturalisé dans toutes les régions tropicales et subtropicales.

### **Botanique**

Le genre *Jatropha* appartient à la tribu *Jatropheae* de la sous-famille des *Crotonoideae*. Il comprend environ 170 espèces (entre 160 à 177), dont la plupart se trouvent dans des régions tempérées chaudes et subtropicales ainsi que dans les tropiques à saison sèche. L'Afrique compte environ 70 espèces indigènes, et Madagascar une espèce endémique, *J. mahafalensis*. *J. curcas* appartient au sous-genre *Curcas*. Plusieurs espèces de *Jatropha* sont couramment cultivées dans les tropiques comme plantes médicinales ou ornementales ; il arrive qu'elles s'échappent des cultures.

Les graines de *J. mahafalensis* Jum. & H. Perrier, espèce endémique de Madagascar, contiennent une huile, appelée "huile de Betrata", dont les propriétés sont similaires à celles de *J. curcas* et qui a

les mêmes usages traditionnels. L'huile sert à l'éclairage et s'emploie comme huile capillaire antipoux. La décoction de racine se boit comme tonique. Le latex renferme un heptapeptide cyclique, la mahafacycline A.



*Jatropha multifida*

Les tiges renflées (caudex) à la base de certaines espèces leur valent les noms de *plantes bouteilles* et de *pignons d'Inde*, mais on les appelle aussi *médiciniers* pour leurs utilisations thérapeutiques auxquelles le genre doit son nom (*Jatropha* dérive du grec *jatrós*, docteur et *trophé*, nourriture).



*Jatropha gossypifolia* à Vossa près d'Ouèssè (2012)

Quelques espèces connues : *J. integerrima*, *J. cardiophylla*, *J. cathartica*, *J. cinerea*, *J. cuneata*, *J. podagrica*.



*Jatropha podagrica*

### **Ressources génétiques**

On connaît plusieurs types de *J. curcas*. Un type non toxique est cultivé au Mexique (sans esters de

phorbol dans les graines). Un type nicaraguayen a des feuilles plus grandes à lobes arrondis et des fruits et graines plus gros mais moins abondants. Il existe des types mâle-stériles, qui produisent plus de fruits que les types courants. Un essai de provenances mené à la fin des années 1980 a montré que les diverses sélections originaires d'Afrique présentaient d'importantes différences au niveau du développement végétatif, mais pas au niveau des caractères morphologiques. L'université de Wageningen (Pays-Bas) a lancé un programme destiné à prospecter et à évaluer les ressources génétiques de *J. curcas*, à les maintenir dans des banques de gènes au champ et à démarrer des travaux d'amélioration.

La Banco Nacional de Germoplasma Vegetal, Departamento de Fitotecnia, Universidad Autónoma de Chapingo, à Chapingo, au Mexique, et le Departamento de Biología, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, à León, au Nicaragua détiennent tous les deux une centaine d'entrées de *J. curcas*, mais la collecte, la caractérisation et le maintien de ressources génétiques couvrant l'intégralité de la variation de l'espèce fait toujours cruellement défaut.

On a autrefois signalé au **Bénin** 2 variétés de *J. curcas* qui se distinguent par la coloration des feuilles: l'une à feuilles vertes est très répandue dans le pays, l'autre à feuilles rouges l'est beaucoup moins. Les graines de la première sont nettement plus grosses mais leur structure anatomique ne présente pas de différence sensible avec celle de la deuxième; toutefois le tégument de la graine a une teinte brun rougeâtre tandis que celui des graines ordinaires est noirâtre.

Jatropha fut introduit au 17<sup>ème</sup> siècle, probablement par les Portugais. Initialement, la plante fut utilisée comme buisson individuel, elle fut cultivée à plus grande échelle dans les années 30 du 20<sup>ème</sup> siècle. L'huile fut utilisée à l'échelle industrielle pour la production de savon (« savon de Marseille »), les produits secondaires ont été utilisés pour la production de la cire. Par ailleurs, l'huile a été utilisée directement comme carburant de moteurs diesel ou en mélange avec le diesel d'origine fossile. Ce mode d'utilisation fut le plus répandu (jusqu'à aujourd'hui) pendant la 2<sup>ème</sup> guerre mondiale. A côté des développements actuels, qui seront traités plus en détail plus tard, le Jatropha fut utilisé à Madagascar comme tuteur des plantations de vanille et de poivre, ainsi que pour la clôture de champs et de fermes.

### *Sélection*

La plupart du matériel végétal utilisé à ce jour résulte d'une sélection simple opérée au sein de peuplements semi-naturels ou de variétés locales. Les variations inter-plantes en terme de vigueur et de rendement en graines sont énormes et on peut donc s'attendre à ce qu'une sélection systématique donne lieu à d'importantes améliorations génétiques pour les rendements en graines et d'autres caractéristiques importantes. Des programmes d'amélioration génétique ont été lancés récemment dans plusieurs pays, par ex. à l'université de Wageningen (Pays-Bas), mais aucun détail quant à l'avancement de ces travaux n'est encore disponible. De toute évidence, pour la production de biocarburant, le principal objectif d'amélioration des cultivars de *J. curcas* sera le rendement en huile par ha. Des cultivars à croissance compacte faciliteraient la récolte.

## **Description**

### ***Écologie***

*J. curcas* est présent dans les climats tropicaux semi-arides et subtropicaux chauds où les températures diurnes moyennes sont de 20-30°C et la pluviométrie annuelle de 300-600 mm. Il ne supporte pas le gel, mais il résiste à des sécheresses pouvant durer jusqu'à 7 mois. Il pousse sur des sols dégradés, sablonneux ou caillouteux, et même salins à faible teneur en nutriments, mais il ne peut survivre dans les terrains engorgés. Cependant, une production d'huile viable sur le plan économique exige des sols bien drainés de qualité acceptable au plan physique et chimique, et au moins 750 mm de précipitations annuelles, ou bien une irrigation supplémentaire.

## **Plantule**

Plantule à germination épigée, formant une racine pivotante et 4 racines périphériques ; hypocotyle allongé ; cotylédons largement oblongs et émergents ; 2 premières feuilles alternes.

## **Port**

Arbuste ou petit arbre caducifolié, un peu succulent, atteignant 5(–8) m de haut. *J. curcas* a une longévité potentielle de 30–50 ans.

Chez *J. curcas*, la croissance est intermittente et sympodiale ; elle suit le modèle architectural de « Leeuwenberg ». Des fluctuations de précipitations, de température et de lumière induisent une dormance. Mais toutes les plantes n’y répondent pas simultanément ; on peut trouver dans les haies des plantes sans feuilles auprès d’autres couvertes de feuilles vertes.



L'arbuste avec ses feuilles et plusieurs tiges



Feuille et fruits immatures

## **Racines**

L'arbuste a d'épais rhizomes pérennes. Le pourghère prospère mieux dans des sols bien drainés, les racines pourrissant dans les régions d'inondations fréquentes.

Les plantes issues de graines sont plus résistantes à la sécheresse que celles cultivées à partir de boutures car elles développent une racine pivotante et 4 racines latérales fortes.

Des mycorhizes ont été observées sur les racines ; elles favorisent la croissance, surtout lorsque le phosphate est un facteur limitant.

## **Tiges**

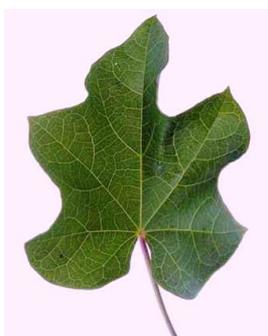
La tige contient un latex aqueux à blanchâtre ; écorce lisse, grise ou rougeâtre, brillante, partant en écailles papyracées. Le bois est utilisé comme bois de cuisine.

## **Feuilles**

Feuilles alternes, simples ; stipules minuscules, tombant rapidement ; pétiole de (3–)10-15(–20) cm de long, glabre ; limbe à contour largement ovale, le plus souvent faiblement 5-lobé, de 7-14(–18) cm × 5,5-14(–18) cm, base faiblement à profondément cordée, apex aigu, bords habituellement entiers, glabre, à 5-7 nervures partant de la base.



Feuillage



Feuilles de *J. curcas*



## **Inflorescences**

Cyme ombelliforme terminale ou axillaire, souvent en paire, à fleur femelle solitaire terminant chaque axe principal, et à nombreuses fleurs mâles sur les rameaux latéraux.

Dans les inflorescences, les fleurs femelles éclosent un ou deux jours avant les fleurs mâles ou en même temps que les fleurs mâles les plus précoces.

## **Fleurs**

L'arbuste est **monoïque** (une plante monoïque possède des fleurs mâles et femelles en des endroits différents d'un même pied), pédoncule atteignant 5(-7) cm de long, poilu ; bractées elliptiques-lancéolées, d'environ 1 cm de long, acuminées. Fleurs unisexuées, régulières, 5-mères, jaune verdâtre.

Les fleurs de *J. curcas* produisent du nectar et sont parfumées. Dissimulés dans la corolle, les nectaires ne sont accessibles qu'aux insectes dotés d'une trompe ou d'une langue allongée. Le parfum sucré et entêtant des fleurs pendant la nuit et leur couleur jaune verdâtre laissent penser qu'elles sont pollinisées par des papillons de nuit.

### *Fleurs mâles*

Les fleurs mâle ont des lobes du calice ovales d'environ 2 mm de long, pétales fusionnés dans la moitié inférieure, lobes oblongs à ovales, d'environ 3 mm de long, disque composé de 5 glandes libres, étamines 8, en 2 verticilles distincts, les 5 situées à l'extérieur soudées à la base, les 3 intérieures ayant des filets complètement fusionnés. Les fleurs mâles ne durent qu'une journée.



Fleur femelle



Fleur mâle (8 étamines)

### *Fleurs femelles*

La fleur femelle a des lobes du calice ovales-lancéolés de 4-5 mm de long, poilus, pétales d'environ 6 mm de long, libres, disque composé de 5 glandes libres, ovaire supère, ovoïde-ellipsoïde, 3-loculaire, styles 3, fusionnés à la base, stigmates 2-lobés, staminodes 10.

## **Fructification**

On arrive à une production complète à la 4<sup>e</sup> ou la 5<sup>e</sup> année. Les cultures sous abri ne donnent jamais de graines, à moins que les fleurs soient pollinisées manuellement. Les plantes issues de boutures donnent des graines plus tôt que celles issues de graines.

## **Fruits**

Les fruits sont des capsules largement ellipsoïdes de 2,5-3 cm × environ 2 cm, à peau lisse, au départ charnue et verte, virant au jaune et finalement sèche et noire, déhiscente sur le tard, à 3 graines. Le fruit, de la floraison à la maturité des graines, met 80-100 jours à se développer.

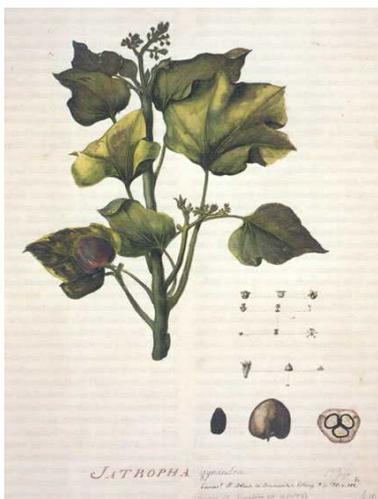


Planche d'herbier



Fruits et graines

### Graines

Graines ellipsoïdes, de 1-2 cm de long, marbrées de noir et grossièrement ponctuées. Le fruit entier contient 25 % d'huile et les graines 37 %

Les graines destinées à être plantées doivent être mises à sécher soigneusement à l'ombre jusqu'à 6-9% d'humidité et conservées au frais dans des récipients hermétiques.

Le semis doit être effectué au début de la saison des pluies. On sème en poquets distants de 1,5 m à 2 m, avec 3 à 4 graines par poquet, ce qui donne 1 poquet (1,5 g à 2,8 g) pour environ 3 m<sup>2</sup>, soit de l'ordre de 3 000 poquets et 5 à 8 kg de graines à l'hectare. Démariage et autres soins d'entretien comme pour le ricin.



Graines

Germination des graines

La germination des graines demande moins d'un mois, en cas de bonne humidité elle prend dix jours. En général il y a une germination initiale de 80-85% des graines, suivie d'une germination complète quelques jours (7 à 10 jours) après, quand les graines ont subi une période de sécheresse naturelle.

Les graines décortiquées (amandes) contiennent par 100 g : eau 3-6 g, énergie 3100-3300 kJ (740-790 kcal), protéines 23-29 g, lipides 53-70 g, fibres au détergent neutre 4 g, fibres au détergent acide 0,1-0,2 g, cendres 3,8 g. La teneur lipidique des graines entières est de 32-45%, le tégument représentant 35-40% du poids total de la graine. La composition en acides gras de l'huile est : acide palmitique 3,5 - 15,6%, acide palmitoléique 0,7-0,9%, acide stéarique 6,7-7,5%, acide oléique 34,3-46,3%, acide linoléique 30,8-43,1%, acide linoléique 0,2 % et traces d'acides myristique, pentadécanoïque, margarique, margaroléique, arachidique, gadoléique, béhénique, lignocérique et nurvonique.

En fonction de l'origine, la teneur soit en acide oléique, soit en acide linoléique, est plus élevée. Le biocarburant produit après transestérification de l'huile a des caractéristiques similaires à celles du pétrodiesel. Le bilan énergétique (total des intrants énergétiques dans la culture : rendement énergétique) du biocarburant de pourghère est évalué à 1 : 4-5, soit une bien meilleure performance

qu'avec l'huile de colza.

Le taux de protéines du tourteau après extraction de l'huile est d'environ 60%, avec une composition en acides aminés essentiels similaire à celle de la protéine de soja, mais plus élevée en acides aminés soufrés.

La transformation du fruit passe par les étapes suivantes :

- la récolte,
- le dépulpage,
- le séchage,
- le décorticage,
- le pressage,
- le filtrage,
- la détoxification de l'huile pour la consommation,
- la trans-estérification pour l'utilisation de l'huile comme combustible avec ajout de méthanol à l'huile (le méthyle-ester du *Jatropha* peut être mélangé dans n'importe quelle proportion avec le diesel fossile ou peut être utilisé à 100% comme produit de substitution du diesel),
- la détoxification du tourteau comme aliment de bétail.

## Utilisation

Sa graine, parfois appelée *noix des Barbades* (*Barbados nut* en anglais), contient 27 à 40 % d'une huile appelée huile de jatropha. Cette graine était utilisée dans la médecine traditionnelle, dans l'alimentation du bétail et dans la fabrication du savon de Marseille ou de bougies. En effet, les résidus provenant du processus de purification de l'huile peuvent être utilisés pour la fabrication à grande échelle de savon dans les zones rurales donnant ainsi aux femmes la possibilité de gagner des revenus supplémentaires et de renforcer leur position économique.

Le tourteau, autre sous-produit de l'extraction de l'huile, peut être utilisé comme aliment de bétail après élimination de la toxine qu'il contient ou comme engrais organique de haute qualité comparable à celle du fumier de poules.

Plus récemment, son usage pour produire des agrocarburants s'est développé, notamment en Inde, ce qui lui vaut le surnom de "or vert du désert". En décembre 2008, un boeing 747 de Air New Zealand a effectué avec succès un vol test en utilisant, pour l'un de ses moteurs, l'huile de *Jatropha*

- *J. gossypifolia* dont l'huile est purgative et la racine utilisée contre la lèpre ;
- *J. integerrima*, épicar, à la floraison rouge décorative ;
- *J. multifida*, l'arbre corail dont les feuilles sont consommées au Mexique ;
- *J. podagrica*, plante ornementale très prisée ;
- *J. phyllacantha*, plante du Brésil aussi appelée *favela* qui donna son nom aux quartiers déshérités de la plupart des villes du pays.

Dans toute l'Afrique tropicale, différentes parties de *J. curcas* sont utilisées pour toutes sortes d'usages médicaux. C'est une source d'huile qui est employée traditionnellement dans la production de savon et comme source d'énergie (bougies) ; c'est également une importante plante de haies. Les graines riches en huile et l'huile des graines (que l'on appelle "oleum ricini majoris" ou, à juste titre, "oleum infernale" ou "huile d'enfer") sont utilisées pour leurs vertus purgatives et pour expulser les parasites intestinaux, malgré la puissante irritation des voies gastro-intestinales, voire les empoisonnements, que provoque souvent leur emploi. Les feuilles et l'écorce sont tout aussi purgatives.

En usage interne et externe, l'huile a des vertus abortives, et en usage externe, c'est un rubéfiant qui permet de traiter les rhumatismes ainsi que toutes sortes d'infections dermatologiques, malgré les

irritations qu'elle peut provoquer sur la peau. L'huile entre dans la composition de revitalisants capillaires.

Le latex est partout réputé pour cicatriser les plaies, pour ses vertus hémostatiques et pour soigner les problèmes de peau ; en application externe, il sert à traiter les plaies infectées, les ulcères, la teigne, l'eczéma, les dermatomycoses, la gale et la gale sarcoptique des moutons et des chèvres.

Au séchage, le latex, d'abord visqueux, forme une pellicule étanche dont l'aspect évoque celui obtenu avec le collodion. Il a des effets « styptiques » et on l'utilise pour soulager les douleurs et les piqûres d'abeilles et de guêpes.

Séchée et réduite en poudre, l'écorce de racine s'applique en cataplasmes, et en usage interne, elle sert à expulser les vers et traiter la jaunisse. La décoction de racines est un remède contre la diarrhée et la gonorrhée. A Madagascar, la décoction de feuilles et de racines se prend pour traiter le paludisme.

Les feuilles s'appliquent aussi sur les plaies ; en décoction, elles s'utilisent contre la malaria au Mali et à Madagascar, tandis qu'au Bénin et à la Réunion, la décoction se prend contre l'hypertension.

En usage externe, le jus des feuilles s'emploie au Bénin et à Madagascar pour traiter les hémorroïdes.

En Guinée-Bissau, un extrait à l'eau bouillante des feuilles se prend par voie orale pour faire monter le lait chez les femmes (galactagogue) après leur accouchement.

Les tiges crues servent de bâtonnets à mâcher pour renforcer les gencives, pour traiter les saignements, les gencives spongieuses ou les abcès.

*J. curcas* sert également dans la préparation de poison de flèche ; aux Philippines, c'est l'écorce qui est utilisée pour fabriquer un poison pour la pêche.

Les graines provoquent souvent des empoisonnements accidentels, chez les animaux comme chez les humains.

### **L'huile**

L'extraction traditionnelle de l'huile consiste à faire bouillir les graines préalablement grillées et broyées, jusqu'à ce que l'huile qui flotte à la surface puisse être écumée. Mais il y a des méthodes plus efficaces, qui reposent sur l'extraction au moyen de presses à vis manuelles ou mécaniques. L'efficacité de cette méthode à froid est considérablement augmentée lorsque les graines sont d'abord écrasées dans un broyeur à marteaux.

La presse de Bielenberg, employée avec succès en Tanzanie a été construite à Madagascar (société ACAMECA, un constructeur mécanique d'Antsirabe). La presse aurait une capacité d'environ 5kg/h et est en mesure d'extraire 17 à 18 % d'huile à partir des noix non traitées (185 euros).



Broyeur de graine de *Jatropha curcas* Presse Bielenberg expérimentée en Tanzanie et fabriquée à Madagascar

Le tourteau nécessite un compostage avant de pouvoir être utilisé comme engrais organique. L'huile pourra être raffinée dans un réacteur de transestérification continue pour produire du biocarburant de qualité diesel et du glycérol qui ait une valeur comme produit dérivé. Ce biocarburant représente environ 92% du poids initial de l'huile.

L'huile des graines n'est pas comestible, car elle contient des composés toxiques. Son usage est traditionnellement réservé à la fabrication de bougies et de savon, d'huile lampante et de combustible pour la cuisine. C'est un médiocre lubrifiant, qui sèche trop vite. Mais dans les régions tropicales et subtropicales chaudes, les cultures de *J. curcas* se répandent, en vue d'un usage comme biocarburant. L'huile est utilisée soit directement dans des moteurs adaptés qui font tourner des moulins à grains locaux, des presses à huile, des pompes à eau et de petits générateurs, soit elle est d'abord raffinée par transestérification au méthanol ou à l'éthanol, pour produire un carburant classique, utilisable par des moteurs diesel à haute performance.

A Madagascar (Tolongoïna), une enquête a estimé la demande d'un ménage paysan de 4 personnes. Les valeurs suivantes furent obtenues :

- environ 150 g de savon par semaine : environ 6 litres d'huile ;
- environ 14 bougies par semaine (36g) : 46 litres ;
- environ 350 ml de pétrole lampant par semaine : 14 litres

au total, environ 66 litres d'huile par an.

Le tourteau qui reste après l'extraction d'huile est trop toxique pour avoir des débouchés dans l'alimentation animale, mais il constitue un engrais organique de valeur, riche en azote. Correctement traité, le tourteau constitue une source de protéine à haute valeur pour l'alimentation de bétail.

Il existe des variétés de *J. curcas*, trouvées au Mexique par ex., qui sont pratiquement dénuées de toxines ; compte tenu de sa teneur élevée en protéines, le tourteau issu de ces sélections fournirait une matière première nourrissante. Bouillies ou rôties, leurs graines se mangent parfois comme amuse-gueule et les jeunes feuilles comme légume.

Le jus des feuilles produit un colorant noir ou une encre qui serait indélébile ; l'écorce produit un colorant bleu foncé, mais qui ne tient pas. La cendre des racines et des rameaux sert de sel de cuisson et de bain de teinture. *J. curcas* est couramment cultivé dans les tropiques comme haie vive, pour lutter contre l'érosion, marquer les limites de terrains, protéger les habitations, les jardins et les champs contre les animaux brouteurs. A Madagascar et dans d'autres endroits de l'Afrique, il sert de tuteur à la vanille, au poivrier noir et aux ignames. Le bois est un médiocre combustible. Des hybrides de *J. curcas* et d'autres espèces de *Jatropha* sont cultivés comme plantes ornementales.

#### *Le système Jatropha (Wikipedia)*

Le système Jatropha est une approche de développement rural intégré. En plantant des haies vives de Jatropha pour protéger les champs contre les vents et les animaux errants herbivores, on obtient des fruits. Par pressage des graines, on extrait de l'huile de jatropha qui pourra être employée pour la production de savon, pour l'éclairage et la cuisine et comme combustible dans des moteurs diesel. Ainsi, ce système couvre 4 principaux aspects du développement rural:

- promotion de la femme (production locale de savon avec de la soude caustique, ou, de manière plus rustique, avec des cendres de bananes brûlées);
- réduction de la pauvreté (protection des cultures par sa toxicité et vente de graines, d'huile et de savon). Lorsqu'on utilise l'huile de Jatropha seule ou en combinaison avec d'autres huiles végétales telles que le beurre de karité, on peut produire du savon raffiné en quantités appréciables.
- Les haies vives pour clôturer les cultures.: luttent contre l'érosion (plantation de haies) et

fournissent également de l'humus et retiennent l'humidité. Les *Jatropha* empêchent l'accès des animaux aux champs : l'arbuste protège efficacement car le pourghère n'est pas mangé par le bétail (les graines renferment de la curcumine, toxine qui lui donne une odeur et un goût désagréables et éloigne les animaux).



Haies vives

- Les haies vives luttent également contre l'érosion éolienne et hydrique. Les racines de la plante se développent tout près de la surface du sol fixant le sol comme des digues en miniature ou des mottes de terre. Ces digues ralentissent effectivement le ruissellement des eaux durant les fortes averses, qui sont courantes, permettant ainsi une grande infiltration de l'eau dans le sol et augmentant le rendement des récoltes.
- approvisionnement en énergie pour les ménages (fabrication de bougies, éclairage par lampe à huile après avoir filtré l'huile) et les moteurs dans les zones rurales (agrocarburants pour les moteurs diesel de véhicules et groupe électrogène, après la transformation de l'huile végétale brute en méthylester par transestérification qui est un processus industriel).

L'avantage évident de ce système est que toutes ces opérations peuvent être effectuées directement en zones rurales ou même en village sans traitement centralisé (à la différence de l'industrie du coton par exemple).

#### *Usage médicinal, Recherche*

Traditionnellement, on utilisait les graines ou leur huile comme un purgatif ou laxatif et sa racine contre la lèpre, le latex pour arrêter le saignement et lutter contre les infections, les feuilles pour traiter le paludisme. *J. curcas* semble contenir des principes actifs ayant une activité désinfectante, antifongique et antiparasitaire, susceptible d'être utilisée contre la Malaria

Comme les baies de raisin d'Amérique, l'extrait de *J. curcas* serait un excellent molluscicide, actif contre l'escargot hôte de *Schistosoma mansoni* et *Schistosoma haematobium*, vecteurs de la bilharziose.

#### *Autres utilisations*

L'huile de *Jatropha* permet également de fabriquer du vernis après oxydation avec des oxydes de fer et un colorant.

De l'huile sont extraits des esters de phorbol, produits actifs dans la lutte contre certains insectes et mollusques nuisibles pour l'agriculture.

A Madagascar, dans les années 40, on exportait les graines de *Jatropha* vers Marseille pour fabriquer le fameux savon de Marseille. Aujourd'hui, on y utilise l'arbre comme tuteur pour la culture de la vanille et de la grenadille.

En Haïti, le *Jatropha* (connu là-bas sous le nom de *Gwo Medsiyen*) est utilisé depuis des générations dans les rituels vaudous (pour purger les esprits malins et libérer les âmes des morts) et en médecine traditionnelle. Aujourd'hui, source de développement rural et des agrocarburants aux nombreuses

qualités, il pourrait également contribuer au reboisement de l'île.

### **Production**

La production annuelle de graines de plantes adultes issues de graines peut aller de 300 g à 3(–6) kg, en fonction des conditions de culture et de la capacité inhérente de production. Les données fournies par les plantations pilotes montrent les rendements suivants en graines par ha : 0,5 t dans l'année qui suit la plantation au champ, 1,2-1,5 t la deuxième année, chiffre qui passe à 2,5-3,0 t à partir de la cinquième année, lorsque la plantation est en pleine production. Des rendements de 5 t de graines/ha, soit l'équivalent de 1,6-2,0 t d'huile plus 3,0-3,4 t de tourteau, ont été déclarés pour des plantations de pourghère bénéficiant de conditions agroécologiques optimales (par ex. en Inde et au Nicaragua).

Des haies anciennes et denses dans les villages ou les villes peuvent produire 2 kg de graines par m et par an (hauteur 5-6 m, bon sol, 800 mm de pluviométrie annuelle), et les haies taillées autour des jardins et des champs pas plus de 0,8 kg.

### **Commerce international**

On ne dispose pas encore de statistiques officielles sur les zones de plantation ou sur la production. Depuis peu, *J. curcas* a fait l'objet d'importants programmes de plantation dans plusieurs pays tropicaux à cause de son potentiel comme plante à biocarburant peu exigeante sur le plan agroécologique. Mais la plupart en sont encore à la phase pilote et ne dépassent probablement pas 100 000 ha au total. Seule l'Inde pourrait avoir vers 2030 plus de 10 millions d'ha de plantations à petite ou à grande échelle, la plupart sur des terrains vagues restaurés. Les pays d'Afrique tropicale qui ont d'importants projets de développement de la production de biocarburant à base de pourghère sont le Mali, le Burkina Faso, le Ghana, la Tanzanie, le Malawi, la Zambie et Madagascar. La longueur totale des haies de pourghère en Afrique tropicale est estimée à 75 000 km, soit un rendement potentiel de 60 000 t de graines par an.

On estime que des plantations et des moulins à huile à grande échelle pourraient produire du biocarburant de pourghère en Afrique de l'Ouest à un prix de 5–12% inférieur à ceux des prix actuels du gazole. Dans les régions reculées, la production et l'utilisation à petite échelle de biocarburant issu de *Jatropha curcas* est évidemment plus prometteuse que ce que prédisent les modestes marges.

### **Toxicité**

En dehors de cette production d'huile végétale, le jatropha produit également, en situation de stress (notamment hydrique, mais aussi en cas de blessure ou de taille trop sévère de la plante), la curcine (ou curcasine), une toxalbumine très active, substance très toxique proche de la ricine, bloquant l'activité de synthèse ribonucléique (destruction partielle des codons messagers de l'ARN, ce qui conduit au blocage complet de l'activité cellulaire puis à sa mort rapide) ; cette propriété est utilisée en médecine comme agent antitumoral.

On retrouve des traces de cette puissante toxine dans l'huile végétale (extraite de ses graines), qui est donc impropre à la consommation normale humaine ou animale. La préparation de l'huile ou du diester expose aussi le préparateur à ce produit toxique. Traditionnellement, les graines étaient concassées et broyées, avant d'être brassées en pâte épaisse dans l'eau, pour être ensuite fortement pressées pour extraire cette toxine (qui était parfois utilisée pour confectionner des poisons utilisés sur des armes de guerre, pour la chasse, ou encore dispersée dans les lacs ou les rivières pour la pêche). L'huile était séparée après filtration pour la préparation d'onguents médicaux antiseptiques pour soigner les blessures infectées, mais la farine résiduelle reste trop toxique pour l'alimentation humaine.

Appelée *frofro baka* dans l'ethnie ivoirienne Godié, elle y joue un rôle de conjuration du mauvais sort.

### *Le latex*

Le latex de *J. curcas* a présenté une activité protéolytique qui pourrait être responsable de certains de ses effets thérapeutiques, par ex. cicatrisants et hémostatiques (effet coagulant). Par contre, dilué, le latex a des effets anticoagulants. L'analyse du latex a débouché sur l'isolation de la "curcaïne", une protéase, dont les propriétés cicatrisantes ont été explorées sur un modèle souris. L'emploi de la curcaïne dans un onguent hydrophile (0,5–1%) s'est avéré avoir de meilleurs effets cicatrisants que ceux observés avec la nitrofurazone, un cicatrisant courant. Le latex contient également un octapeptide cyclique, la "curcacycline A" et un nonapeptide cyclique, la "curcacycline B". La curcacycline A a montré une inhibition modérée de la prolifération de cellules T chez l'homme avec effet dose-dépendant, sans que des effets cytotoxiques directs n'aient été observés. Lors d'un essai clinique, des verrues communes traitées avec ce latex ont disparu complètement en 16–20 jours. La curcacycline B renforce l'activité rotamase de la cyclophiline B humaine. Le latex fait ressortir une action antibactérienne significative contre toutes sortes de bactéries gram-positives. Le latex est fortement inhibiteur de plusieurs maladies fongiques des cultures, par ex. *Phytophthora palmivora* et *Fusarium solani*, ainsi que du virus de la mosaïque de la pastèque. On a aussi découvert la présence de stéroïdes (stigmastérol,  $\beta$ -sitostérol,  $\beta$ -sitostérol- $\beta$ -D-glucoside) et de flavonoïdes.

### *Les feuilles*

Les feuilles de *J. curcas* ont une puissante action cardiovasculaire, qui s'apparente à celle des  $\beta$ -bloquants. Un extrait au méthanol de feuilles s'est montré offrir une protection modérée aux lignées de cellules humaines *in vitro* contre le VIH, et l'extrait à l'eau des rameaux a une forte action inhibitrice sur les effets cytopathiques induits par VIH, avec une cytotoxicité faible.

### *Les racines*

L'extrait de racines au méthanol a eu une activité significative contre la diarrhée induite à l'huile de ricin et au sulfate de magnésium chez les souris par inhibition de la biosynthèse de la prostaglandine et réduction de la pression osmotique.

### *Les graines*

Les graines moulues ont montré une efficacité molluscicide contre différentes espèces hôtes de maladies humaines. Certains constituants de l'huile (il s'agit probablement des esters phorbéliques) agissent aussi bien contre les nématodes – c'est la raison pour laquelle en Inde, les plantations de bananes sont fertilisées avec le tourteau de pressage – que contre les escargots aquatiques, qui sont un hôte intermédiaire de la bilharziose : les chinois l'utilisent en entourant leurs terrasses de riz par des haies de *Jatropha*.

Les composés toxiques des graines et de l'huile de graines sont des esters du diterpénoïde 12-désoxy-16-hydroxy-phorbol ; chez les cultivars toxiques, on en a trouvé jusqu'à 2,7 mg/g, et chez les non toxiques 0,1 mg/g (PROTA).

Comme ils sont thermostables, l'huile et le tourteau ne peuvent être détoxifiés par chauffage.

Des études d'évaluation de toxicité quantitative ont été effectuées sur de nombreux modèles animaux. Les propriétés irritantes de l'huile des graines ont été évaluées dans l'essai d'irritation sur souris. Une autre étude a montré que l'huile n'avait pas de propriétés mutagènes, et donc elle n'est pas dangereuse pour les ouvriers qui manipulent le tourteau ; cependant après une initiation au 7, 12-diméthylbenz(a)anthracène, l'huile a provoqué des tumeurs de la peau.

Les graines contiennent également une fraction protéique toxique : la "curcine". Les protéines purifiées issues de cette fraction ont fait preuve d'effets inhibiteurs sur la synthèse des protéines *in vitro*, de manière analogue à celle de la ricine issue du ricin (*Ricinus communis* L.). Mais à la curcine fait défaut la fraction protéique qui permet à la ricine de franchir les membranes cellulaires, ce qui la rend bien moins dangereuse. La curcine a des effets antitumoraux importants sur plusieurs lignées de cellules tumorales et ses mécanismes s'apparentent à une activité N-glycosidase. Le

potentiel antimétastatique de la curcusone B, un diterpène isolé des parties aériennes, a été exploré sur 4 lignées de cellules cancéreuses humaines. Un traitement avec des doses non cytotoxiques de curcusone B élimine efficacement les processus métastatiques.

Des extraits de graines ont eu des effets interrupteurs de grossesse chez les rongeurs, mais on ne sait pas bien s'il s'agit d'une action spécifique ou si cela résulte d'une toxicité générale.

L'huile des graines a des propriétés pesticides comparables à celle du neem (*Azadirachta indica* A.Juss.) contre des insectes tels que le ver de la capsule du cotonnier (*Helicoverpa armigera*) et la bruche du niébé (*Callosobruchus maculatus*). Il est également efficace contre les termites.

## Multiplication et plantation

La multiplication se fait par graines ou par boutures.

### **Multiplication sexuée**

Le poids de 1000 graines est de 400–730 g. Les graines sont orthodoxes. La capacité de germination moyenne au bout de 7 ans de stockage à 16°C est d'environ 50%. Les graines se sèment au début de la saison des pluies. Un trempage pendant la nuit améliore la germination. Dans de bonnes conditions, les graines germent en une dizaine de jours. On peut également les semer en lits ou en pots et les repiquer au champ 4–6 mois plus tard. Les semis élevés en pépinière ont un taux de survie plus élevé que ceux obtenus par semis direct.



Pépinières de semis de *J. curcas*

### **Bouturage**

Les haies autour des habitations ou des champs proviennent la plupart du temps de boutures. Des boutures de rameaux de 30 cm de long plantées directement au champ quelques semaines avant le début de la saison des pluies s'enracinent et reprennent facilement, car une couche de cire les protège du dessèchement. Toutefois, l'élevage en pépinière de boutures racinées avec seulement 2 - 3 nœuds, avant le repiquage au champ, présente l'avantage de donner un taux de multiplication bien plus important pour des sélections de valeur destinées à des plantations à haut rendement.



Bouturage de *J. curcas*

Lorsque l'arbre est trop vieux, on le recèpe pour lui faire émettre de nouvelles pousses. La taille, qu'il supporte bien, favorise la fructification et en même temps facilite la récolte.

### **En culture**

Le *Jatropha* pousse en climat tropical à sub-tropical. Par ses racines fortes et profondes, ainsi que par son tronc à caudex qui constitue un réservoir d'eau, *Jatropha* est capable de résister à des périodes de sécheresse prolongée. Il ne nécessite aucun entretien particulier mais, pour bien fructifier, a besoin d'au moins 400 à 600 mm de précipitations annuelles. La plante supporte mal une précipitation supérieure à 2 000 mm.

Pour augmenter la productivité des pieds de *jatropha*, il est préconisé de procéder à leur étêtage dès que les plants ont six semaines ; ce procédé stimule la ramification précoce de plants. Il faut 12 mois pour obtenir une plante adulte à partir de graines ou 9 mois à partir d'une bouture mais le pourghère atteint sa pleine productivité en 3 ou 4 ans selon la nature du sol et le climat.

La plante vit plus de 50 ans.

La culture du *Jatropha* requiert une préparation du sol lorsque l'horizon superficiel est induré (trou ou saillie de sous-solage d'au moins 30 cm de profondeur), ni pesticides et autres produits polluants (grâce à ses qualités insecticides et fongicides). Son énorme avantage est de ne pas rentrer en compétition avec les cultures vivrières car son huile n'est pas alimentaire et il s'adapte aux sols arides ou semi-arides impropres à la plupart des cultures vivrières.



Différents types de plantation en culture pure

Un hectare peut permettre la culture de 1 500 à 2 500 pieds de *jatropha* et chaque arbre adulte donne entre 2 et 6 kg de graines par an généralement en deux fructifications selon le cultivar utilisé et la richesse du sol. 5 kilos de fruits donnent 1 litre de bio-carburant. On peut donc espérer entre 600 et 1 800 litres d'huile à l'hectare. Dans des plantations établies pour une production d'huile, l'espacement pratiqué est de 2 - 3 m entre les lignes et de 2 - 2,5 m sur la ligne, ce qui donne des densités de 1350 - 2500 pieds/ha.

La coque séchée des graines est combustible et peut remplacer le bois de feu, ce qui constituerait une solution à la déforestation en milieu rural.

Exemple de calcul économique :

- Superficie de la plantation : 1000 ha
- Densité de la plantation : 1111 plants/ha
- Production de fruits frais : 33 333 t sur les 1000 ha
- Production de fruits secs : 5000 t/an sur les 1000 ha
- Production d'huile 1750t qui peut être utilisé comme biodiesel ou comme huile comestible.
- Production de tourteau : 1600t
- Production de glycérol : 144t.
- Prix de vente actuel du diesel à la pompe : 500 000FCFA/t

- Prix de vente du tourteau : 150 000 FCFA/t
- Prix de vente du glycérol : 350 000FCFA/t.
- Recette totale :  
 $1750t \times 500\,000 \text{ FCFA} + 1600t \times 150\,000 \text{ FCFA} + 144t \times 350\,000 \text{ FCFA} = 1\,165\,400\,000$   
 FCFA/an ou 1 million 165 mille 400 Fcfa par hectare.

L'Inde s'apprêterait à planter 40 millions d'hectares de *Jatropha curcas* (ainsi que de Karanj), et a procédé à des tests intensifs de ce bio-carburant. Trois Mercedes alimentées en diester issu de l'huile de jatropha ont déjà parcouru 30 000 kilomètres. Le projet est soutenu par DaimlerChrysler et par l'Association Allemande pour l'Investissement et le Développement (Deutsche Investitions- und Entwicklungsgesellschaft, DEG).

### *Propagation*

La multiplication du *Jatropha* se fait par semis ou par bouture qui donne de bons résultats. Ce dernier mode de multiplication a aussi l'avantage que la plante grandit plus rapidement et donne des fruits plus tôt. Le semis produit une racine pivotante plus adaptée aux besoins de la protection anti-érosive.

Les premières expériences tendent à démontrer que, sur les sols pauvres de savane, la plante démarre bien après un brulis et plus difficilement après une culture vivrière.

La multiplication par semis donne des résultats très variables en termes de productivité. C'est pourquoi on constate beaucoup d'échecs liés à une faible productivité sur des plantations issues d'un semis. Pour créer une plantation de *Jatropha*, il est conseillé de passer par une étape intermédiaire de sélection et de multiplication végétative des plants sélectionnés.

Cette plante ne produisant que quelques fruits par branches (entre 10 et 20), il convient de la conduire en multicaulie pour augmenter la production. À cette fin il est conseillé de procéder à un étêtage à la fin de la première saison sèche afin de stimuler la ramification précoce.

La reproduction par bouturage fait gagner plusieurs mois. Le bouturage se pratique à la saison des pluies. On enfonce dans le sol des portions de tiges assez fortes de 0,40 m à 1m de long qui bientôt développent des racines et émettent des tiges et des feuilles. On emploie également les rejets enracinés. Cette reproduction par bouturage rend possible une sélection rapide, en prenant des boutures très fructifères et à bois sain. Les arbustes commencent à produire au bout de 4 à 5 mois, mais il semble que les pieds issus de boutures sont moins fructifères que ceux provenant de graines.

### *Entretien ou gestion des cultures*

Dans les nouvelles plantations, les pratiques culturales sont le désherbage, la taille et l'apport d'engrais. Les plants fraîchement mis en terre doivent être protégés des ruminants, car ils n'ont pas encore synthétisé de toxines répulsives dans leurs feuilles et leurs pousses. La taille débute 3 - 4 mois après la plantation au champ, afin d'induire une charpente de 25 branches au plus, pour obtenir une floraison et une fructification plus abondantes ; la taille d'entretien des arbustes adultes vise à induire la croissance de nouveaux rameaux latéraux et à restreindre la pousse en hauteur pour faciliter la récolte.

Dans le cas des haies protectrices, une taille régulière est nécessaire pour réduire l'ombrage sur les cultures avoisinantes. Les besoins en nutriments de *J. curcas* dans l'optique d'une production maximale en huile ne sont pas encore bien définis, mais c'est une plante qui semble réagir particulièrement bien aux engrais organiques, notamment coques de fruits compostées et tourteaux de graines. La litière de feuilles et les résidus de taille de la plantation contribuent également à l'amélioration de la teneur en matière organique du sol.

Des apports en N, P et K dans le trou de plantation favorisent l'établissement précoce et la croissance rapide des nouvelles plantations. Lorsque les conditions climatiques et pédologiques sont

favorables, et lorsque les plantes sont espacées davantage, une association avec des légumes ou des légumes secs est possible. Un apport d'engrais à la culture associée profite aussi à la pourghère.

## Les parasites

*J. curcas* est rarement attaqué par les maladies ou les ravageurs. L'oïdium peut endommager les feuilles et les fleurs, et *Alternaria* peut provoquer une chute des feuilles. Des chenilles de *Spodoptera litura* se nourrissent des feuilles, et plusieurs espèces de coléoptères se nourrissent des feuilles des jeunes plantes. Ces ravageurs peuvent également affecter les plantes cultivées en association avec *J. curcas*. C'est une plante-hôte facultative pour les virus du manioc, et elle ne doit donc pas être plantée comme haie autour des champs de manioc.



Insecte parasite du jatropha

En monoculture, la pression des ravageurs augmente. Il existe un risque élevé de pertes, allant jusqu'à la perte totale, par exemple par les **criquets**. L'espèce peut être attaquée par *Lagocheirus undatus*, *Panthomorus femoratus*, *Leptoglossus zonatus*, *Pachycoris torridus* et *Nezara viridula*.

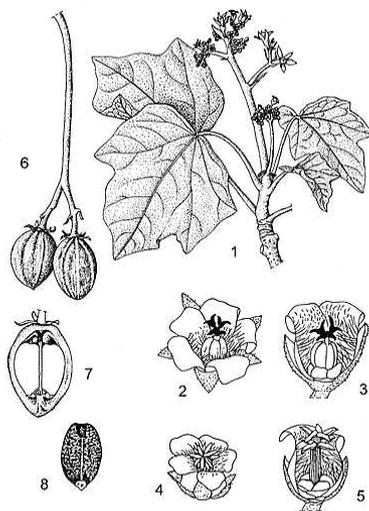
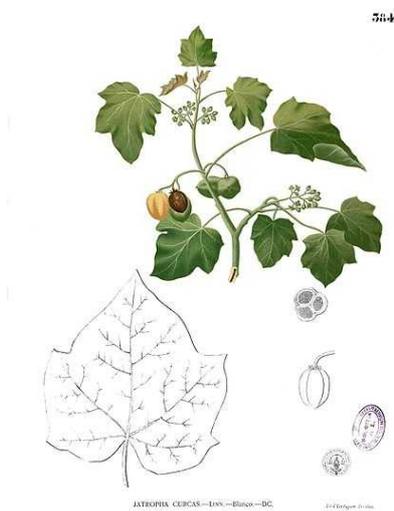
## Perspectives

Les multiples usages traditionnels de *J. curcas*, que ce soit au plan médicinal, comme huile végétale non alimentaire ou comme plante auxiliaire, ont été bien exploités dans les régions tropicales et subtropicales depuis des siècles. Son potentiel considérable d'oléagineux pour biocarburant à des coûts relativement faibles et d'exigence modeste sur l'agroécosystème local a suscité beaucoup d'intérêt au cours des dernières années. Il faut s'attendre à ce que d'ici une décennie ou deux, *Jatropha curcas* devienne une source d'énergie renouvelable majeure des régions rurales arides (sub)tropicales d'Asie, d'Afrique et d'Amérique. Il reste encore beaucoup à faire sur le plan agronomique et en matière de sélection pour maximiser le potentiel de production d'huile de pourghère par ha et en améliorer ainsi la viabilité économique. Des techniques et des installations de multiplication rapide doivent être mis au point pour faciliter la mise à disposition du matériel de plantation en quantités suffisantes. C'est particulièrement urgent, car la plantation de matériel non amélioré non seulement ne débouche que sur de faibles retours sur investissement, mais pourrait aussi faire perdre tout intérêt pour cette culture. Il faudrait aussi lancer d'autres recherches sur les propriétés médicinales des différentes parties de la plante, par ex. sur ses effets cicatrisants, antipaludiques et anti-VIH. L'exploration du potentiel agronomique et médicinal d'autres espèces de *Jatropha* aurait aussi un intérêt.

## Bibliographie

**HENNING R.K.** 2007. *Jatropha curcas* L. In: VAN DER VOSSEN, H.A.M. & MKAMILO, G.S. (Editeurs). *Prota 11(1): Medicinal plants/Plantes médicinales 1*. PROTA, Wageningen, Pays Bas.

**LO Y.**, Note technique. Coordination National du Programme de Gestion Durable et participative des Énergies Traditionnelles et de Substitution (PROGEDE) du Sénégal.



## ***Jatropha mahafalensis* Jumelle & H. Perrier 1910**

**Type:** Perrier de la Bâthie 12755, Madagascar, Plateau Mahafaly, Tongobory (rivière Onilahy), fleur mâle, juillet 1919, désigné par Radcliffe-Smith (1997), conservé au Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris (P: lectotype).

### **Habitat :**

Sud-ouest de Madagascar. Pousse généralement dans la nature sur sol calcaire.

### **Étymologie**

*Jatropha*: du grec *iatros*, médecin, et *trophê*, nourriture, en référence à l'usage médicinal des graines. *Mahafalensis* : de la région d'origine, le plateau Mahafaly à Madagascar. Noms vernaculaires : Bétrata, Katrata (Toliara).

### **Description**

La seule espèce malgache de *Jatropha*. Radcliffe (1997) l'a appelé Manihotoïdes.

Petit arbre de jusqu'à 6m de haut (hauteur : 6 m, largeur : 4 m) ramifié à partir de la base, à sève devenant brune en se coagulant.



*Jatropha mahafalensis* autour de Toliara

Feuilles caduques (tombant pendant la saison sèche) palmées, à limbe de 6 cm de long sur 8 cm de large, à 3 (-5) lobes triangulaires bien découpés et à pétiole de 8 cm de long.



Feuillage de *J. mahafalensis*

Inflorescence en cymes peu fournies, à pédoncules de 1 cm de long, naissant près de l'extrémité des

branches.

Fleurs mâles à sépales de 6mm de long soudés aux autres sur 2,5 mm, pétales crème-jaune striés de rouge, obovés de 9 mm de long, 5 glandes nectarifères et 8 étamines.

Fleurs femelles à sépales triangulaires légèrement soudés, pétales crème-jaune striés de rouge, obovés de 13 mm de long sur 7 mm de large et style supère de 3 mm de long.



Fleurs mâles



Fleurs femelles

**Fruit** de 25 mm de diamètre.

**Graines** largement ovoïdes de 15 mm de long, comprimées latéralement : de 15 mm dans la plus grande largeur, 10 mm dans la plus petite.



Graines de *J. mahafalensis*

## Culture

La culture de l'espèce malgache est peu différente de celle des autres espèces de *Jatropha*. Pousse généralement dans la nature sur sol calcaire. Reproduction par semis, voire bouturage de tiges.

Arbuste cultivé au Mozambique.



Plantation à Andranovory (70 km de Toliara sur la RN7) le 1er avril 2012

**Numéros de collecte : Vous pouvez chercher les numéros de collecte pour cette espèce dans :**

- la base de *Ralph Martin* : Jatropha mahafalensis
- la base de *Christophe Ludwig* : Jatropha mahafalensis

## **Bibliographie**

- Bull. Econ. Madagascar 10: 180 (1910)

- RADCLIFFE-SMITH A. 1997. Notes on Madagascan Euphorbiaceae V: *Jatropha*. Kew Bulletin 52(1): 177-181.

Photos de Reinhard HENNING et Axel STRAUSS (Allemagne)

