

À PROPOS DU SÉMINAIRE : SITE, TECHNOLOGY AND PRODUCTIVITY OF TEAK PLANTATIONS

Chiang Mai, Thaïlande, 26-29 janvier 1999

Ce séminaire, organisé conjointement par la FAO, le réseau teaknet (cf. encadré p. 71) et l'Université de Chiang Mai, avec le support efficace du Royal Forest Department de Thaïlande, a rassemblé plus d'une centaine de personnes intéressées par les plantations de teck.

Au cours de ces trois jours d'exposés et de discussions, entrecoupés d'une journée de visites, deux points importants sont ressortis :

- Les participants à ce séminaire étaient issus majoritairement du secteur public des pays asiatiques, mais un certain nombre de pays d'Afrique et d'Amérique étaient aussi représentés. Nous avons ainsi pu avoir un aperçu assez général des traits caractéristiques des plantations de teck à travers le monde.
- La participation dynamique et remarquée des sociétés privées qui investissent de plus en plus dans les plantations de teck, ce qui n'était pas le cas lors des séminaires de Pékin en 1991 et de Rangoon en 1995.

C'est pourquoi il nous a paru intéressant de développer ces deux aspects du séminaire tout en rappelant quelques généralités sur le teck.

TOUR D'HORIZON DES PLANTATIONS ACTUELLES

Historique des plantations

Les peuplements naturels de teck (*Tectona grandis* L.f.) se trouvent en Inde, en Thaïlande, au Laos et au Myanmar (BALL *et al.*, 1999 ; KAOSAR, 1999) et représentent environ 25 millions d'hectares, en général mélangés à d'autres espèces. Le teck est considéré comme naturalisé à Java (Indonésie) où il a été introduit au XV^e siècle par des moines hindous (KADAMBI, 1972 ; WHITE, 1991) pour constituer, à partir de régénération naturelle ou de plantation, le plus grand peuplement introduit au monde (1,1 million d'hectares).

L'intérêt et la valeur du bois de teck ainsi que la surexploitation des massifs naturels ont favorisé le développement de plantations industrielles sur toute la ceinture tropicale en commençant, au XIX^e siècle, par les pays de l'aire d'origine et avois-

nants (Sri Lanka, Bangladesh, Indonésie et Malaisie). Les introductions sur le continent africain remontent au début du XX^e siècle, au Nigeria tout d'abord (1889), puis au Ghana (1905), en Tanzanie (1910) et en Côte d'Ivoire (1929). Les premières plantations de teck en Amérique furent effectuées à la Trinité en 1913 et au Panama en 1926, avant de s'étendre au Honduras, Panama, Costa Rica, Brésil, à la Colombie, etc. (BALL *et al.*, 1999).

Les plantations de teck en zone intertropicale s'intensifient entre 1950 et 1960 pour dépasser le million d'hectares. Le support financier des bailleurs de fonds internationaux permet de continuer sur cette lancée pour atteindre deux millions d'hectares dans les années 80 et 2,5 millions d'hectares dans les années 90 (BALL *et al.*, 1999).

Aujourd'hui, les plantations de teck couvrent près de 3 millions d'hectares, dont 90 % en Asie mais l'engouement pour ces plantations et leur progression sont très importants en Afrique et en Amérique latine, surtout dans des pays comme la Côte d'Ivoire, la Tanzanie, le Costa Rica et le Brésil, tous représentés lors du séminaire de Chiang Mai.

Aspects génétiques

De nombreux programmes d'amélioration génétique ont démarré dans les années 60-70 passant par les étapes classiques d'essais de comparaisons de provenances, suivis de la mise en place de vergers à graines de clones (V.G.C.) ou « Clonal Seed Orchards » (C.S.O.) à partir d'individus sélectionnés sur des critères phénotypiques. La production de graines par les vergers, souvent insuffisante, est complétée par les récoltes effectuées dans des « parcelles grainières » ou « Seed Production Area (S.P.A.) », délimitées au sein des plus beaux peuplements.

LE RÉSEAU TEAKNET

Ce réseau, créé à la fin des années 80, a pour but d'établir un lien entre les instituts de recherche de la région Asie-Pacifique. Ses principales actions sont l'animation d'un séminaire sur le teck tous les quatre ans (Pékin en 1991, Rangoon en 1995 et Chiang Mai en 1999) et la publication d'une « newsletter » de quatre pages éditée trimestriellement.

□ Essais de provenances

Les essais de provenances de teck ont commencé conjointement en Inde et en Indonésie en 1930-1932 ; elles incluaient, en plus des origines locales, quelques provenances de Birmanie, du Laos et de Thaïlande.

En Thaïlande, au Nigeria et en Tanzanie, les essais de provenances ont commencé en 1965.

En 1969, une récolte internationale de graines fut organisée par la FAO et le Danida Forest Seed Centre, permettant l'obtention de 75 origines différentes provenant des

aires naturelles et d'introduction correspondant à 16 pays. Des essais ont notamment été mis en place en Inde, Indonésie, Thaïlande, Chine, Nouvelle-Guinée, Côte d'Ivoire, Cameroun et Burkina Faso avant de s'étendre au Bangladesh et à Cuba en 1981-1982, puis en Chine, au Laos et en Malaisie en 1992-1993. L'Inde, de 1975 à 1985, a privilégié les provenances nationales.

L'ensemble de ces essais a permis d'établir que :

- L'Inde offrait une grande variabilité génétique, subdivisée en trois catégories : humide, semi-sèche et sèche, tandis que le Laos et la Thaïlande sont beaucoup plus homogènes. Les provenances thaïlandaises sont souvent appréciées pour leur vigueur. Les provenances du Myanmar, dont l'étude a été arrêtée



Test de provenances mis en place en 1974 à Mae Huat (Thaïlande), exprimant une grande variabilité avec des individus bien supérieurs à la moyenne (arbres « Plus »), dont les potentialités génétiques mériteraient d'être confirmées par des tests clonaux.

Provenance trial set up in 1974 at Mae Huat (Thailand) exhibiting a substantial variability with outstanding individuals whose genetic potential should be worth testing through appropriate clonal tests.

en 1947, sont peu connues mais ont montré au départ une variabilité digne d'intérêt.

- La variabilité au sein du vaste territoire d'Indonésie s'avère réduite, ce qui confirme l'hypothèse de l'introduction initiale dans ce pays à partir d'un nombre réduit de géniteurs probablement de même origine.

- Des provenances particulières peuvent être préconisées en fonction des quatre grandes régions de plantations, à savoir : l'Asie du Sud-Est, l'Amérique Centrale, l'Afrique de l'Ouest sèche et enfin, pour l'ensemble, l'Afrique de l'Ouest humide et le Brésil (KAOSA-ARD, 1999).

□ Sélection d'arbres « Plus »

La sélection des arbres « Plus » a commencé en Indonésie (1951) et en Inde (1960) ; elle a continué en Thaïlande, Nouvelle-Guinée, Malaisie, Côte d'Ivoire, Tanzanie... Les meilleurs individus sont sélectionnés sur des critères phénotypiques, généralement à l'issue des tests de pro-



Arbre « Plus » de 47 ans dans la plantation de Tecal Nuevo (Costa Rica).
A 47-year-old teak « Plus » tree in Tecal Nuevo plantation (Costa Rica).



Le plus gros teck de l'Inde connu sous le nom de « Kanimara Teak » dans l'état de Kerala. Age estimé à 375 ans, hauteur totale : 42,5 m, hauteur du fût : 15 m, circonférence : 6,32 m.

The biggest teak tree from India, known as « Kanimara Teak », in Kerala state. Estimated age : 375 year old, total height : 42.5 m, clear bole height : 15 m, girth : 6.32 m.

venances. Les critères choisis prennent en compte la vigueur (croissance en diamètre et en hauteur) et la forme (note de rectitude, fréquence de cannelure, de torsion, de branche, de fourche...). Les génotypes sélectionnés sont ensuite mobilisés par greffage, la méthode la plus employée étant celle de l'écussonnage et, plus accessoirement, de la greffe en fente.

❑ Sélection clonale

Les clones peuvent être sélectionnés sur leurs performances à produire du bois (tests clonaux, parfois produits à partir de greffes) ou des graines de qualité (pour emploi en vergers à graines) à l'issue de tests de descendances, comme ceux mis en place en Côte d'Ivoire par exemple. Ces essais ont, en général, moins de dix ans, et les comparaisons ont pour l'instant donné lieu à très peu de résultats significatifs.

❑ Création de Vergers à Graines de Clones

Les clones utilisés pour les vergers à graines de clones ont été jusqu'à présent sélectionnés sur des critères phénotypiques, en l'absence d'analyse d'aptitude à la combinaison. Ces vergers produisent globalement une quantité insuffisante de graines, surtout en Asie (30 à 40 kg/ha/an en Thaïlande), qui germent mal, si bien que les surfaces requises sont très étendues par rapport aux surfaces plantées. Ainsi, en Thaïlande, 1 ha de vergers à graines ne permet de planter que 16 ha/an.

L'inventaire des surfaces établies en vergers à graines de clones est détaillé ci-dessous pour quatre pays d'Asie :

- 1 830 ha en Thaïlande (SUMANTAKUL, 1995),
- 1 200 ha en Inde (SUBRAMANIAN et al., 1999),
- 150 ha au Sri Lanka (WEERAWARDANE, 1999),
- 129 ha au Bangladesh (HAQUE, 1999).



Vergers à graines de clones de 20 ans au Sri Lanka.
A 20-year-old teak clonal seed orchard in Sri Lanka.

❑ Délimitation de parcelles semencières

La faible productivité des vergers à graines de clones, en dépit de l'investissement consenti, justifie, pour de nombreux pays, la création de parcelles de production de graines au sein des plus beaux peuplements de teck (SPA) : 2 000 ha en Inde (SUBRAMANIAN et al., 1999), 500 ha au Myanmar (HTWE, 1999), 161 ha au Vietnam (Ministry of Forestry of Vietnam, 1995). Ces parcelles sont sommairement aménagées pour la récolte de graines en procédant à l'élimination des individus indésirables et en nettoyant le sol. Les graines produites sont directement utilisées en pépinière pour produire les semis nécessaires aux plantations industrielles.

Sylviculture – productivité

Plusieurs sujets sont revenus régulièrement dans les discussions : techniques de pépinières, choix des sites de plantation, emploi de la fertilisation, choix de la durée de révolution et du régime des éclaircies, estimation du rendement de production total. Ces aspects, qui préoccupent à juste titre les reboiseurs, sont ici brièvement abordés.

❑ Techniques de pépinière

Le problème principal pour une bonne pépinière est l'approvisionnement en graines de bonne qualité. Les quantités requises sont énormes, et les manipulations lourdes, coûteuses et délicates (les graines sont urticantes et allergisantes). Le prétraitement des graines employé communément est l'alternance de trempages et de séchages pendant une durée de deux à trois semaines. Les attaques parasitaires en pépinières sont fréquentes et demandent un traitement très strict contre les termites et les champignons.

❑ Choix des sites de plantation

Le teck est planté dans de nombreux pays tropicaux (plus de cinquante) dans des conditions de climat et de sol très variables.

Les conditions de croissance classiquement admises (KRISHNAPILLAY et RAZAK, 1999) sont :

Sol : pH entre 6,5 et 7,5 avec la présence de calcium, profond et bien drainé.

Climat : précipitations annuelles de 1250-1800 mm à 3200-3500 mm. Saison sèche bien marquée (on peut retenir le critère Q cité par SISWAMARTANA (1999) qui est égal au rapport entre le nombre de mois de moins de 60 mm de précipitation et le nombre de mois de plus de 100 mm). Les conditions optimales pour le teck se situent entre les valeurs de Q de 33 et 60 %. A en croire UGALDE (com. person.), l'incidence de la période sèche sur l'aspect esthétique du bois se ressent surtout durant les dix premières années, et tend à s'estomper par la suite.

Lorsque l'on s'éloigne de ces caractéristiques, la croissance du teck est fortement modifiée : si le climat est plus sec, la croissance est plus lente mais la qualité du bois est alors appréciée ; si le climat est plus humide sans saison sèche marquée, la croissance peut être très bonne mais le bois est plus tendre, plus nouveau et plus clair (DURAND, 1984). Pour augmenter la production du teck en région sèche, un certain nombre de pays ont recours avec succès à l'irrigation (SUBRAMANIAN *et al.*, 1999). Les caractéristiques physico-chimiques du sol peuvent avoir un impact considérable sur la qualité des plantations.

❑ Fertilisation

Au moment de la plantation, une fertilisation de 50 g/plant d'engrais de type NPK (sodium, phosphore, potassium) au pied de chaque plant a un effet favorable sur la croissan-

ce des premières années, surtout lorsque le sol est pauvre ou lorsqu'il s'agit d'une seconde rotation sur un même site (WEERAWARDANE, 1999 ; SUBRAMANIAN *et al.*, 1999).

❑ Densité de plantation, durée de rotation, éclaircies, productivité

La densité de plantation varie fortement entre les pays et même, parfois, au sein d'un même pays. Globalement, les densités de plantations monospécifiques les plus courantes se situent entre 1 100 à 1 400 tiges à l'hectare, pouvant atteindre 3 086 tiges/ha (1,8 m × 1,8 m) au Myanmar, voire plus (Indonésie). La disponibilité en semis limite bien souvent les densités élevées.

La durée de rotation est aujourd'hui au cœur du débat, surtout avec l'arrivée des investisseurs privés. Ceux-ci cherchent avant tout un retour sur investissement – « Internal Rate of

Return » (IRR) – le plus tôt et le plus élevé possible. Comme l'essentiel des coûts se situe à la plantation, plus la rotation est courte, plus les charges financières sont allégées. La tendance générale de ces investisseurs est de prévoir des durées de rotation de 25 ans (TORRES, 1999 ; UGALDE, CORDERO, 1999), voire de 20 ans, et même de 15 ans, pour la Malaisie notamment (KRISHNAPILLAY, RAZAK, 1999) ! Rappelons que traditionnellement, le teck était plutôt programmé pour des rotations de 50 à 90 ans dans son aire d'origine, et de 40 à 60 ans dans les zones d'introduction (BALL *et al.*, 1999).

Le régime des éclaircies, une fois la durée de rotation déterminée, dépend de la classe de fertilité du sol, mais on peut retenir quelques exemples de régimes consignés dans le tableau ci dessous.

QUELQUES APPLICATIONS DE RÉGIME D'ÉCLAIRCIE

Pays	Durée de rotation	Age des éclaircies (en années)	Récolte totale (m ³ /ha/an)	Auteur
Inde	60 ans 40 ans	5, 10, 15, 20, 30 5, 8, 16, 20	1 à 6	SUBRAMANIAN <i>et al.</i> , 1999
Bangladesh	40 ans	5, 10, 15, 20, 30	3 à 6	HAQUE, 1999
Sri Lanka	50 ans 40 ans	8, 15, 25, 35, 50 6, 13, 20, 30, 40	3,8 7,5	WEERAWARDANE, 1999
Vietnam	40 ans	10, 20, 30	7,8	NGHIA, 1999
Myanmar	80 ans 40 ans	? 7, 14, 21	5 à 8	HTWE, 1999
Costa Rica	23 ans 28 ans	4, 8, 11, 16 5, 9, 13, 18, 23	10,5 13,6	UGALDE, CORDERO, 1999
Brésil	25 ans	?	15	TORRES, 1999
Côte d'Ivoire	38 ans 68 ans	3, 6, 10, 15, 20, 27, 37 9, 20, 35, 55	9,8 3,4	DUPUY <i>et al.</i> , 1999

La productivité du teck varie aussi énormément en fonction des pays et des conditions de croissance. Plusieurs expérimentations ont laissé penser qu'il était possible, dans de bonnes conditions, d'obtenir des rendements supérieurs à 15 m³/ha/an, le chiffre de 23,8 m³/ha/an a même été avancé au Nigeria (BALL *et al.*, 1999). Dans les pays où les plantations sont relativement récentes, des rendements supérieurs sont même espérés, comme au Costa Rica (UGALDE, CORDERO, 1999) ou au Brésil (TORRES, 1999). Mais, dans les pays qui ont une plus longue expérience des plantations de teck, la productivité moyenne sur de grandes surfaces est plutôt de l'ordre de 2 à 5 m³/ha/an dans l'aire naturelle et de 4 à 8 m³/ha/an ailleurs. La raison la plus souvent invoquée pour expliquer les rendements faibles dans l'aire naturelle est la présence d'un grand nombre de parasites.

Maladies et dommages

Un grand nombre de parasites attaquent le teck dans son aire d'origine. TEWARI (1992) en a dénombré 280 espèces en Inde, 72 en Thaïlande et 28 en Indonésie, parmi lesquelles on trouve des défoliateurs et des « borers » s'attaquant directement au bois. Ils sont pour l'instant moins représentés dans les zones d'introduction. Les autres dommages, en revanche, sont communs à toutes les zones de reboisement.

□ Défoliateurs

Plus de 100 espèces de défoliateurs du teck sont recensées à ce jour. On distingue notamment : *Eutectona machaeralis*, le plus important en Inde, mais qui est répandu aussi au Myanmar, au Sri Lanka ainsi qu'en Malaisie, au Vietnam et en Australie ; quant à *Hyblaea puera*, il sévit très sévèrement en Thaïlande, au Myanmar (HTWE, 1999), au Bangladesh (HAQUE, 1999) mais aussi

en Afrique. La lutte contre les défoliateurs est réalisée avant que les attaques ne soient trop sérieuses. La méthode la plus efficace, mais néanmoins coûteuse, est l'épandage par avion lorsque le massif n'est pas trop morcelé (HUTACHAREM, 1999).

□ Foreuses ou « borers »

Les foreuses, ou « borers », sont des parasites qui s'attaquent au tronc et donc endommagent directement le bois. Les borers du teck appartiennent à plusieurs familles : Lépidoptères (*Indarbela quadrinota* Walker, *Sahyadrassus malabaticus*), Cossidae (*Zeuzera coffeae* Nietner, *Xyleutes ceramica* Walker) et Coléoptères (*Dihammus cervinus* Hope). Différents moyens de lutte sont employés lorsque les ravages sont très importants comme en Thaïlande ou en Inde : extraction des larves de lépidoptères (HUTACHAREM, 1999), pulvérisation d'insecticide sur les arbres en prévention ou, au contraire, injection arbre par arbre lorsque l'attaque est déclarée. La lutte biologique au moyen d'un champignon (*Beauveria bassiana*) provoquant la mort des larves de *Indarbela* et de *Xyleutes* connaît un grand succès.

□ Autres dommages

D'autres dommages « divers » ont été cités. Ils provoquent des problèmes très classiques qui ne sont pas propres au teck mais qui demandent beaucoup d'énergie et de moyens pour enrayer leurs effets négatifs. Nous les évoquons ici rapidement :

- Les mauvaises herbes, qui sont vite envahissantes. En général, pour éviter l'étouffement des plantes, la pratique est d'éliminer par des méthodes mécaniques les adventices pendant les trois premières années, à raison au moins de trois passages la première année, deux passages la deuxième et un la troisième (SUBRAMANIAN *et al.*, 1999). Les distances de plantations sont générale-

ment déterminées afin de faciliter l'entretien du sol.

- Le feu, qui sévit fortement dans les régions où la saison sèche est marquée. Le teck résiste assez bien au feu, mais sa croissance est ralentie par son passage et les jeunes pousses peuvent aussi mourir. Les pare-feu sont des pratiques courantes (SISWAMARTANA, 1999).

- L'abrutissement du bétail domestique, qui est particulièrement crucial dans les plantations villageoises ou en bordure de village.

- L'exploitation illégale, qui est malheureusement développée compte tenu de l'intérêt du bois pour toutes les utilisations secondaires (clôtures, bois de feu, poteaux, petits objets...). Elle sévit aussi bien en Asie (SISWAMARTANA, 1999 ; SUBRAMANIAN *et al.*, 1999 ; HTWE, 1999) qu'en Amérique et en Afrique.

Rentabilité des plantations de teck

Une plantation de teck est-elle rentable ? Cette question préoccupe tous les planteurs, et plus spécialement les investisseurs privés ; elle a d'ailleurs été largement débattue au cours du séminaire. Sans rentrer dans le détail de certaines analyses économiques, nous présentons ici quelques chiffres qui montrent la grande variabilité des paramètres.

□ Coûts de plantation

Le coût d'un hectare de plantation varie énormément en fonction des pays et du mode de calcul, ce qui rend difficile la comparaison des chiffres avancés par différents organismes et pays. Néanmoins, le prix moyen d'un hectare de teck est de 1 000 \$ US ; il tient compte de la plantation elle-même et de son entretien au cours de sa durée de vie. La main-d'œuvre a un poids très important dans ce coût : elle représente par exemple 65 % du coût total au Sri Lanka (WEERAWARDANE, 1999) ;

de plus, les entretiens sylvicoles reviennent très chers s'ils sont réalisés sérieusement. Pour CHUNDAMANNIL (1999), le coût d'établissement d'une plantation ne représente que 15 % du coût total de la conduite du peuplement jusqu'à l'exploitation (non prise en compte). Le chiffre moyen de 1 000 \$ US émane de plusieurs projets, que ce soit au Sri Lanka (WEERAWARDANE, 1999), en Tanzanie ou en Côte d'Ivoire. Il peut être légèrement inférieur, soit 720 \$ en Chine (JIAYU, KUNNAN, 1999), ou très supérieur lorsque le calcul inclut, entre autres, les frais d'administration parfois très lourds. C'est le cas en Inde ou au Myanmar où les coûts atteignent respectivement 2 474 \$/ha (CHUNDAMANNIL, 1999) et 5 600 \$/ha (HTWE, 1999).

□ Recettes

Les recettes sont constituées uniquement de la vente des bois, les sous-produits étant généralement exclus des calculs de rentabilité des plantations de teck. Sont prises en compte les ventes des coupes d'éclaircie et des coupes finales, ces dernières représentant plus de 80 % des recettes si les opérations sylvicoles ont été normalement menées. Ces ventes ont principalement deux composantes :

- La productivité moyenne de peuplements importants, qui fluctue de 2 à 8 m³ selon les conditions de croissance.
- Les prix de vente, qui varient beaucoup d'un pays à l'autre.

Ainsi, les grumes de Birmanie sont vendues beaucoup plus cher que toutes les autres grâce à une réputation de qualité supérieure et d'un label de « produit d'origine ». Le prix de vente varie effectivement, en fonction de la qualité, de 1 000 \$/m³ pour les sciages de petit diamètre jusqu'à 5 500 \$/m³ pour la meilleure qualité de tranchage (HTWE, 1999).

Dans les autres pays, les prix par mètre cube varient plutôt d'un facteur de un à cinq, avec, à titre d'exemple : 50 \$ au Sri Lanka (WEERAWARDANE, 1999), 160 \$ en Malaisie (KRISHNAPILLAY, RAZAK, 1999), 360 \$ en Inde (CHUNDAMANNIL, 1999), 180 \$ en Chine (JIAYU, KUNNAN, 1999), 180 à 250 \$ en Côte d'Ivoire (MARTIN *et al.*, 1999)...

□ Taux interne de rentabilité

Si les calculs de rentabilité pour une plantation de teck sont assez différents d'un pays à l'autre, les résultats sont curieusement très homogènes et donnent une rentabilité financière d'environ 15 %. Selon les auteurs cités plus haut, les Taux Interne de Rentabilité (TIR) sont de 10 à 15 % au Sri Lanka, de 16 à 17 % en Malaisie, de 11 à 40 % en Inde et de 16 à 18 % en Chine. BALL *et al.* (1999) relèvent aussi des TIR de 12 % au Costa Rica, de 14-15 % en Papouasie-Nouvelle-Guinée et de 15 à 20 % au Ghana...

Ces taux sont beaucoup plus élevés que pour les plantations traditionnelles en milieu tempéré, où ils sont habituellement plutôt de l'ordre de 2 à 4 %, ce qui explique l'intérêt des investisseurs privés en Asie, en Amérique et en Afrique.

Qualité du bois

La demande en bois de teck est de plus en plus forte, notamment dans les pays de production traditionnels (Inde et Thaïlande) qui ont vu leur production chuter fortement depuis 1970, mais aussi en Europe, aux Etats-Unis et au Japon. La quantité produite est aujourd'hui insuffisante, ce qui explique pourquoi les bois produits aujourd'hui trouvent facilement des débouchés. Du fait de ce déficit, les acheteurs ne sont pas très exigeants au niveau de la qualité du bois de teck disponible, et n'exercent qu'une pression modérée sur la pro-

duction. De façon symptomatique, les problèmes de qualité de bois n'ont été que peu développés durant le séminaire. L'objectif numéro un de la plupart des planteurs est effectivement de fournir une quantité maximale de bois en se préoccupant peu des conditions de croissance, et de diminuer la durée des rotations pour augmenter la rentabilité, quitte à diminuer le diamètre d'exploitation finale.

Mais la demande de bois de qualité va aller en s'accroissant au fur et à mesure que la production va augmenter. BALL *et al.* (1999) estiment que la production de teck va passer de 4 millions de m³ aujourd'hui à 24 millions de m³ en 2030 ! Pour le moment, les principaux critères d'établissement des prix sont le diamètre et la fréquence des nœuds. Cependant, la couleur, la dureté et la durabilité seront des critères de plus en plus importants pour les industriels, et mériteront d'être analysés dans un avenir proche.

SIMATUPANG (1999) propose d'apprécier la qualité du bois de teck en analysant ses caractéristiques chimiques. Il a ainsi établi que la durabilité était liée au taux d'antraquinone, la stabilité à l'éthanol, la résistance à l'abrasion au caoutchouc des cellules et le caractère allergisant au deoxylapachol...

ÉMERGENCE DE NOUVELLES TENDANCES

Une contrainte majeure : la production de plants de qualité

La participation de nombreux investisseurs privés, qui cherchent des modes de gestion dynamiques, a favorisé l'examen critique de la situation des plantations de tecks gérées, pour la grande majorité d'entre elles, selon des modes traditionnels que l'on pourrait qualifier d'*extensifs*. Les visites de terrain n'ont pu que confirmer cette opinion, les faiblesses se situant à plusieurs niveaux.



Plantation de teck de 3 ans gérée de façon intensive (densité 3 m x 3 m) au Costa Rica.

A 3-year-old teak plantation (initial density 3 m x 3 m) intensively managed in Costa Rica.

WHITE, fort de quarante années d'expérience sur le teck, dresse dans un papier cosigné avec GAVINLERTVATANA (WHITE, GAVINLERTVATANA, 1999) un réquisitoire sans équivoque, sur la base de données concrètes, de la production traditionnelle de plants par graines. Selon lui, les résultats obtenus jusqu'à présent par les stratégies d'amélioration génétique traditionnelles n'incitent pas à l'optimisme, point s'en faut. En dépit des effets « provenances » encore mis en évidence par KAOSA-ARD (1999) notamment, on observe une certaine « stagnation » du progrès génétique. Cette situation est d'autant plus regrettable que la composante génétique a une grande influence sur la productivité des plantations intensives (TOUZET, 1981), et, dans le cas du teck, l'impact économique pourrait être sensible. Selon WHITE et GAVINLERTVATANA (1999), l'intérêt des nombreux vergers à graines de clones, qui présentent de nombreuses contraintes, financières entre autres, reste à démontrer sur le plan du gain génétique particulièrement. Il est vrai que la majorité des infor-

mations dans ce domaine se limitent à des estimations et simulations (KJAER *et al.*, 1999). La discordance des résultats, notamment en ce qui concerne l'héritabilité de caractères d'importance économique majeure, ne peut qu'inciter à relativiser les progrès escomptés de l'amélioration génétique, avec un recul de quarante ans. Selon WHITE et GAVINLERTVATANA (1999), il faut se rendre à l'évidence et reconnaître les particularités biologiques de l'espèce, responsables entre autres d'un taux non négligeable d'autofécondations pratiquement irrémédiable.

Outre les aspects qualitatifs, la faible quantité de semis produits par géniteur demeure un sérieux handicap au développement, comme le reconnaissent également KJAER *et al.* (1999). Ainsi, seulement 7 ha de plantations par an (densité 1 250 arbres/ha) peuvent être mis en place à partir d'un ha de semenciers selon les données de WHITE (WHITE, GAVINLERTVATANA, 1999). Selon KJAER *et al.* (1999), il faut semer 100 « graines » en Thaïlande – il doit s'agir plus précisément de fruits

qui comportent chacun de 0 à 4 graines – pour obtenir 5 semis plantables ; par ailleurs 12 kg de « graines » sont nécessaires pour planter un hectare (soit une densité de plantation de 1 100 plants/ha). Sur ces bases, seuls 4 hectares de plantations peuvent être mis en place chaque année à partir d'un hectare de vergers à graines en production, la productivité moyenne annuelle d'un verger étant de 50 kg de graines par hectare (KAOSA-ARD *et al.*, 1998).

En outre, les programmes d'amélioration par voie sexuée visant à augmenter la hauteur du fût retardent la floraison et, par suite, la production de graines. La variabilité entre plants issus de semis, même entre demi-frères au sein d'une même descendance, constitue également un sérieux handicap affectant la croissance, la forme et les critères de qualité du bois (KJAER *et al.*, 1999 ; MONTEUUIS, 1999). Les essais de terrain visités au cours de ce séminaire n'ont pu que confirmer cette hétérogénéité, du point de vue de la croissance tout au moins.



Pépinière de teck hors-sol au Sabah (Malaisie orientale) pour la propagation clonale par bouturage dans le cadre du projet commun CIRAD-Forêt/I.C.S.B.

Container-grown teak nursery in Sabah (East Malaysia) for mass clonal propagation by cuttings within the framework of the CIRAD-Forêt/I.C.S.B. joint project.

Nouvelles tendances

□ Volonté de réduire le cycle de production

Les plantations de teck sont classiquement exploitables à l'issue de longues révolutions variant de 40 à 80 ans selon les pays (HAQUE, 1999 ; HTWE, 1999 ; MARTIN *et al.*, 1999 ; NGHIA, 1999 ; SISWAMARTANA, 1999 ; SUBRAMANIAN *et al.*, 1999). Force est de constater actuellement que ce type de gestion ne parvient pas à satisfaire la forte demande internationale, d'une part, et par ailleurs ne génère pas un « retour sur investissement » assez rapide pour susciter l'intérêt d'investisseurs privés. Ce contexte incite à opter pour des systèmes de gestion plus intensifs (HAQUE, 1999 ; TORRES, 1999), surtout dans la mesure où la qualité du produit final, et par suite sa valeur marchande, ne subissent pas une décote rédhibitoire. Les travaux de BATH (1999) et les informations communiquées par KRISHNAPILLAY et RAZAK (1999) à ce sujet plaident dans ce sens.

L'intensification de la culture d'arbres a été préconisée pour d'autres espèces sous la terminologie consacrée de « ligniculture » (TOUZET, 1981). Il s'agit en fait d'assurer le maximum de productivité par unité de surface sur des terrains appropriés à l'espèce en optimisant les conditions culturales, notamment au niveau de la fumure et de l'irrigation. Cette intensification de la culture du teck est actuellement encouragée par l'évolution de l'occupation des sols en zone intertropicale.

□ Diminution des surfaces de plantations

Les contraintes économiques actuelles privilégient de plus en plus les plantations sur de petites surfaces (SISWAMARTANA, 1999). Cette tendance est manifeste aussi bien en Amérique latine (TORRES, 1999) que dans les pays d'Asie pour différentes

espèces (HAQUE, 1999), que ce soit les eucalyptus au Brésil par exemple, les peupliers en Inde ou les hévéas en Malaisie (BALL *et al.*, 1999).

□ Développement de cultures associées au teck

Conjointement, les systèmes de polycultures ou agroforesterie intensive associant le teck à d'autres espèces végétales, annuelles ou pérennes, se répandent de plus en plus en zone intertropicale. L'entreprise est d'autant plus rentable que les sols sont riches ; il est, d'ailleurs, symptomatique de constater l'importance des légumineuses dans ces associations, du fait de leur effet bénéfique sur le bilan azoté du sol. Le fait que le teck demeure l'une des espèces forestières de plantation les plus prises sur le plan économique, d'une part, et que sa productivité puisse être fortement stimulée par la fertilité du sol (HTWE, 1999 ; SISWAMARTANA, 1999 ; SUBRAMANIAN *et al.*, 1999), d'autre part, expliquent l'intérêt suscité par cette essence pour les cultures associées. Celles-ci peuvent se concevoir sur des surfaces plus ou moins grandes.

La Malaisie s'est lancée depuis quelques années dans l'« intercropping » associant le teck au palmier à huile, selon un mode de plantation en quinconce. Des plantations industrielles de ce type ont été réalisées à grande échelle par Datuk HARRIS au Sabah notamment (TEE *et al.*, 1995) mais il semblerait qu'il faille adapter les densités de plantations en conséquence du fait, entre autres, d'une forte concurrence pour la lumière (BASKARAN, com. pers.). D'autres associations avec hévéas et cacaoyers ont également été tentées à une échelle industrielle ; elles sont suivies sur le plan expérimental par des organismes d'état (FRIM et FELDA pour la Malaisie). Au Vietnam, le teck est plus souvent associé à l'anacardier (NGHIA, 1999).

□ Nouvelles techniques de pépinière

La qualité des plants mis en place est également un facteur d'importance. Certaines sociétés privées, telles que Tecal Nuevo au Costa Rica, ont déjà investi dans des techniques de pépinière intensives où les semis de teck sont effectués directement en conteneurs Jiffy afin de prévenir les risques de déformations racinaires (« chignons »), puis « forcés » en pépinière intensive pour respecter le calendrier de plantations. L'effet bénéfique sur la croissance est très net, du moins dans les premiers stades. Par ailleurs, des techniques permettant d'augmenter significativement la capacité et l'énergie germinative des graines ont été mises au point par Floresteca Agroforestal au Brésil.

□ Intérêt accru pour les plantations clonales

L'intérêt d'utiliser pour les plantations de teck du matériel génétiquement supérieur est de plus en plus perçu (HAQUE, 1999 ; MARTIN *et al.*, 1999 ; SISWAMARTANA, 1999 ; SUBRAMANIAN *et al.*, 1999). Par ailleurs, KRISHNAPILLAY et RAZAK (1999), mais surtout WHITE et GAVINLERTVATANA (1999), préconisent d'utiliser du matériel produit par micropropagation *in vitro* en vertu de sa supériorité, constatée également en Inde à en croire SUBRAMANIAN *et al.* (1999). Ces observations demanderaient à être expérimentées à grande échelle sur des bases tangibles, en s'interrogeant sur les facteurs susceptibles d'expliquer cette supériorité, tout en étant conscient des implications commerciales pour les laboratoires produisant ces vitroplants. L'origine génétique, entre autres, du matériel végétal produit *in vitro* mériterait d'être précisée. Etant donné l'intérêt suscité, il est regrettable que les visites de plantations établies à partir de vitroplants n'aient pu avoir lieu,

ne serait-ce que pour constater de visu l'homogénéité bien supérieure aux plantations de semis annoncée (WHITE, GAVINLERTVATANA, 1999). Il est aussi dommage que l'intérêt de ces vitroplants ne soit pas davantage pris en compte dans les programmes d'amélioration du teck au sein même du pays d'origine (KAOSA-ARD, 1999 ; KJAER *et al.*, 1999), ne serait-ce que pour analyser l'importance de la composante milieu sur des critères de sélection à forte incidence économique.

Plus fondamentalement, les inconvénients liés aux semis évoqués précédemment incitent à considérer le bien-fondé d'utiliser des boutures, voire des micro-boutures (MONTEUUIS, 1999). Celles-ci peuvent être utilisées soit pour l'établissement de vergers à graines clo-

naux « francs de pieds » – en évitant les risques de rejets des porte-greffes – pour la production de graines génétiquement améliorées, soit directement pour les plantations à vocation de bois d'œuvre. A cette fin, la propagation clonale devrait permettre de garantir, au niveau des plantations, l'homogénéité de la qualité du bois recherchée chez cette espèce. La production de clones sélectionnés peut être assurée par les techniques de micropropagation *in vitro* surtout s'il s'agit de grosses quantités, étant donné les contraintes liées aux techniques de pépinières (MONTEUUIS, 1999).

L'application de la foresterie clonale au teck devra satisfaire un certain nombre de conditions en tirant profit de l'expérience acquise en la matière sur d'autres espèces, sans négli-

ger pour autant les particularités spécifiques comme l'ont précisé les discussions qui ont eu lieu lors de ce séminaire. Sur ces bases, l'intérêt d'opter pour des plantations clonales est également prônée par MARTIN *et al.* (1999), afin d'intensifier les plantations de tecks en Côte-d'Ivoire avec des durées de révolutions réduites à vingt ans pour les nouvelles plantations.

Les modèles prédictifs d'UGALDE et CORDERO (1999), relatifs à l'impact des conditions environnementales (traduites sous forme d'index de sites) sur la qualité du bois de teck en fonction de la durée des révolutions, témoignent du même souci d'intensification.

► Ivan BEHAGHEL
Olivier MONTEUUIS
CIRAD-Forêt/Baillarguet



Exemple de cultures associées de palmiers à huile et de tecks sur le domaine de Boonrich Sdn Bhd (Sabah, Malaisie orientale). Dans le cas présent, les tecks ont été plantés 3 ans après les palmiers à huile.

Intercropping plantation system in Boonrich Sdn Bhd estate (Sabah, East Malaysia) mixing oil palm and teak. In this case, teak trees were planted 3 years after oil palms.

LISTE DES PRINCIPALES COMMUNICATIONS DU SEMINAIRE qui paraîtront lors de la publication des actes

- BALL J. B., PANDEY D., HIRAI S., 1999.
Global overview of teak plantations.
- CHUNDAMANNIL M., 1999.
Teak plantation in Kerala : an economic review.
- HAQUE Md. A., 1999.
Site, technology and productivity of teak plantations in Bangladesh.
- HTWE U. M. M., 1999.
Teak plantations in Myanmar.
- HUTACHAREM C., 1999.
Management of important insect pests in teak plantation in Thailand.
- JIAYU B., KUNNAN B. J. L., 1999.
Site, technology and productivity of teak plantation in China.
- KJAER E. D., KAOSA-ARD A, SUANGTHO V., 1999.
Domestication of teak through tree improvement. Options, possible gains and critical factors.
- KAOSA-ARD A., 1999.
Gain from provenance selection.
- KRISHNAPILLAY B., ABDUL RAZAK M. A., 1999.
Site, technology and productivity of teak : The Malaysian Experience.
- MARTIN B., KADIO A., OFFI K., 1999.
Towards teak culture intensification in Côte d'Ivoire.
- MONTEUUIS O., 1999.
Propagating teak by cuttings and microcuttings.
- NGHIA C. Q., 1999.
The process of establishment of teak (*Tectona grandis*) plantations in Vietnam and the results obtained.
- SIMATUPANG M. H., 1999.
Properties of teakwood (*Tectona grandis* L.f.) as influenced by wood extractives and its importance for tree breeding.
- KAOSA-ARD A., SUANGTHO V., KJAER E. D., 1998.
Experience from tree improvement of teak in Thailand. Denmark, Danida Forest Seed Centre, Technical note n° 50, 14 p.
- MINISTRY OF FORESTRY OF VIETNAM, 1995.
The management and prospects of teak in Vietnam. In : Teak for the future, proceedings of the Second Regional Seminar on Teak, 29 mai-3 juin 1995, Yangon, Myanmar. FAO, RAP Publication 1998/5, p. 221-226.
- SUMANTAKUL V., 1995.
Species improvement network for teak. In : Teak for the future, 2nd Regional Seminar on Teak, 29 mai-3 juin 1995, Yangon, Myanmar, FAO, RAP Publication 1998/5, p. 99-104.
- SISWAMARTANA S., 1999.
Teak plantation productivity in Indonesia.
- SUBRAMANIAN K., MANDAL A. K., RAMBABU N., MAMMEN CHUNDAMANNIL, NAGARAJAN B., 1999.
Site, technology and productivity of teak plantations in India.
- TORRES F. S., 1999.
Teak potential in Brazil.
- UGALDE L. A., CORDERO L. D. P., 1999.
Development of stand growth scenarios, site index and productivity of *Tectona grandis* in Costa Rica.
- WEERAWARDANE N. D. R., 1999.
Site, technology and productivity of teak plantations in Sri Lanka.
- WHITE K. J., GAVINLERTVATANA P., 1999.
Vegetative reproduction of teak : the future to increased productivity.
- TEE B., MOHD. FAUZI PATEL, CHIEW A., 1995.
Teak in Sabah : a sustainable agroforestry. The Harris Salleh experience. Kota Kinabalu, Malaisie, Sejati, 77 p.
- TEWARI D.N., 1992.
A monograph on teak (*Tectona grandis* Linn.f.). International Book Distributors, Dehra Dun, India, 479 p.
- TOUZET G., 1981.
La culture clonale intensive. Annales AFOCEL 1980, p. 1-9.
- WHITE K. J., 1991.
Teak. Some aspects of research and development, FAO RAPA Publication n° 1991/17, 55 p.

Pour en savoir plus :

- BATH K. M., 1999.
Timber quality of teak from managed plantations in the tropics. Bois et Forêts des Tropiques 262 (à paraître).
- DUPUY B., MAITRE H.-F., N'GUESSAN KANGA A., 1999.
Tasle de production du teck (*Tectona grandis*) en Côte d'Ivoire. Bois et Forêts des Tropiques 261 (3) : 5 - 16.
- DURAND P. Y., 1984.
La technologie du teck de plantation en Côte d'Ivoire, Congrès IUFRO, Manaus, Brésil, 12 p.
- KADAMBI K., 1972.
Silviculture and management of teak. Nacoadoches, Texas. Stephen F. Austin State University, Bulletin n° 24, 137 p.