

AZADIRACHTA INDICA

A. de Jussieu

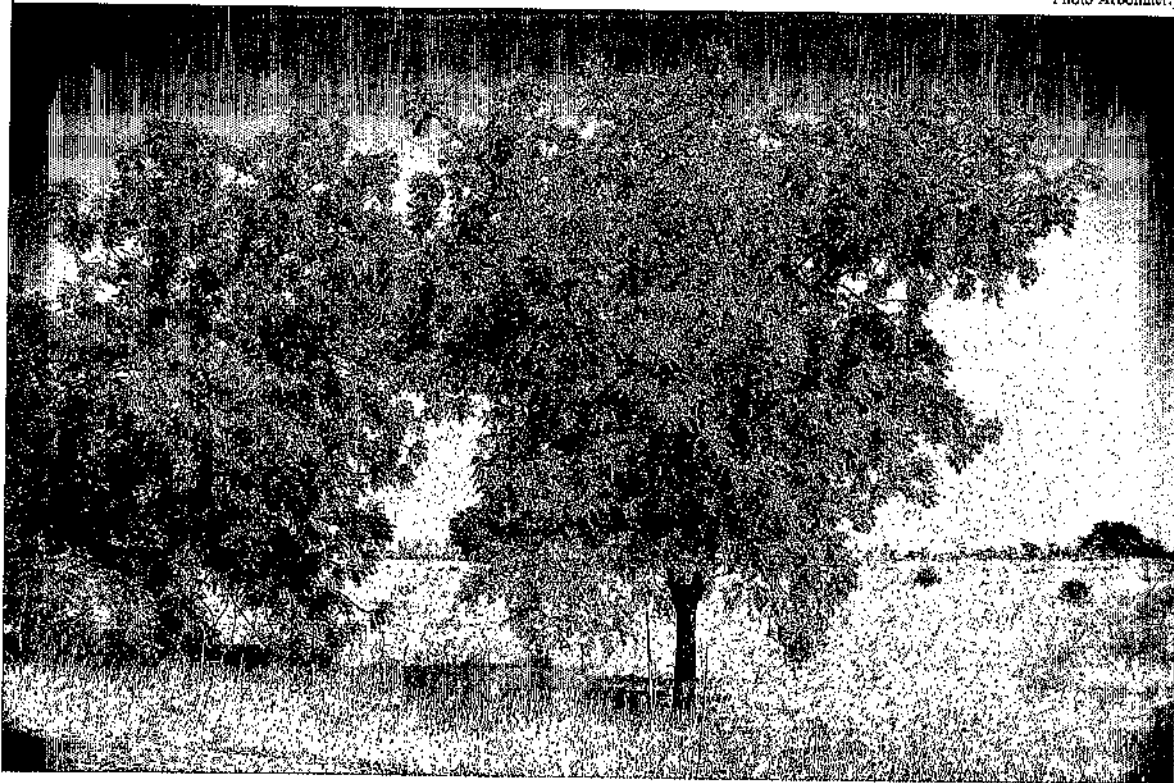
1. — MORPHOLOGIE

Azadirachta indica a des synonymes : *Melia azadirachta* L. (Chinaberry), *Melia indica* Brand. On le nomme également : Margousier, Lilas des Indes, Azidarac, Azadira, Margosa, Marrango ou Ganye en langue Fulfuldé du Nord Cameroun. Mais le nom le plus répandu étant le Neem, nous utiliserons ce dernier dans le texte.

Le Neem est un arbre à feuillage persistant formant une cime arrondie ; il est de taille moyenne atteignant 8 à 15 m de hauteur et pouvant dépasser 20 m dans des conditions favorables. Le tronc est droit et court, d'un diamètre de 30 à 80 cm. L'écorce d'épaisseur moyenne, gris foncé extérieurement et brun rougeâtre inté-

Azadirachta indica en floraison.

Photo Arbonnier.



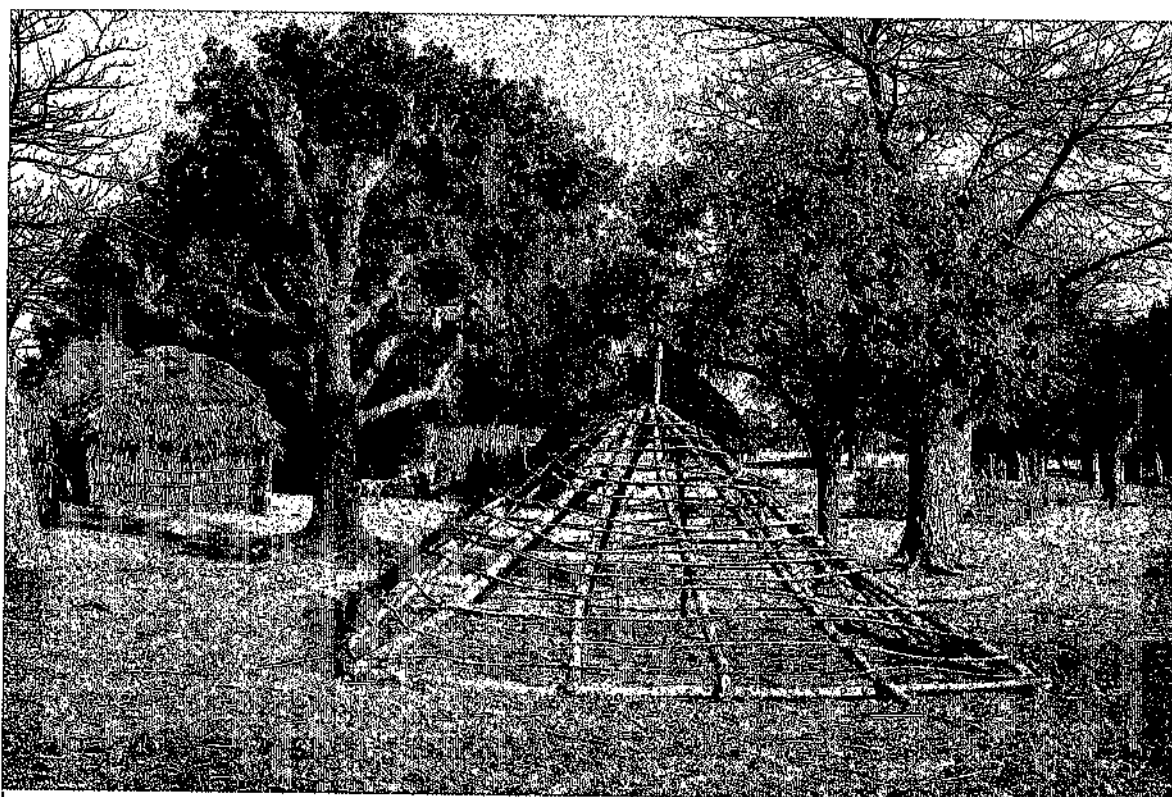
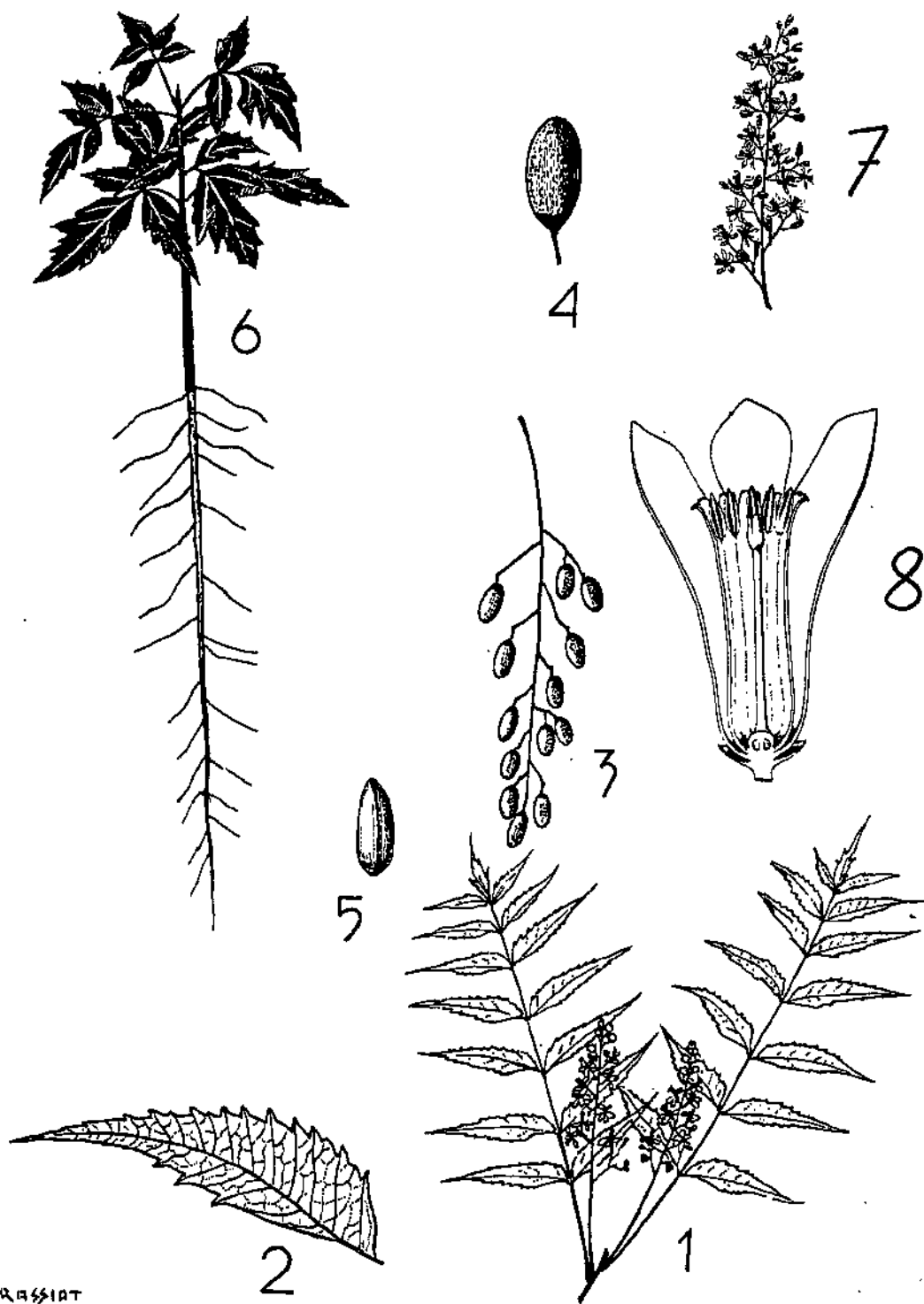


Photo Arboimier.

Emondage d'un Neem (à droite de la case en paille sur la photo) pour la construction d'une charpente de case traditionnelle.

- [42] ROBERT (S.), REDKNAP (B.), 1979. — The use of crushed Neem berries in the control of some insect pests in the Gambia. Christian council of the Gambia 1978-1980.
- [42 bis] ROEDERER (Y.) et BELLEFONTAINE (R.) (1990 à paraître). — Peut-on espérer conserver un pouvoir germinatif aux semences de Neem (*Azadirachta indica* A. Juss.) pendant plusieurs années après leur récolte.
- [43] AHMED (S.), GRAINGE (M.), MYLIN (J. W.), MITCHELL (W. C.) et LISTINGER (J. A.), 1983. — Some promising plant species for use as pest control agents under traditional farming systems. Second International Neem Conference West Germany.
- [44] SCHMUTTERER (H.), ASCHER (K. R. S.), REMBOLD (H.), 1980. — Natural pesticides from the Neem tree (*Azadirachta indica* A. Juss.). GTZ.
- [45] SCHULTZ (F. A.), 1981. — Tissue culture of *Azadirachta indica*. In natural pesticides from the Neem tree and all other tropical plant. Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit, Schriftenreihe der G.T.Z., p. 538-541.
- [46] TROUP (R. S.), 1921. — Sylviculture of indian trees. Clarendon. Press, Oxford, 3 vol.
- [47] VON MAYDELL (H. J.), 1983. — Arbres et arbustes du Sahel ; leurs caractéristiques et leurs utilisations. Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit, Schriftenreihe der G.T.Z., n° 147.
- [48] YAMBOGO (U. G.), 1986. — Etude comparée et amélioration de l'aptitude de diverses espèces arbustives et forestières au bouturage. CTFT Ouagadougou (Burkina Faso).
- [49] 1980 : Firewood Crops Shrub and Tree Species for Energy Production. National Academy of Sciences. Washington DC, pp. 114-117.
- [50] Rapports annuels CTFT. Burkina Faso, Cameroun, Niger, Sénégal.



J. RASSIAT

AZADIRACHTA INDICA A. JUSS.

1. Feuilles et inflorescences, 1/3. — 2. Foliolle, 1/1. — 3. Infrutescence, 1/3. — 4. Fruit, 1/1.
5. Graine, 1/1. — 6. Jeune plant (d'après R.S. Troup), 3/4. — 7. Inflorescence, 1/3. — 8. Fleur, $\times 10$.

rièvement, est crevassée longitudinalement et obliquement.

Notons qu'il ne faut pas confondre *Azadirachta indica* A. Juss. avec *Melia azedarach* L. originaire du Pakistan et connu sous le nom de Lilas de Perse, planté comme arbre d'ornement pour ses fleurs mauves dans les zones tropicales et subtropicales.

2. — CARACTÉRISTIQUES BOTANIQUES

Le Neem appartient à la famille des Méliacées ; il se caractérise par des feuilles composées, alternes, par des étamines réunies en tube, par des fruits drupacés en grappes pendantes et des graines non ailées.

Le genre *Azadirachta* se définit de la manière suivante [35] : feuilles imparipennées ; indumentum simple ; une paire de glandes linéaires à la base du pétiole, sous la paire de glandes orbiculaires ; ovaire 3-loculaire ; loges avec 2 ovules collatéraux ; stigmate avec 3 lobes ; drupe 1 ou 2 séminée ; endocarpe mince.

Azadirachta indica. *Ecorce*.

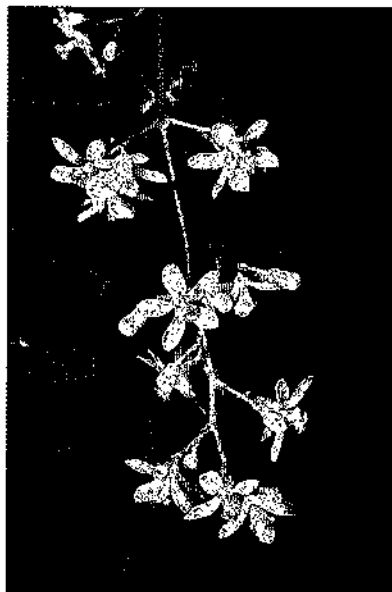
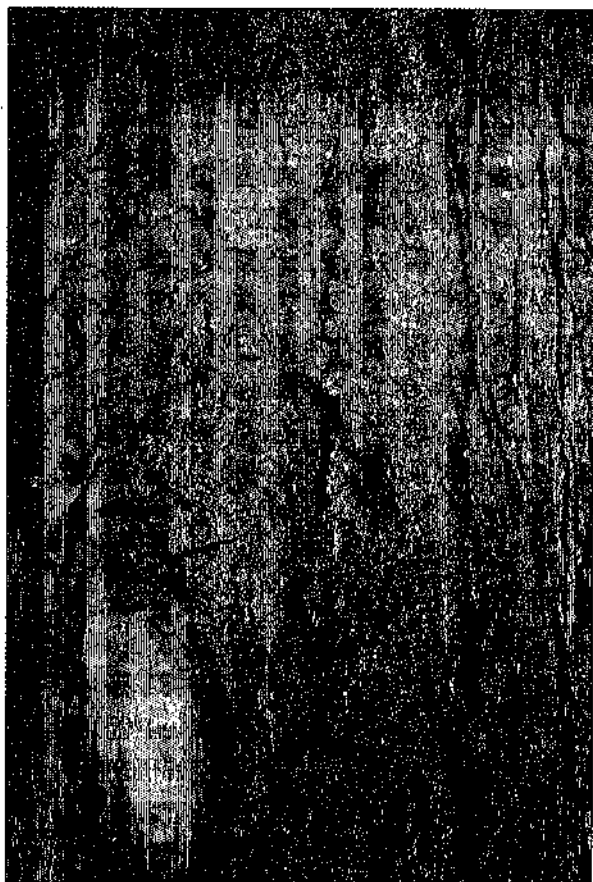


Photo Arbonnier.

Azadirachta indica. *Epi floral*.

Azadirachta indica. *Grappe de fruits*.

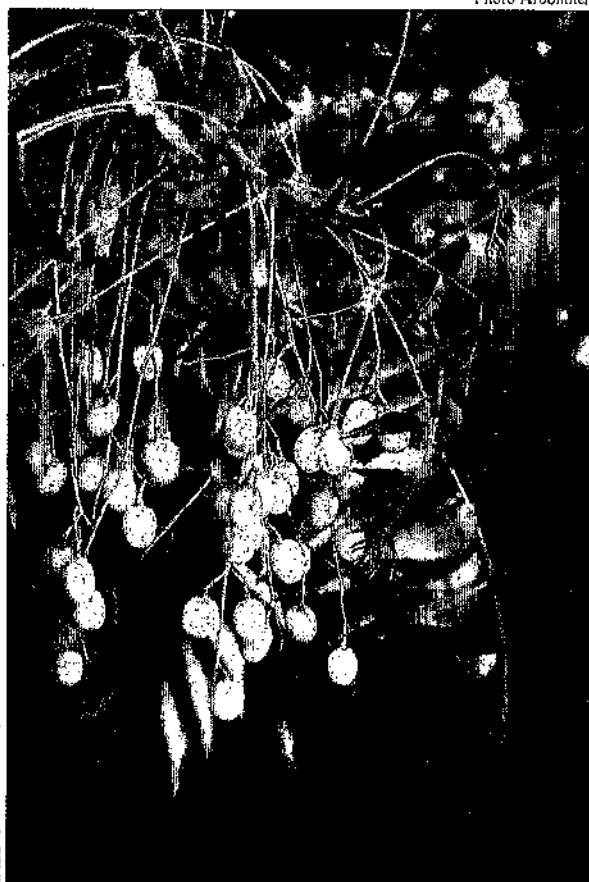


Photo Arbonnier.

Le Neem se caractérise comme suit :

— FEUILLES : imparipennées, pétiole glabre long de 12 à 24 cm ; folioles 6-7 paires opposées un peu coriaces, longues de 6-8 cm, larges de 2-3 cm ; limbe denté (jeune, entier), lancéolé, oblique, asymétrique, aigu au sommet, inégal à la base.

— INFLORESCENCE : panicules axillaires de fleurs nombreuses, en petites cymes ; pédoncule court. Fleurs odorantes blanches de 5-6 mm. 5 petits sépales orbiculaires, 5 pétales oblongs libres imbriqués. 10 étamines en tube glabre de 3 à 5 mm, anthères sessiles ovales, 5 loges s'ouvrant en 2 fentes longitudinales. Ovaire globuleux glabre, 3 loges biovulées, placentation axile.

— FRUIT : drupe ellipsoïde, jaune verdâtre, de 1,5 à 2 cm, endocarpe ligneux, le plus souvent une seule graine, albumen nul, embryon droit, cotylédons épais.

— PLANTULE : germination épigée, présence d'un hypocotyle distinct de la racine. Les cotylédons sont épais et charnus (différents du Lilas de Perse pour lequel les cotylédons sont minces et oblongs). Les deux premières feuilles sont d'abord opposées et trifoliolées, plus ou moins profondément lobées, puis alternes.

3. — ECOLOGIE

Origine - Répartition

Cette essence est originaire des zones sèches de l'Inde (Carnatia, Dekkam, Siwalik), de Birmanie [46], de Thaïlande et du Cambodge. Elle a été répandue en Afrique, Amérique Centrale, Cuba-Haïti, Sud de la Floride.

Exigences

Pluviométrie et température : 400 à 1.200 mm/an, optimum 800 mm sur sous-sols... Le Neem supporte des périodes sèches marquées (5 à 7 mois) ; il peut alors perdre ses feuilles (quand il est sur un sol sans réserve en eau). Il peut subsister, avec les pluies et la réserve en eau du sol, sans atteindre la nappe phréatique (ex. : à Niamey, 600 mm/an, nappe à 40 m). Cependant une nappe phréatique à moins de 2,5-3 m est préférable pour obtenir de bons résultats. Le Neem reste une des rares espèces exotiques à donner encore des résultats très corrects sous l'isohyète 600 mm en Afrique tropicale sèche : cette espèce est réellement résistante à la sécheresse ; elle accepte une température moyenne annuelle comprise entre 21 et 32 °C.

Lumière : le Neem est une essence de lumière.

Altitude : on le rencontre du niveau de la mer à 1.500 m.

Sol : à l'état isolé il se montre assez plastique et pousse sur des sols variés : sableux (Niamey, Niger), argileux (67 % d'argile au Nigeria), latéritiques (Bandia, Sénégal), calcaires (Haïti), vertiques (Mayo Ferrégo, Nord Cameroun) et même halophiles (sol « hardé » au Cameroun) ; sur sols ferrugineux, sa croissance est très faible, même avec une pluviométrie supérieure à 1.000 mm. Il préfère cependant les sols légers et profonds, ou du moins les sols sans horizon induré (sous-solage préconisé dans ce cas). Il supporte très mal l'asphyxie racinaire (vertisol hydromorphe). Son optimum de pH se situe à 6,2 mais il supporte un pH = 5 ; il le ramène à la neutralité en surface par apport de ses feuilles qui forment une litière importante, se décomposant mal en zone aride.

Concurrence : Il supporte mal la concurrence en particulier de la végétation herbacée ou même parfois de sa propre régénération, qui peut être très abondante dès la 3^e année de plantation. Inversement par son système racinaire traçant étendu, il est un fort concurrent des cultures les plus proches (dégâts aussi sur les canalisations) : on peut difficilement l'utiliser en agroforesterie.

Tempérament : Il ne forme jamais de peuplements monospécifiques ; on le trouve donc toujours en mélange [9] dans des formations forestières sèches telles que :

— forêt sèche tropicale sempervirente à *Albizia amara*, *Albizia lebbek*, *Tamarindus indica*...

— forêt sèche tropicale décidue à *Tectona grandis*, *Boswellia serrata*, *Anogeissus latifolia*, *Terminalia tomentosa* et leurs formations dégradées de type savanicole

— forêt tropicale à épineux à *Acacia nilotica var adansonii*, *Capparis sp.*, *Anogeissus latifolia*, *Bauhinia racemosa*, *Ziziphus sp.*, *Albizia amara* et leurs formations dégradées.

On le rencontre aussi en zone aride dans les formations pré-forestières en mélange avec *Acacia senegal*, *Acacia leucophloea*, *Prosopis spicigera*, *Balanites sp.*, ...

4. — TECHNIQUES DE PLANTATION

Le Neem a été introduit avec succès notamment sur les continents africain et américain. En Afrique, on le rencontre dans toute la zone soudanienne et sahélienne, où utilisé essentiellement en arbre de case, il a modifié le paysage traditionnel. Plus particulièrement, il a été planté au Sénégal, Mali, Burkina Faso, Niger, Nigeria, Tchad, Cameroun, Centrafrique, et en Amérique Centrale (Nicaragua, Haïti, ...).

Essence de lumière, le Neem pousse bien à l'état isolé en Asie comme en Afrique et l'on trouve de beaux sujets en alignement ou en bordure de massif forestier. Les plantations en plein sont en général beaucoup plus médiocres et irrégulières. Il existe cependant quelques belles plantations comme au Cameroun (P = 800 mm) sur de bons sols, au Nicaragua sur sols profonds d'origine volcanique (P = 1.100 mm), en Haïti (Port au Prince).

Multiplication

Récolte de graines

Le Neem fructifie d'avril à juillet (Inde et Afrique soudano-sahélienne), la récolte des graines a généralement lieu en Afrique en fin d'année : novembre à décembre au Cameroun ; septembre-octobre au Burkina Faso, plus rarement en mars-avril. Les graines doivent être récoltées à maturité complète (en fait la fructification est étalée et on récolte les graines les plus fraîches pour réaliser les pépinières). Il est conseillé de débarrasser les fruits de leur pulpe et de les laver dès le ramassage. On fait ensuite sécher les fruits dépulés. On trouve environ 4.000 fruits au kg quand ils sont lavés et séchés. Ce nombre est très variable et peut aller de 900 à 6.300.

La germination s'effectue en 6-8 jours avec un taux de germination de l'ordre de 60-70 %. Les meilleurs résultats sont obtenus sur du sable à 28 °C sous ombrière. A la température ambiante, les graines ne conservent leur faculté germinative que 1 mois ou 2 ; il est même conseillé de les semer moins de deux semaines après la récolte. La conservation au froid ne prolonge que très peu la faculté germinative des graines qui devront donc être utilisées aussitôt que possible après trempage pendant 24 heures dans de l'eau fraîche.

Des travaux en cours de réalisation au CTFT [42 bis] laissent cependant entrevoir des possibilités d'obtenir un taux de germination supérieur à 40-50 % même après 64 mois de conservation.

Multiplication végétative

Rappelons que le Neem rejette bien de souche et drageonne aussi. Le greffage en fente ou par approche se pratique aussi avec succès (Burkina Faso 1986). Au Togo, les paysans le bouturent de façon rustique en prélevant des rameaux d'un mètre sur un arbre adulte, ne laissant que deux à trois feuilles terminales et en les plantant directement en terre avec un tuteurage.

Des essais de bouturage de jeunes pousses sur substrat filtrant (sable grossier) avaient déjà été réalisés avec succès au Niger et au Burkina Faso en 1975 [13]. En 1986 [48] de nouveaux essais au Burkina ont montré qu'il était préférable d'utiliser des boutures herbacées (rejets de souches) comme matériel végétal et de pratiquer un poudrage de la base de la bouture mouillée, dans l'acide beta-indol-butyrique (AIB), à 0,5 %, avant la mise en pot. La meilleure réussite est obtenue en août avec 30 à 57 % de reprise.

Enfin, en 1986 des essais CTFT/ENGREF de Nancy [8] de culture *in vitro* ont pu être réalisés. Il semble préférable de traiter les tiges au benlate (10 mn à 2 mg/l) puis les stériliser à l'hypochlorite de calcium à 7 % pendant 10 mn. Le milieu le plus favorable semble être celui de Llyod et Mc Cown ; l'apport de charbon actif à 2 g/l a des effets favorables sur l'allongement. La multiplication par bourgeonnement semble assez difficile à obtenir alors que la multiplication par allongement donne de meilleurs résultats notamment avec l'hormone AG3 à 0,1 mg/l (effet positif sur l'allongement) et ANA à 0,2 mg/l (stimule la formation des feuilles). Des premiers essais de rhizogénèse ont pu aussi être réalisés.

Sélection

En Afrique les premières introductions ont eu lieu au Ghana [28] (1915, origine inconnue), au Soudan [21] [24] (1916, origine = Nagpur-centre de l'Inde) et au Nigeria [26] (1928, origine = Birmanie, Ceylan et Inde). Peut-être y a-t-il eu quelques autres introductions mais celles-ci ont servi de source de graines fraîches pour planter le Neem dans toutes les régions sèches d'Afrique de l'Ouest et du Centre. La base génétique est donc trop étroite pour lancer un programme de sélection. Cependant les écotypes africains sont bien adaptés ; quelques essais de provenances réalisés au Niger (1979) et au Burkina Faso (1977) ont montré que les provenances locales semblaient avoir de meilleures performances que les autres origines testées (Pakistan, Sri Lanka). Ces comparaisons méritent cependant d'être renouvelées et étendues ; elles ne pourront se réaliser que lorsque le problème de conservation des graines sera définitivement résolu.

Semis direct

Le Neem se régénère très facilement, preuve de son adaptation ; il a une capacité colonisatrice importante (Cameroun, Burkina Faso, Sénégal, Togo, Haïti, Nicaragua...) grâce au transport des graines par les animaux, les oiseaux en particulier ; c'est ainsi qu'on trouve des régénérations de Neem sous les lignes électriques.

Le semis direct (3 graines par emplacement) peut donc être employé si l'on dispose abondamment de graines mûres à la bonne saison et au minimum 600 mm de pluie par an. Le Neem peut être semé en mélange avec d'autres graines sur les bourrelets des fossés isohypses ou en poquets sous des arbustes où il bénéficie d'un ombrage et d'un sol localement enrichi en matières organiques. Il est aussi possible de réaliser un enrichissement progressif de savanes dégradées à peu de frais. Les jeunes plants sont cependant fortement concurrencés par les graminées et détruits par le feu.

Plantations avec plants issus de pépinière

La plantation avec des plants élevés en sachets est préconisée pour les zones au-dessous de l'isohyète 700 mm. Des essais réalisés au Niger ont donné un taux de reprise à un an de 88 % pour les plants en sachets contre 30 % pour les plants à racines nues. Lorsque la pluviométrie augmente, ces résultats sont à nuancer. En effet, il n'est pas rare de rencontrer des reboisements réussis effectués à partir de stumps ou de plants à racines nues ou de tiges effeuillées sous des isohyètes

1.000-1.200 mm. En Afrique de l'Ouest sèche, les plants à racines nues sont donc à proscrire en reboisement et doivent être réservés aux usages particuliers (arbre de case qui peut être entretenu et arrosé).

D'une manière générale, les caractéristiques idéales du plant en sachet profond sont d'une hauteur comprise entre 30 et 40 cm pour un âge de 3-4 mois. On peut éventuellement produire des plants de 9 mois si l'on souhaite qu'ils soient plus grands. Un cernage est alors nécessaire. Les graines doivent être semées sous un paillage (pas trop épais) à même la surface du sol ; le plant après germination perce ce paillage que l'on peut maintenir en place pour conserver l'humidité du sol et réduire la concurrence herbacée. Pour les plantations d'alignement, on a souvent recours aux grands stumps (1,50 m à 2 m) plus faciles à mettre en place et à protéger ; toutefois de nombreux regarnis sont à prévoir. Un arrosage d'appoint peut parfois s'avérer nécessaire. On peut également utiliser des plants en rosette (plants en racines dont la tige est effeuillée sauf une couronne terminale dont les feuilles sont conservées).

Plantation

Les différents types de plantations et les densités

En zone sahélienne, le Neem est un arbre qui développe ses potentialités à l'état isolé : son optimum de croissance est donc obtenu en l'utilisant comme arbre d'ombrage, de case, d'alignement et éventuellement de brise-vent. On peut néanmoins l'utiliser dans des boisements équiennes en plein à grands écartements (4-5 m) ; ces plantations pourront alors être réalisées d'une manière économique grâce à la méthode taungya. En 74-75, des essais réalisés au Niger montraient qu'il était souhaitable d'utiliser en culture intercalaire le mil plutôt que l'arachide et seulement à partir de la 2^e année (effet très dépressif la 1^{re} année). Des essais plus récents au Cameroun (83-84) ont été très positifs, quelle que soit la culture pour les deux premières années, le rendement chutant en 3^e année. De bons résultats ont aussi été obtenus en culture en couloir. Ce mode de plantation doit se réaliser au-dessus de l'isohyète 700 mm, de préférence.

Le Neem n'est pas une essence à promouvoir en plantation irriguée où d'autres essences sont plus performantes ; il peut devenir envahissant (exemple du périmètre irrigué de Saga au Niger où les Neem plantés sur un drain se propagent dans les drains voisins et colonisent les pistes). Il faut éviter de réaliser de grands peuplements monospécifiques à production de bois, ce qui ne correspond pas au tempérament du Neem dans le Sahel. Mais on note aux alentours de certaines mares du Sahel des plantations en plein destinées à permettre au bétail de se reposer à l'ombre (cf. photo BFT n° 173, p. 8, mai-juin 1977).

Les écartements à retenir sont de l'ordre de :

- 5 m × 5 m sous l'isohyète 600 mm,
- 4 m × 4 m sous l'isohyète 800 mm,
- 3 m × 3 m au-dessus de 1 000 mm.

Dès l'apparition des premiers phénomènes de concurrence, ces peuplements devront être éclaircis ; concurrence d'autant plus forte et précoce que la pluviométrie est faible (exemple : dès 6 mois à 3 m × 3 m, pour 600 mm). Pour obtenir un accroissement optimum sous l'isohyète 600 mm, la densité doit être ramenée à 200 tiges/ha, soit un écartement moyen de 7 × 7 m, à l'âge de 4 ans.

Le maintien de peuplements trop denses, eu égard à leur âge, se traduit inévitablement par un dépérissement et une élimination d'un certain nombre de tiges jusqu'à rétablissement des équilibres biotiques. La réalisation d'éclaircies posant quelques problèmes (cf. paragraphe « Problèmes phytosanitaires »), il est souhaitable de choisir dès le départ des écartements larges. D'autre part, au Niger l'exploitation d'une partie de la plantation de Neem à Matameye en 1985 (6 ans) a montré qu'après 1 an 1/2 les rejets avaient rattrapé le reste de la plantation non exploitée.

Ce qui prouve bien que les vieilles plantations de plus de 5 ans à écartement de 5×5 m et sous une pluviosité de 450 mm ne poussent plus et qu'il est nécessaire d'intervenir, soit en éclaircie, soit en exploitation précoce pour améliorer leur rentabilité.

Au-delà de 1 200 mm, on préférera au Neem d'autres espèces telles que *Tectona grandis*, *Gmelina arborea*, *Eucalyptus*, *Chlorophora excelsa*, *Cordia alliodora*, *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, *Acacia mangium*, etc...

Préparation du terrain

Les essais réalisés au Niger, au Burkina Faso et au Sénégal montrent que le travail du sol aboutissant aux meilleurs résultats est le sous-solage. Le billonnage effectué seul ou sur sous-solage préalable est une technique d'autant plus néfaste que le climat est plus aride. La méthode à préconiser est le sous-solage croisé avec une dent sur la ligne de plantation. Une des lignes de sous-solage devra être orientée parallèlement aux courbes de niveau.

Le sous-solage en plein est indispensable dès que les conditions d'aridité deviennent dures (< 600 mm) comme au Niger. Même les sols sableux ont besoin d'un sous-solage, car ils sont souvent indurés en profondeur. Il est important de travailler le sol sur toute la surface pour faciliter une infiltration maximale des eaux de pluies. Au Sahel, même sur sol sableux il se forme très vite une pellicule indurée superficielle quasiment imperméable sur laquelle ruisselle la pluie. Il faut la briser aussi souvent que possible (pulvérisage ou sarclage). Mais le sous-solage croisé sur sol sableux, peu structuré, de pente inférieure à 3 % peut être dangereux. On a pu observer en 1980 dans la ceinture verte de Niamey au Niger, la formation de ravines de 6 m de profondeur et 25 m de large en 7 ans.

A la plantation, il est préconisé un traitement anti-termites. La méthode des grands pots $60 \times 60 \times 80$ cm en zone aride avec arêtes de poisson est simple et efficace pour concentrer l'eau au pied du plant.

Protection

Elle est bien souvent nécessaire. Les barbelés seuls ne sont jamais efficaces contre les chèvres, il faut y associer des gabions végétaux tressés ou épineux pour les arbres isolés et une clôture épineuse morte (zériba) pour les plantations en plein.

Engrais

La fertilisation si elle est souvent favorable doit a priori passer après le strict respect des normes de production des plants, de préparation du sol et d'entretien des plantations.

Entretiens

Les Neem sont très sensibles à la concurrence herbacée et les désherbages sont nécessaires tant que le couvert des Neem n'est pas suffisant pour exclure la pousse des graminées (protection vis-à-vis du feu en même temps). Les entretiens doivent se faire en fin de saison des pluies avant que les herbes ne soient sèches et n'aient épuisé le stock en eau du sol.

Pendant les deux premières années, deux entretiens par an sont indispensables.

Problèmes phytosanitaires

De manière générale, le Neem est un arbre rustique qui, par ses propriétés insecticides, connaît peu de problèmes. Lorsqu'il se produit des dépérissements, il s'agit plutôt de problèmes d'hydromorphie, de présence d'une couche indurée, d'un excès de calcaire (Haïti), d'un retard des éclaircies.

Il est parfois observé dans les plantations quelques arbres isolés attaqués par les termites, *Apate monachus* (*Bostryche*), *Macrotermes bellicosus* ou *Gryllotalpa* sp., mais ces attaques sont rares. Au Cameroun, il a cependant été observé quelques attaques importantes d'*Aonidiella orientalis* Newstead (cochenille) qui entraînaient

une perte de feuilles et un dessèchement des jeunes pousses. Ces attaques sont rarement mortelles mais la croissance en est retardée ; elles ont par la suite diminué et un équilibre s'est installé avec leurs prédateurs (larves coléoptères prédatrices, hyménoptères endoparasites).

En revanche sur des jeunes plants, des rongeurs (lièvres) peuvent occasionner des dégâts sérieux en écorçant le collet des jeunes tiges ; les rats rongent même les arbres de 8 ans en fin de saison sèche quand il n'y a plus d'autre matière verte (Galké, Cameroun, avril 1988). Un badigeonnage de la base des jeunes tiges à l'Arasam (Thiram) permet d'éviter ces attaques.

Une mortalité importante apparaît aussi lorsqu'on procède à un éclaircissement trop brutal des tiges lors d'une éclaircie tardive (décollement de l'écorce) ; ce genre d'opération est donc à éviter.

Il est observé aussi assez fréquemment un fendage des fourches sur des jeunes tiges (2-3 mètres).

Croissance - Production

Le Neem peut avoir une croissance assez rapide. TROUP cite jusqu'à 41,5 cm de diamètre à 16 ans en Inde [46].

En Afrique de l'Ouest, dans de bonnes conditions (précipitations supérieures à 800 mm/an et bons sols), une plantation peut atteindre une hauteur de 3 à 5 m et un volume de 10 à 12 m³/ha à 4 ans. Les chiffres de production sont rares, car cette essence est utilisée principalement isolée ou en alignement.

Dans le Nord du Nigeria [5], une plantation de Neem peut produire un accroissement annuel moyen de 2 à 18 m³/ha/an, selon les classes de fertilité :

Age = 8 ans Ecartement = 2,4 x 2,4 m	Volume des bois (> 3,3 cm de diamètre, en m ³ /ha)			
	Classe I	Classe II	Classe III	Classe IV
Première coupe	150,0	91,0	49,0	17,5
Deuxième coupe	147,0	87,5	46,5	17,5
	Accroissement moyen en m ³ /ha/an			
Première coupe	18,7	11,1	6,1	2,2
Deuxième coupe	18,4	10,9	5,8	2,2

Autre exemple de peuplement de Neem : près de la Mission de Founangé à Maroua (Nord Cameroun) :

- diamètre moyen : 33 cm,
- densité : 287 arbres/ha,
- surface terrière : 25 m²/ha,
- âge : 30 ans,

sur sol alluvial avec nappe phréatique accessible pendant plus de la moitié de l'année.

Le Neem est donc une essence à croissance relativement rapide qui convient bien aux zones sèches. Cependant, en plantation, son niveau de production reste assez moyen et si sa production en bois de feu n'est pas à négliger, il serait aussi intéressant et souhaitable d'utiliser au mieux le reste de ses potentialités (paragraphe 6-« Utilisations »). Rappelons que la variabilité intraspécifique n'a pas encore été réellement testée (voir p. 38, Sélection).

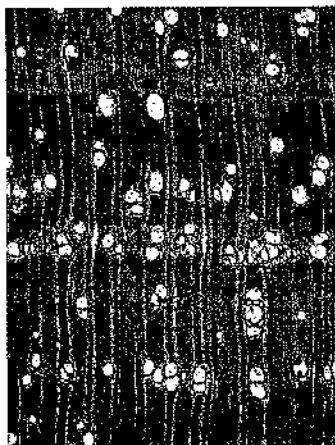
5. — CARACTÉRISTIQUES ANATOMIQUES (Essais CTFT)

Aspect du bois débité

Le bois parfait a une couleur rouge acajou, fonçant légèrement à la lumière. L'aubier bien différencié est blanc-jaunâtre. Le grain est plutôt fin, la maille à peine visible. Un contrefil fréquent, mais jamais très prononcé, peut donner un joli rubanage auquel s'ajoutent parfois des figures dues aux lignes de parenchyme ou aux petits nœuds. Il prend un beau poli.

Densité = 0,75-0,85 (0,90) g/cm³. L'aubier ou les jeunes tiges ont un bois à peine plus léger (environ 0,70 g/cm³).

Structure du bois



Coupe transversale, $\times 14$.

Les pores sont disséminés, isolés ou accolés radialement par 2 à 4, au nombre de 6 à 12 par mm², moyens (100-130 μ) ; les ponctuations intervasculaires sont fines (4-5 μ).

Le parenchyme est, d'une part en lignes ou bandes terminales bien visibles et, d'autre part associé aux pores (quelques cellules juxtavasculaires, rarement un mince manchon complet). Présence de cristaux en chaînes.

Les rayons, larges de 2 à 4 cellules (environ 50-60 μ), courts (hauts de 250 à 300 μ en moyenne) sont au nombre de 6 à 8 par mm. Leur structure est sub-homogène.

Les fibres ont une longueur de 800-1.200 μ , une largeur de 20 μ en moyenne. Leur coefficient de souplesse est d'environ 50. Des fibres cristallifères ont été observées dans certains échantillons.

6. — UTILISATION

Produits ligneux (essais CTFT)

Durabilité naturelle

Champignons	Termites	Autres insectes	Imprégnabilité
Durable à très durable	Résistant	Non attaqué	Peu ou non imprégnable

Il est utilisé pour la sculpture (mais se polit assez mal), pour la fabrication de charrettes, d'outils, de coffres (car ce bois repousse les insectes) ainsi que pour la construction d'habitations (perches, piquets). Cependant le tronc étant souvent court, il est principalement utilisé comme bois de feu. Son pouvoir calorifique supérieur est de l'ordre de 4.700-4.800 Kcal/kg de bois anhydre, soit environ 3.600 Kcal/kg de bois à 20 % d'humidité.

Le rendement en charbon de bois est de 15 à 20 % avec des techniques traditionnelles et 30 % avec une cornue industrielle. Le pouvoir calorifique du charbon obtenu est de 7.300 Kcal/kg. Torréfié, le Neem donnerait un produit avec un pouvoir calorifique supérieur de 5.200 Kcal/kg et avec un rendement pondéral de l'ordre de 75 % et un rendement énergétique de 80 %.

Produits à usage domestique et médical [27, 39, 40]

L'huile de Neem est traditionnellement utilisée comme lubrifiant (moyeux de charrette) et combustible d'éclairage. L'extraction de l'huile se fait par broyage des graines de Neem après les avoir décortiquées et plongées dans de l'eau bouillante. Mais cette huile est toxique car elle contient de l'aflatoxine.

De l'écorce, on extrait des tanins pour le traitement des peaux et des fibres pour le tissage.

Les fruits sont très appréciés par les enfants en Asie (pulpe douceâtre) ; ce n'est pas un phénomène habituel en Afrique.

La gomme a des propriétés tinctoriales.

Les rameaux feuillés terminaux sont traditionnellement utilisés en Asie et en Afrique pour l'hygiène dentaire.

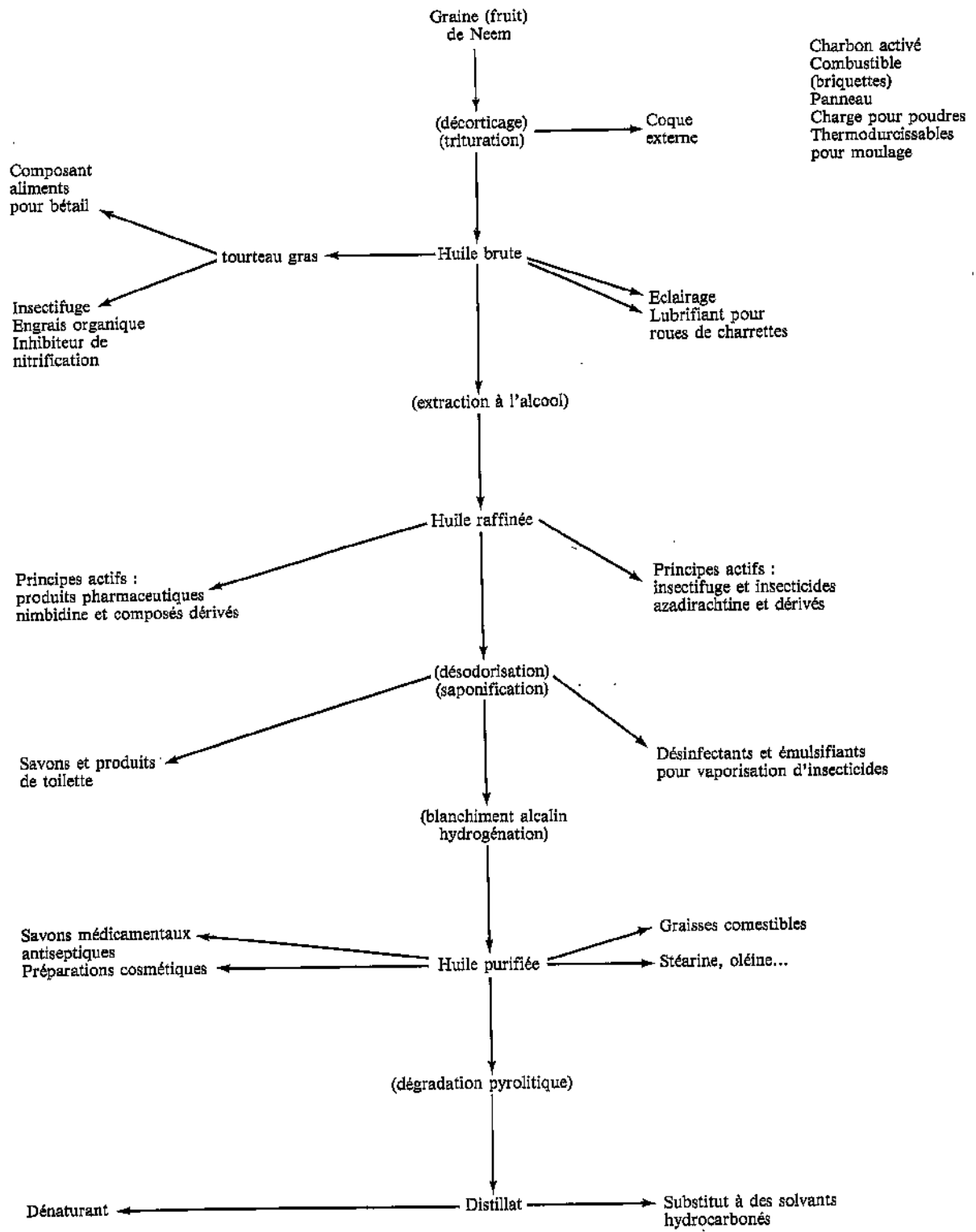
L'écorce, les feuilles et le fruit sont utilisés depuis l'antiquité en particulier pour leurs propriétés fébrifuges et antiseptiques.

Actuellement, on extrait de la graine un principe actif (la Nimbidine) utilisé dans l'industrie pharmaceutique et vétérinaire pour des préparations à usage dermatologique, stomatologique et endocrinologique (antipaludique, sédatif léger, antiparasitaire externe vétérinaire).

Il est utilisé en nutrition animale comme complément (sels minéraux, tryptophane).

A partir des graines et des feuilles, on a isolé un principe actif (l'Azadirachtine et il en existe d'autres tel le Salannin) doué de propriétés antiparasitaires (insectes, nématodes...) et non toxique pour l'homme. L'Azadirachtine ($C_{35} H_{44} O_{16}$) stoppe le développement des larves et provoque la naissance d'insectes sans ailes. Mais les propriétés insecticides du Neem varient en fonction de ses origines (Inde, Birmanie), de l'âge de l'arbre et du climat local. Son coût de production est élevé (on peut extraire seulement 3 g d'Azadirachtine de 1 kg de graines). Au Togo les feuilles de Neem sont utilisées comme insecticide dans les greniers traditionnels ; les feuilles sont disposées en couches successives à plusieurs niveaux parmi les grains stockés (maïs essentiellement). Le mélange de 800 g d'huile de Neem avec 100 kg de graines (céréales, ...) permet de diminuer les pertes par parasitisme de 15 à 25 %. Une tonne de graines (matière sèche) donne environ 200 kg d'huile. A l'heure où les besoins de produits phytosanitaires se font cruellement sentir, les agriculteurs disposeraient là d'une source bon marché en pesticide. Des essais d'extraits à l'eau ou à l'alcool ont été utilisés en champ avec succès (Inde, Togo). La poudre de graines de Neem, à 1 ou 2 % en poids, assure la protection des graines pendant plus d'un an contre *Trogoderma*, *Rhizopertha*, *Sitophilus*.

La poudre de tourteau mélangée à l'urée permettrait une économie importante d'engrais azoté principalement pour la culture du riz et de la canne à sucre. Le tourteau résultant du pressage des graines pour l'extraction de l'huile inhiberait la nitrification et limiterait les pertes par lessivage : l'économie réalisée par l'application de 140 kg/ha de tourteau serait de 25 à 50 % sur l'urée à épandre dans les rizières. On obtient ainsi une valorisation des engrais liée à une augmentation de l'absorption du phosphore, du potassium, du calcium et du magnésium et de la teneur en protéines des graines. Une tonne de graines (matière sèche) donne environ



Source : RADWANSKI (S.) = 39.

800 kg de tourteau [39]. Ce tourteau a une action sur les termites, lesquels sont tués en 24 heures, la rémanence du traitement étant de plus de 4 semaines (cette rémanence n'étant dangereuse ni pour les animaux ni pour l'homme).

Après désodorisation et saponification, l'huile raffinée est à la base de désinfectants émulsifiants et produits de toilette (savons antiseptiques, dentifrice). L'huile peut fournir stéarine, oléine, bases d'une partie de la chimie.

Technologie des graines de Neem

Voir tableau ci-contre

Agroforesterie

Le Neem est avant tout un arbre d'ombrage et de case. Il a la réputation d'éloigner les insectes (quand il ne porte pas de fruits).

Il arrive que le feuillage soit abrouiti par les chameaux et les jeunes plants sont parfois mangés par les chèvres, d'où la nécessité de les protéger.

Le Neem est utilisé entre autres pour la confection de brise-vent avec conservation des rejets apparaissant au pied pour diminuer le coefficient de perméabilité, mais il vaut mieux ne pas l'utiliser autour des vergers fruitiers car il attirerait les roussettes (chauve-souris fructivores). A cause des problèmes de concurrence racinaire (système traçant), il faut jouer sur un effet de cloisonnage du terroir avec des lignes très espacées (Maggia - Niger [7]). Il faut alors l'émonder très régulièrement, car s'il ne l'est pas, il a tendance à se dégarnir de son feuillage en fin de saison sèche. Creuser un fossé de 50 cm à 5 m des pieds peut se révéler efficace pour les cultures voisines, s'il est entretenu chaque année avec élimination de la régénération naturelle. Il peut être aussi utilisé comme jachère forestière (essai au Nord Nigeria), du fait de sa capacité à mobiliser les éléments nutritifs dans des sols naturellement pauvres.

Le Neem a été utilisé dans les travaux de reforestation des zones sèches et de restauration des sols.

L'intérêt essentiel du Neem en agroforesterie est surtout de satisfaire les besoins en bois de la population et moins d'améliorer les productions agricoles, d'autres essences étant mieux adaptées. Par sa rusticité le Neem est à employer surtout en sec ; en irrigué d'autres essences sont plus performantes.

Le traitement en taillis est possible (essais Nigeria et Burkina Faso) ; la coupe doit alors être réalisée en saison sèche (essai au Burkina Faso). L'émission des rejets n'est pas immédiate en Afrique occidentale : 50 % de rejets à 6 mois, 80 % à 1 an avec en moyenne 3 à 5 rejets par souche.

L'émondage se pratique aussi avec succès, son avantage essentiel étant que l'arbre n'a pas besoin d'être protégé des animaux après la coupe comme c'est le cas avec les rejets de souche ; cette technique (taille en têtard) permet de reconstituer un ombrage minimum dans un délai de quelques mois.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] ASCHER (K. R. S.), SCHMUTTERER (H.), REMBOLD (H.), 1980. — Natural pesticides from the Neem tree (*Azadirachta indica* A. Juss.). Proceeding of the first international Neem conference, Rottach Egern, Federal Republic of Germany, 1-291.
- [2] ASCHER (K. R. S.), SCHMUTTERER (H.), 1984. — Natural pesticides from the Neem tree (*Azadirachta indica* A. Juss.). Proceeding of the second international Neem conference, Rauischholzhausen, Federal Republic of Germany, 25-28 may 1983, 1-587, Eschborn 1984, GTZ, Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit.

- [3] BAILLY (C.), BARBIER (C.), CLÉMENT (J.), GOUDET (J.-P.), HAMEL (O.), 1982. — Le problème de la satisfaction des besoins en bois en Afrique Tropicale sèche. Connaissances et incertitudes. *Bois et Forêts des Tropiques* (197), 23-43.
- [4] BARBIER (C.), 1984. — Notes sur le Neem. CTFT.
- [5] BAUMER (M.), 1983. — Notes on trees and shrubs in arid regions. Rome FAO. Programme EMASAR II, pages 90-100.
- [6] BEBSEN (C. F. C.), 1941. — Ecology and control of forest insect of India, 1-767. Indian Agricultural Research Institute, New Delhi.
- [7] BOGNETTEAU, VERLINDEN (E. L. S.), 1980. — Etude de l'impact des brise-vent dans la vallée de la Majjia, Niger, Care-Niaméy/Université Wageningen, Département sylviculture.
- [8] BOSSUT (P.), 1986. — Quelques essais de culture *in vitro* de jeunes plants d'*Azadirachta indica* et de *Parkia biglobosa* élevés en conditions artificielles. DEA Université Nancy I, Laboratoire CTFT/ENGREF.
- [9] CHAMPION (H. G.), SETH (S. K.), 1978. — A revised survey of the forest types of India. Forest Research Institute, Dehra Dun.
- [10] CHAUDURY (A. B.), 1965. — A study of the Meliaceae of India with special references to West Bengal, *Indian Forester*, 91 (7).
- [11] CHOWDURY (K. A.), GOSH (S. S.), 1963. — Indian wood, their identification, properties and uses, Dehra Dun (2) 100-103. Manager of publications, Government of India, Delhi.
- [12] CENTRE TECHNIQUE FORESTIER TROPICAL, 1963. — *Azadirachta indica* et *Melia azedarach*. Caractères sylvicoles et méthodes de plantation. *Bois et Forêts des Tropiques* (88), 23-29.
- [13] CTFT NIGER HAUTE-VOLTA, 1975. — Essai préliminaire de bouturage du Neem, 1-12.
- [14] CTFT NIGER, 1977. — Analyse des essais espacements Neem 1973. Nelder Aviation.
- [15] CTFT - HAUTE-VOLTA, 1981. — Rapport analytique des essais Linoghin-Wayen. 1980, 1-54.
- [16] CTFT/CRF-Cameroun (PELTIER). — Résultats des essais sylvicoles : mesures 86-87.
- [17] DELWAULLE (J. C.), 1975. — Essai taungya Neem + mil. Niamey Aviation 1974 CTFT Niger-Haute-Volta, 1-6.
- [18] DELWAULLE (J. C.), 1979. — Plantations forestières en Afrique tropicale sèche. CTFT, 1-175.
- [19] DUPUY (B.), MALAGNOUX (M.), 1983. — Projet de note de synthèse sur le Neem, *Azadirachta indica*. CTFT.
- [20] EZUMAH (B. S.), 1986. — Germination of storage of Neem (*Azadirachta indica* A. Juss.) Seed. *Seed Science and Technology* 14, 593-600.
- [21] FISHWICK (R. W.), 1970. — Sahel and Sudan zone of Northern Nigeria, North Cameroon and the Sudan, in : Afforestation in arid zones, R. N. KAUL, The Hague, pp. 70-82.
- [22] GIFFARD (P. L.), 1974. — L'arbre dans le paysage sénégalais. CTFT, 1-425.
- [23] GRAVSHOLT (S.), JACKSON (J. K.), OJO (G. O. A.), 1967. Provisional tables for growth and yield of Neem in Northern Nigeria, FAO, 1-33.
- [24] JACKSON (J. K.), 1960. — The introduction of exotic trees into the Sudan. *Sudan Silva*, n° 10, Vol. 1, 17 pp.
- [25] JACOBSON (M.), 1985. — The Neem tree : natural resistance par excellence. Symposium Division of pesticide chemistry : Natural resistance of plant to pests. Roles of allelochemicals. Eds M. Green and P. Hedin, p. 220-232.
- [26] KEMP (R. H.), 1970. — Trials of exotic tree species in the savanna region of Nigeria. Part II : short notes on selected species. Savanna Forestry Research Station, Samaru, Zaria, Research Paper n° 6, pp. 6-7.
- [27] KETRAR (S. C. M.), 1976. — Utilization of Neem (*Azadirachta indica* A. Juss.) and its by-products. Report of the modified Neem cake manurial Project 1969-1976. Directorate of nonedible oils and soap industry Khadi and village Industries Commission. 3, Isle road, Vile Parle (W), Bombay 400056 India.
- [28] LANE (D. A.), 1958. — The planting of exotic forest trees in Ghana, 2^e conférence forestière interafricaine, Pointe-Noire, 3-11 juillet 1958, pp. 421-435.
- [29] LITTLE (E. L.), 1963. — Common fuelwood crops. A handbook for their identification. Communi-Tech Associates, Morgantown, West Virginia, pp. 71-74.
- [30] MAILLARD (D.), 1983. — Premiers résultats des essais de sylviculture dans le Nord-Cameroun. CRF/DGRST, 1-134.
- [31] MEISNIER (J.), MELAMED-MADJAR (V.), ASCHER (K. R. S.), TAM (S.), 1985. — Effect of an aqueous extract of Neem seed kernel on larvae of the european corn borer, *Ostrinia nubilalis*. *Phytoparasitica*, 173-178.
- [32] MINBRAY (E.), 1963. — Caryo-taxonomie des Méliacées. *Société Botanique de France* (110), 5-6.
- [33] MITRA (C. R.), 1963. — Monographie du Neem (Inde), the Indian Central Oilseeds Committee.
- [34] MULARD (M.), 1981. — Les essences de reboisement en Haute-Volta. CTFT.
- [35] PENNINGTON (T. D.), STYLES (B. T.), 1975. — A generic monograph of the Meliaceae. *Blumea*, Vol. 22, n° 3, pp. 419-540.
- [36] PENNINGTON (T. D.), 1981. — *Flora neotropica*. Monograph number 28. New York Botanical Garden, p. 25.
- [37] PERRON (Y.), 1980. — Le Margousier (*Azadirachta indica*). Fiche technique. G.R.E.T. 4 pages.
- [38] RADWANSKI (S. A.), 1969. — Improvement of red acid sands by the Neem tree (*Azadirachta indica*), in Sohoto, North-Western Nigeria. *Journal of applied ecology*, Vol. 6, n° 3.
- [39] RADWANSKI (S. A.), 1977. — Neem tree. 1) Commercial potential, characteristics and distribution. 2) Uses and potential uses. *World crops and livestock* 29 (62-63, 65-66, 111-113).
- [40] RADWANSKI (S. A.), WICKENS (G. E.), 1981. — Vegetative follows and potential value of the Neem tree in the tropics. *Economic botany* 35 (4), 398-414.
- [41] REMBOLD (H.), SHARMA (G. K.), CZOPPELT (Ch.) et SCHUMUTTERER (H.), 1982. — Azadirachtine : a potent insect growth regulator of plant origin. Max Planck. Institut für Biochemie, Martinsried.