Article de synthèse

La «domestication» du samba. L'expérience écossaise

KA Longman, RRB Leakey *

*Tropical Forestry Group, Institute of Terrestrial Ecology, Bush Estate,
Penicuik, EH26 OQB, Écosse, Royaume-Uni*

(Reçu le 21 février 1994; accepté le 6 septembre 1994)

Résumé — Le samba (*Triplochiton scleroxylon*), comme la plupart des arbres forestiers, se bouture bien si les pieds mères sont traités correctement. L'enracinement est lié à l'âge des pieds mères, à leur capacité photosynthétique, à la quantité et la qualité de la lumière, et à la nutrition minérale ; il dépend aussi de l'origine de la bouture, de sa longueur, du nombre de nœuds et de la compétition entre pousses. Un bon enracinement est obtenu sur des boutures disposant d'une feuille de 50 cm² dans un système amélioré de «poly-propagateur» à hydrométrie élevée (après un traitement d'auxine à raison de 40 µg par bouture) pour obtenir un équilibre raisonnable entre carbone et eau. Au Nigeria de fortes variations clonales de croissance montrent qu'une sélection portant sur 4% des clones apporterait un gain génétique de 100%. Un test simple de prédiction de branchaison peut diminuer rapidement le nombre des génotypes à mettre en expérimentation de terrain et permettre d'opérer un choix précoce sur la forme et la croissance. Des floraisons précoces ont déjà pu être obtenues sous serres en Écosse.

arbre tropical / bouturage / clone / sélection / *Triplochiton*

Summary — The “domestication” of obeche: the Scottish experience. *Triplochiton scleroxylon* (obeche) is an indigenous hardwood of West Africa (fig 1), which has been widely exploited for timber, but only established in small plantations because of poor seed availability and short seed viability. Techniques have however been developed for low temperature (–18° C) seed storage. In addition, vegetative propagation techniques have been developed to provide an alternative form of planting stock. Single-node cuttings (fig 2A) root well when the stockplants have been managed correctly. Rooting is enhanced by applications of auxin (fig 3), with an optimum dose of 40 µg per cutting. Trimming the leaf to about 50 cm² optimises rooting, giving the best balance between photosynthesis and transpiration (ie carbon/water content). Rooting ability is strongly influenced by stockplant condition and physiological status. In addition, the origin of the cutting within a shoot (fig 4) and the position of the shoot within the stockplant pre-determine rooting ability. The differences in the rooting of cuttings from different shoots are affected by the level of competition between shoots for light (fig 5). Both the level of irradiance

* Adresse actuelle : ICRAF, PO Box 30677, Nairobi, Kenya

and its spectral composition influence this pre-conditioning effect of light through influences on leaf and stem morphology and their physiological status. To promote the implementation of these techniques in developing countries, improved, high-humidity non-mist poly-propagators have been developed. Through vegetative propagation, clones are formed, so offering the opportunity for selection of genetic superiority (fig 2B, C). Pronounced clonal variation in yield and form has been identified in Nigeria (fig 6), with the highest-yielding 4% giving a genetic gain of about 100% above the average of unselected material. A simple predictive test for branching habit has been developed (figs 7 and 8). This can greatly reduce the numbers of genotypes that need to be tested in field trials. Precocious flowering of obeche in glasshouses in Scotland indicates that there are opportunities to induce flowering at an early age and give a shorter generation time in a breeding programme. In this way, 2 generations of obeche seed (fig 2D) have been produced in less than 7 years. In conclusion, there are opportunities for highly productive clonal forestry with this species and a number of other West African hardwoods, provided appropriate forms of silviculture are developed.

clone / cutting / selection / tropical tree / *Triplochiton*

INTRODUCTION

En supposant qu'avant la fin du siècle 10% seulement de la forêt dense soit conservée, 90% des terres seront ainsi vacantes pour d'autres utilisations, telles que cultures agricoles ou plantations forestières. Mais sans doute, avec le choix actuel assez restreint de diversité des cultures, et avec notre penchant pour la monoculture, surtout en forêt, la diversité des essences végétales utilisées dans les écosystèmes tropicaux restera très pauvre. Nous espérons que, si l'on peut découvrir des techniques permettant la «domestication» d'un éventail plus large d'essences d'arbres à caractère commercial, nous serons en meilleure position pour persuader les décideurs politiques et économiques d'investir dans des projets forestiers et agro-forestiers (Leakey *et al*, 1982 ; Leakey, 1987). À cet égard, l'augmentation actuelle du nombre de projets pour le développement rural, y compris l'agro-sylviculture et les pâturages arborés, est particulièrement encourageante au moment même où l'on reconnaît les rôles divers et essentiels des arbres et des forêts.

Le samba (*Triplochiton scleroxylon* K Schum) est une essence forestière tropicale africaine bien connue dont l'aire naturelle est donnée dans la figure 1. Faute de graines, et malgré sa grande utilité pour l'ex-

portation et l'usage domestique, il a rarement été planté. Cette essence se trouve au cœur de nos travaux visant par une approche expérimentale à comprendre la physiologie et l'écologie, afin de résoudre les nombreux problèmes posés par la production de nombreuses plantes utiles pour les besoins des programmes de reboisement à l'aide de feuillus indigènes (Leakey, 1990b ; Eamus *et al*, 1990).

ÉTUDES PHYSIOLOGIQUES POUR LA CONSERVATION ET L'AMÉLIORATION DES FEUILLUS

Nous exposons ci-dessous nos travaux réalisés sur le *Triplochiton scleroxylon* qui porte différents noms vernaculaires : samba, ayous, obeche, wawa. Ces travaux sont réalisés en partie sous serres tropicalisées en Écosse, et en partie au Nigeria par nos collègues de l'Institut des recherches forestières (FRIN) à Ibadan. À Édimbourg nous effectuons surtout des recherches physiologiques approfondies ; à Ibadan les travaux concernent la constitution de collections de génotypes récoltés dans l'aire naturelle du samba ainsi que les plantations comparatives de clones.

Depuis 1987, nous avons mis en place, avec l'aide de la banque mondiale, une unité

Fig 1. Aire naturelle du samba en Afrique occidentale et centrale (Hall et Bada, 1979).

de production de boutures à l'ONAREF (maintenant ONADEF) dans la réserve forestière de Mbalmayo, Cameroun.

Conservation des graines

Dans les conditions ambiantes de chaleur et d'humidité, les graines de samba perdent leur pouvoir germinatif en moins de 2 à 3 sem. Il est donc nécessaire de développer des méthodes de conservation des graines permettant à l'embryon de rester viable plus longtemps. Les essais effectués à Ibadan montrent qu'elles peuvent rester viables pendant au moins 18 mois en chambre froide à -18°C , après avoir préalablement réduit lentement leur taux d'humidité à 14% (Bowen *et al*, 1977). Malgré cela, production de graines de samba est insuffisante pour permettre un programme de reboisement car les arbres fructifient très irrégulièrement et leurs fruits sont l'objet d'import-

tantes attaques d'insectes et de champignons pathogènes.

Multiplication végétative

La multiplication végétative présente plusieurs avantages importants :

- une disponibilité régulière de plants, tout au long de l'année et d'une année sur l'autre ;
- une amélioration génétique plus rapide, grâce à la sélection directe, à la multiplication et au testage des clones supérieurs, qui valorisent le plus efficacement les gains génétiques additifs et non-additifs.

La méthode la plus appropriée pour le samba est l'enracinement de boutures. Si, dans les années 1970, l'on considérait cette espèce comme difficile à bouturer, les techniques ont été considérablement améliorées depuis. Actuellement le bouturage se pratique avec des taux de réussite de l'ordre de 70% en 4 à 8 sem.

Des boutures juvéniles feuillées, de type herbacé, présentent une bonne capacité d'enracinement. La surface de la feuille doit être réduite à environ 50 cm², surface permettant un bon équilibre entre photosynthèse et transpiration (Leakey et Coutts, 1989). Bien qu'on ne trouve pas de relation entre la teneur en sucres solubles le jour de la mise en bouturage et l'enracinement, il est néanmoins de la plus haute importance qu'une feuille suffisamment grande produise ces substances par photosynthèse pendant la période d'enracinement (Leakey, 1990b ; Leakey et Storeton-West, 1992). Ainsi, un modèle mécanistique développé sur le samba relie l'enracinement à la teneur en hydrates de carbone (Dick et Dewar, 1992).

Des boutures ne comportant qu'un seul nœud (fig 2A) sont utilisées pour maximiser le nombre de boutures. Des expériences portant sur l'effet de la position d'origine de la bouture sur la pousse et de la taille relative de ces boutures montrent que la longueur de la bouture est un facteur clé, le minimum étant de 30 mm (Leakey et Mohammed, 1985). On peut bouturer sans auxine, mais la vitesse, le niveau et la qualité d'enracinement sont augmentés par un traitement de 8-200 µg d'auxine par bouture, selon les clones (il s'agit d'une solution d'auxine dans le méthanol. Elle est appliquée sous forme d'une goutte de 10 µl à la base de la bouture, et on laisse s'évaporer le méthanol avant insertion de la bouture dans le milieu). La plupart des clones réagissent bien à un mélange 50:50 d'acide- α -naphthalène (ANA) et d'acide indole-3-butérique (AIB), dissous dans du méthanol, à raison de 40 µg par bouture (fig 3). Une alternative consiste à plonger brièvement la base des boutures dans une solution du même mélange d'auxine à 200 mg l⁻¹ dans le méthanol.

Les boutures peuvent être placées sous mist intermittent, mais nous avons développé un modèle amélioré dit de «poly-pro-

pagateur» très simple et bon marché, construit en bois et film de polyéthylène et fonctionnant sans mist automatique (Delau-nay, 1978 ; Leakey *et al*, 1990). Pourvu que l'humidité se maintienne toujours à un niveau élevé, et que le milieu de bouturage soit bien aéré et légèrement humide, le système peut même donner un meilleur taux d'enracinement que le mist, et de bons systèmes racinaires. Particulièrement appropriés pour les pays en voie de développement, ces propagateurs sont couramment utilisés au Cameroun, Kenya et Costa Rica, ainsi que dans nos serres chauffées en Écosse (Leakey *et al*, 1990).

Manipulation des pieds mères

Les méthodes de bouturage adaptées au samba et à beaucoup d'autres essences d'arbres tropicaux (Martin et Quillet, 1974 ; Chaperon et Quillet, 1978 ; Delwaulle, 1983 ; Leakey *et al*, 1982b ; Koyo, 1983) sont basées sur des techniques de l'horticulture. Il s'agit maintenant de maximiser la production de boutures s'enracinant facilement et ayant une bonne croissance ultérieure. Beaucoup de facteurs jouent sur la réussite, non seulement le milieu de propagation mais aussi l'état du pied mère et les caractéristiques génétiques du clone (Leakey, 1985 ; Leakey et Longman, 1986 ; Leakey et Storeton-West, 1992).

Si l'on bouture chaque nœud consécutif d'une seule tige simple (1 m de hauteur), on peut observer que le pourcentage d'enracinement décroît sensiblement du sommet vers la base (fig 4). C'est-à-dire que la bouture du deuxième nœud se comporte le mieux. Le premier nœud, trop tendre, est éliminé (Leakey et Mohammed, 1985). Le cas des pieds mères décapités à 1 m, fournissant régulièrement les boutures, est plus complexe. Par exemple, même avec des plants de hauteur voisine de 1 m, la position d'origine de la bouture a un effet sur

Fig 2. A. Bouture enracinée de tige de samba à un seul nœud. **B.** Sambas de 2 ans dans un chantier clonal de la réserve de la forêt Onigambari, près d'Ibadan, Nigeria. Au premier plan, 2 rangées d'un clone vigoureux et peu branchu, qui commencent déjà à perdre leurs feuilles au début de la grande saison sèche. Au fond, clone moins vigoureux et plus branchu. **C.** Sambas de 4 ans dans un chantier clonal de la réserve de la forêt Onigambari, près d'Ibadan, Nigeria. **D.** Boutons floraux et fruits de samba sur un petit plant de 3 ans, issu d'une pollinisation en serre chaude écossaise (pollen sec, stocké pendant 6 mois à -25°C).

Fig 3. Variation de sensibilité aux auxines (AIA + AIB) de différents clones de samba. Trois types de comportement clonal (a,b,c) sont identifiés. Observation après 12 sem en condition de bouturage (Leakey *et al*, 1982a).

son aptitude à l'enracinement (Leakey, 1983 ; 1990b). De plus, si le nombre des pousses sur le pied mère augmente, le pourcentage d'enracinement diminue (Leakey, 1983). Ceci suggère qu'il y a compétition pour des substances qui aident à la formation des racines. Cependant, le niveau de compétition n'explique pas complètement cette situation, car les pieds mères présentant 2 pousses ont une plus grande aptitude à l'enracinement que ceux qui ne présentent qu'une seule pousse.

Si l'on supprime la majorité des bourgeons sur les pieds mères pour obtenir à 2 niveaux de hauteur un niveau de compétition identique ou différent (fig 5a), on constate des effets importants, les boutures prélevées d'une pousse à la base de la plante mère s'enracinant en général le mieux (Leakey, 1983). La présence de telles pousses basales gêne l'enracinement des boutures apicales, mais l'inverse n'est pas vrai. De plus les résultats sont meilleurs à

partir de plants ayant reçu 4,0% d'engrais (23 N : 19.5 P : 16 K) que de ceux n'ayant reçu que 0,4% (Leakey, 1983).

Des interactions entre plusieurs facteurs sont plausibles, car si on assure des conditions égales de lumière (pleine lumière du jour) à toutes les pousses (fig 5b), sans tenir compte de la position des boutures, on constate la disparition d'une grande partie de la variation de l'enracinement (Leakey, 1983 ; 1990b). Ceci suggère que, pour les pieds mères, des variations dans l'intensité ou la qualité de la lumière ont, sur la capacité d'enracinement des boutures, un effet de pré-conditionnement. Pour étudier cette hypothèse, des essais ont été réalisés en chambre de croissance, dans lesquels les pieds mères étaient élevés sous différents niveaux d'énergie lumineuse (avec une qualité constante de lumière) ou, au contraire, à énergie constante en faisant varier la qualité (rapport rouge clair / rouge sombre).

Fig 4. Effet de la position du nœud sur la tige sur l'enracinement et la mortalité des boutures de samba. Observation après 10 sem en conditions de bouturage (d'après Leakey, 1983).

Dans un essai conduit sur pieds mères placés en atmosphère contrôlée sous une gamme de densité de flux de photons, on obtient une meilleure rhizogenèse sous une faible énergie lumineuse et pour un éclairage plus riche en rouge sombre qu'en rouge clair (Hoad et Leakey, 1992 ; Leakey et Storeton-West, 1992). Nous retrouvons le même phénomène au Cameroun, où les boutures récoltées sur des pieds mères qui poussent sous l'ombre de *Leucaena* se bouturent mieux que celles provenant des plants élevés en plein air. Nous avons montré que

l'effet de la lumière, en interaction avec le niveau de fertilisation minérale, est lié à l'activité photosynthétique des pieds mères. Sous l'effet combiné d'un éclairage intense et d'une fertilisation réduite, les pousses à bouturer accumulent de l'amidon, les sucres solubles restant limités, et elles s'enracinent très mal. Les recherches doivent se poursuivre, mais nous avons montré que la manipulation précise du pied mère, et l'origine, la taille et le type de bouture peuvent faire la différence entre la réussite et l'échec de la propagation.

Fig 5. Effet de la position des pousses et du niveau de compétition entre pousses sur l'enracinement des boutures de samba (Leakey, 1983).

Sélection des clones

La deuxième partie d'une stratégie complète de «domestication» des arbres forestiers par multiplication végétative passe par la sélection génétique. Des gains rapides, à la différence des approches traditionnelles, peuvent résulter du choix des clones les plus appropriés à un usage forestier commercial (ou à n'importe quel autre usage). Il faut toutefois éviter de trop réduire la base génétique et donc simultanément créer des banques de gènes pour conserver beaucoup de variabilité pour l'avenir. Le processus de «domestication» entraîne implicitement une diminution judicieuse de la très grande variabilité naturelle existant dans les populations sauvages. Si, pour les besoins d'une plantation, 1 à 3 dizaines de clones sont retenus, leurs origines devraient concerner plusieurs provenances différentes,

y compris certaines périphériques. En plus de la sécurité qu'offre cette stratégie, nous avons montré que de bons clones peuvent se trouver dans des provenances médiocres et *vice versa* (Ladipo *et al*, 1983). Au fil des années, quelques clones doivent être continuellement remplacés par de nouveaux génotypes dans le cadre d'un programme continu de sélection et d'amélioration.

Au Nigeria, entre 1972 et 1977, nos collègues ont mis en place environ 50 ha de tests clonaux (fig 2B et 2C), qui servent à sélectionner, sur leurs caractéristiques de croissance, de développement et de ramification, les meilleurs clones de Samba (Howland *et al*, 1978 ; Longman *et al*, 1979b). À 18 mois, les clones les plus vigoureux apparaissent aussi comme les moins branchus.

Dans un essai comportant 100 clones pris au hasard le volume de la tige du meilleur clone après 5 ans de croissance

est 8 fois supérieur à celui du clone le moins bon (fig 6). Le gain génétique pouvant être obtenu est de l'ordre de 32% (il s'agit du volume moyen des clones supérieurs à la moyenne de la population divisé par le volume moyen des clones de l'ensemble de la population et multiplié par 100) en prenant l'ensemble des clones dont la forme et le volume sont supérieurs à la moyenne (Leakey et Ladipo, 1987). Une sélection portant sur les 4% de meilleurs clones apporterait un gain de 100% (Leakey, 1990b). Des études sur la variabilité clonale chez le samba sont aussi en cours en Côte d'Ivoire (Boutin, 1983 ; Kadio, 1990).

Une sélection sur le terrain nécessite des années d'observation, et est donc coûteuse. On sait d'autre part que, sous l'effet de phénomènes de maturation physiologique, les boutures prélevées sur des arbres âgés de 1,5 à 5 ans peuvent avoir un comportement différent de la plante mère en admettant que l'on puisse les bouturer. Il est donc souhaitable de procéder à des sélections pré-

coces. Nous avons montré que des variations clonales observées sur la morphologie d'arbres âgés de 4 ans pouvaient être reliées à la dominance apicale mesurée sur de jeunes plants des mêmes clones en pépinière.

Dans une série d'essais portant sur de jeunes plants (3 mois et 60 cm en hauteur), nous avons montré une grande variabilité dans la branchaison liée à des différences génétiques entre clones quant à leur dominance apicale (Bowen *et al*, 1977 ; Ladipo, 1981 ; Leakey et Longman, 1986). On peut apprécier la dominance apicale si on élimine l'extrémité de la tige de plants âgés de 3 à 8 mois, et que l'on étudie en détail la reprise de croissance des bourgeons de la tige. Nous avons ainsi développé (fig 7) un test de prédiction de branchaison, qui doit être réalisé en conditions standard, car, en plus des facteurs génétiques, les conditions d'environnement et l'état physiologique interviennent sur la dominance apicale (Leakey et Ladipo, 1987).

Fig 6. Rapport (après 5 ans en plantation, écartement de 2,4 m x 2,4 m) entre le volume de bois et la forme de la tige de 100 clones de samba, pris au hasard (Leakey et Ladipo, 1987).

Fig 7. Effet de la décapitation sur le débourrement de bourgeons de jeunes plants appartenant à 3 clones contrastés de Samba (Leakey et Ladipo, 1987).

Notre premier objectif était l'étude des variations du nombre et de la longueur des petites pousses se forant après décapitation, ainsi que de l'effet des facteurs du milieu sur ces caractères. On admet couramment que la dominance apicale est liée à la nutrition minérale. De fait, des expériences avec le samba ont confirmé que les plantes cultivées dans un sol à niveau élevé de fertilité présentent une dominance apicale nettement moins forte. Notre second but était de rechercher la relation existant entre les tests de prédiction réalisés en pépinière et la forme et la croissance des mêmes clones

après quelques années en plantation (Ladipo *et al*, 1991). La figure 8 montre un coefficient de corrélation $r = 0,79$ entre :

- le nombre total de branches formées dans un essai en plantation au Nigeria, sur une période de 4 ans ; et
- le pourcentage de bourgeons qui s'allongent de plus de 2 mm par semaine sur des plants des mêmes clones élevés en pépinière, 4 sem après leur décapitation.

Ainsi un simple test en pépinière permettrait une sélection préliminaire des clones qui ont le plus de chances de donner

Fig 8. Corrélation entre : (x) le pourcentage de bourgeons libérés de la dominance apicale 4 sem après décapitation, chez de jeunes plants de samba élevés en pépinière ; et (y) le nombre total de branches formées sur une période de 4 ans par les mêmes clones en plantation (écartement : 2,4 m x 2,4 m) (Leakey et Ladipo, 1987).

des résultats supérieurs à la moyenne en matière de branchaïson. Le test de prédiction de branchaïson doit maintenant être validé sur un nombre plus important de clones, dans différents sites et avec des écartements variables. Si les corrélations restent bonnes, le processus de sélection des clones de samba pourrait se révéler assez simple et peu onéreux. Le test (tel qu'il est) est probablement approprié aux espèces d'arbres tropicaux qui se conforment au modèle architectural de Rauh (Hallé *et al*, 1978). Pour le transférer à des essences correspondant à un autre type architectural, le test devrait sans doute être modifié.

De plus, de nombreuses autres caractéristiques pourraient être évaluées, telles que l'existence d'une variabilité génétique pour l'activité photosynthétique (Ladipo *et al*, 1984) ou la répartition des hydrates de carbone entre les différentes parties de l'arbre. La structure du bois devrait aussi être examinée. En effet, des recherches préliminaires conduites en conditions contrôlées sur *Terminalia superba* (Fraké, Limba, Afara, Ofram) ont montré que les clones présentent des différences génétiques assez importantes quant à leur structure anatomique (Longman *et al*, 1979a). Cette variabilité était d'ailleurs indépendante des propriétés de croissance ou de branchaïson.

On peut considérer notre test de prédiction comme une étape importante dans une stratégie d'ensemble de l'amélioration génétique, qui comprend des tests de provenances et l'utilisation des plantations issues de semis, mais qui concerne tout d'abord la sélection clonale et la multiplication végétative. Des arbres plus âgés peuvent être aussi choisis sur leur phénotype, et, après l'abattage de ces arbres «+», on peut bouturer les rejets de souche. Par exemple, 40 arbres de 12-15 ans sont sélectionnés au Cameroun sur des caractéristiques à bonne hérédité au sens large, telles que rectitude des tiges, absence de fourches, branchaïson fine et horizontale. La plupart font des rejets orthotropes qui se bouturent comme du matériel issu de semis. La mise en place des pieds mères et des répétitions de tests clonaux doivent suivre cette première sélection. Il y a donc, maintenant, un espoir d'améliorer et de mettre en place le samba plus rapidement. De plus, le test de prédiction de branchaïson a maintenant été appliqué au Cameroun sur 15 000 semis.

L'induction florale

Dans une étape ultérieure d'amélioration génétique, on souhaiterait utiliser la voie

sexuée, mais les informations manquent sur la plupart des aspects de la reproduction sexuée des arbres tropicaux. En général, dans les conditions naturelles de l'Afrique de l'Ouest, le samba ne fleurit pas avant 15 à 30 ans, et les difficultés de lancement d'un programme de croisement sont aggravées par une floraison irrégulière (Jones, 1974). En revanche, 25 petits plants ont fleuri sous nos serres à Édimbourg ces dernières années (fig 2d), à raison de 3 à 350 fleurs par plant (Leakey *et al*, 1981 ; Longman *et al*, 1990). Ces plants mesuraient en général moins de 1 m et étaient âgés de moins de 7 ans (voire moins de 3 ans) lors de la première floraison. La plupart de ces floraisons précoces ont concerné des plants peu vigoureux, maintenus à basse température, en particulier lorsque leur système racinaire était maintenu à 16°C.

Le stigmate du samba est réceptif dès que la fleur s'ouvre le soir, et le pollen est libéré en abondance le lendemain matin. Bowen *et al* (1977) ont montré avec des greffes d'arbres adultes que l'autofécondation ne donne pas de graines viables. Nous avons réalisé des fécondations croisées avec du pollen fraîchement récolté, ou conservé à basse température, et obtenu des graines (fig 2D). D'habitude, le pollen reste viable moins de 8 j en laboratoire, mais après séchage il peut se conserver à -15°C pendant au moins 9 mois. Un taux de germination de 16% a permis l'obtention de 70 semis écossais de samba d'une parenté connue. Certains de ces semis ont déjà été induits à fleurir et ont donné des graines de 3^e génération après back-cross.

CONCLUSION

La «domestication» du samba apparaît donc comme encourageante, ce qui laisse espérer des efforts pour mettre en place cette

espèce importante, en utilisant de préférence des plants améliorés. Par ailleurs, il est maintenant très important de «domestiquer» de la même façon diverses essences d'arbres tropicaux en vue de la production de bois ou d'autres produits forestiers. La méthode générale développée sur le samba semble bien appropriée à la majorité de ces espèces (Bowen *et al*, 1977 ; Leakey *et al*, 1982b ; Leakey, 1985). En zone humide, par exemple, des travaux sont effectués sur *Khaya ivorensis* et *Lovoa trichilioides* (Tchoundjeu, 1989), *Nauclea diderrichii* (Leakey, 1990a) et quelques espèces d'Amérique centrale (Leakey *et al*, 1990). Des travaux ont également lieu en zone sèche (Wilson et Leakey, 1990). En outre, la culture *in vitro* (micropropagation) peut parfois aider dans les processus de multiplication (Mathias *et al*, 1989) et la mobilisation rapide des clones. Ainsi la productivité tout autant que la diversité des arbres tropicaux utilisés pourront s'accroître au cours du siècle prochain.

Pour obtenir un maximum de productivité des plantations clonales, une sylviculture adaptée et performante doit être définie. De nombreuses pratiques sylvicoles ont été utilisées dans les plantations de feuillus en Afrique de l'Ouest, prenant récemment en considération les besoins des habitants locaux au matière de disponibilité de terrain. À Mbalmayo au Cameroun, on compare différents systèmes selon 2 points de vue :

- i) la productivité et la physiologie des arbres plantés ;
- ii) le maintien de l'équilibre écologique entre la végétation adventive, les grands arbres conservés dans le système du recrû, la microflore du sol et la population d'insectes potentiellement nuisibles et d'endomycorhizes utiles (Leakey, 1990b ; Wilson et Leakey, 1990 ; Eamus *et al*, 1990). Nous espérons que ces études fourniront des lignes directrices appropriées pour la sylviculture clonale.

REMERCIEMENTS

Nous voulons remercier tous les gouvernements et leurs personnels qui nous ont beaucoup aidés ainsi que les agences internationales et nationales qui nous ont financés, particulièrement le ministère britannique pour le Développement à l'étranger (ODA), nos collègues et camarades qui nous ont aidés de façon diverses, et MJ Delaunay et MP Laplace qui nous ont rendu de grands services pour la traduction. Nous remercions aussi la rédaction du journal pour ses critiques constructives du manuscrit.

RÉFÉRENCES

- Boutin B (1983) Samba (*Triplochiton scleroxylon* K Schum). Projet de sélection d'arbres «+» en plantation (parcelles 1979) du chantier SODEFOR de Mopri. Rapport du CTFT, Abidjan, Côte d'Ivoire
- Bowen MR, Howland P, Last FT, Leakey RRB, Longman KA (1977) *Triplochiton scleroxylon*: its conservation and future improvement. *FAO Forest Genet Resources Inf* 6, 38-47
- Chaperon H, Quillet G (1978) Résultats des travaux sur le bouturage des eucalyptus au Congo-Brazzaville. In: *Proc 3rd World Consultation on Forest Tree Breeding*, Canberra, Australia, 1977, FAO, Rome, 835-855
- Delaunay J (1978) Bilan d'essais de bouturage du samba sous chassis (1976-1978). Station d'Abidjan et chantier de reboisement SODEFOR de Mopri. Perspectives pour la multiplication industrielle. Rapport du CTFT, Abidjan, Côte d'Ivoire
- Delwaulle JC (1983) Création et multiplication végétative par bouturage d'eucalyptus hybrides en République populaire du Congo. *Silvicultura* 8, 775-778
- Dick JMcP, Dewar RC (1992) A simple mechanistic model for the role of carbohydrates in the process of adventitious root formation in cuttings. *Ann Bot* 70, 371-377
- Eamus D, Lawson GJ, Leakey RRB, Mason PA (1990) Enrichment planting in the Cameroon moist deciduous forest: microclimatic and physiological effects. In: *Proc IUFRO Congress, Montréal, Canada, 1989*, 258-270
- Hall JB, Bada SO (1979) The distribution and ecology of obeche (*Triplochiton scleroxylon*). *J Ecol* 67, 543-564
- Hallé F, Oldemann RAA, Tomlinson PB (1978) *Tropical Trees and Forests: an Architectural Analysis*. Springer-Verlag, Berlin, Allemagne
- Hoad SP, Leakey RRB (1992) Morphological and physiological factors induced by light quality and affecting rooting in *Eucalyptus grandis*. In: *Mass Production Technology for Genetically Improved Fast Growing Forest Tree Species 51-58*, AFOCEL, Nanis, France
- Howland P, Bowen MR, Ladipo DO, Oke JB (1978) The study of clonal variation in *Triplochiton scleroxylon* K Schum as a basis for selection and improvement. In: *Proc Jt Workshop IUFRO Working Parties S2.02-08 and S2.03-1*. Brisbane, Australia, 1977 (DG Nikles, J Burley, RD Barnes, eds), Commonwealth Forestry Inst, Oxford, Royaume-Uni, 898-904
- Jones N (1974) Records and comments regarding the flowering of *Triplochiton scleroxylon* K Schum. *Commonwealth Forestry Rev* 53, 52-56
- Kadio AA (1990) Sélection individuelle et essais clonaux de samba (*Triplochiton scleroxylon* K Schum) en Côte d'Ivoire : résultats préliminaires. *Proc XIX IUFRO World Congress, Montréal, Canada, août 1990*, Reprod Processes Working Party S 201.5, Session 1
- Koyo JP (1983) Le bouturage au service des plantations améliorées de *Terminalia superba* en République populaire du Congo. *Silvicultura* 8, 331-333
- Ladipo DO (1981) Branching patterns of the tropical hardwood *Triplochiton scleroxylon* K Schum, with special reference to the selection of superior clones at an early age. PhD Thesis, University of Edinburgh, Écosse
- Ladipo DO, Leakey RRB, Last FT (1983) A study of the variation in *Triplochiton scleroxylon* K, Schum: some criteria for clonal selection. *Silvicultura* 8, 333-336
- Ladipo DO, Grace J, Sandford A, Leakey RRB (1984) Clonal variation in photosynthesis, respiration and diffusion resistances in the tropical hardwood tree *Triplochiton scleroxylon* K Schum. *Photosynthetica* 18, 20-27
- Ladipo DO, Leakey RRB, Grace J (1991) Clonal variation in a four-year-old plantation of *Triplochiton scleroxylon* K Schum, and its relation to the Predictive Test for Branching Habit. *Silvae Genetica* 40, 130-135
- Leakey RRB (1983) Stockplant factors affecting root initiation in cuttings of *Triplochiton scleroxylon* K Schum, an indigenous hardwood of West Africa. *J Hort Sci* 58, 277-290
- Leakey RRB (1985) Capacity for vegetative propagation in trees. In: *Attributes of Trees as Crop Plants* (MGR Cannell, J Jackson, eds), Inst Terrestrial Ecol, Monks Wood, Huntingdon, Royaume-Uni, 110-133
- Leakey RRB (1987) Clonal forestry in the tropics – a review of developments, strategies and opportunities. *Commonwealth Forestry Rev* 66, 61-75
- Leakey RRB (1990a) *Nauclea diderrichii*: rooting of stem cuttings, clonal variation in shoot dominance, and branch plagiotropism. *Trees* 4, 164-169

- Leakey RRB (1990b) The domestication of tropical forest trees by cloning: a strategy for increased production and for conservation. In : *Fast Growing Trees and Nitrogen Fixing Trees* (D Werner, P Müller, eds), Gustav Fischer Verlag, 22-31 (Proc OECD Conf, Oct 8-12, 1989, Marburg, Allemagne)
- Leakey RRB, Mohammed HRS (1985) Effects of stem length on root initiation in sequential single-node cuttings of *Triplochiton scleroxylon* K Schum. *J Hort Sci* 60, 431-437
- Leakey RRB, Longman KA (1986) Physiological, environmental and genetic variation in apical dominance as determined by decapitation in *Triplochiton scleroxylon*. *Tree Physiol* 1, 193-207
- Leakey RRB, Ladipo DO (1987) Selection for improved tropical hardwoods. In : *Improving Vegetatively Propagated Crops* (AJ Abbott, RK Atkin, eds), Academic Press, London, Royaume-Uni, 229-242
- Leakey RRB, Coutts MP (1989) The dynamics of rooting in *Triplochiton scleroxylon* K Schum, cuttings: their relation to leaf area, node position, dry weight accumulation, leaf water potential and carbohydrate composition. *Tree Physiol* 5, 135-146
- Leakey RRB, Storeton-West R (1992) The rooting ability of *Triplochiton scleroxylon* K Schum, cuttings: the interaction between stockplant irradiance, light quality and nutrients. *For Ecol Manage* 49, 133-150
- Leakey RRB, Ferguson NR, Longman KA (1981) Precocious flowering and reproductive biology of *Triplochiton scleroxylon* K Schum. *Commonwealth Forestry Rev* 60, 117-126
- Leakey RRB, Chapman VR, Longman KA (1982a) Physiological studies for tropical tree improvement and conservation. Factors affecting root initiation in cuttings of *Triplochiton scleroxylon* K Schum. *Forest Ecol Manage* 4, 53-66
- Leakey RRB, Last FT, Longman KA (1982b) Domestication of tropical trees: an approach securing future productivity and diversity in managed ecosystems. *Commonwealth Forestry Rev* 61, 33-42
- Leakey RRB, Mézen JF, Tchoundjeu Z *et al* (1990) Low-technology techniques for the vegetative propagation of tropical trees. *Commonwealth Forestry Rev* 69, 247-257
- Longman KA, Leakey RRB, Denne MP (1979a) Genetic and environmental effects on shoot growth and xylem formation in a tropical tree. *Ann Bot* 44, 377-380
- Longman KA, Leakey RRB, Howland P, Bowen MR (1979b) Physiological approaches for utilizing and conserving the genetic resources of tropical trees. *Proc 3rd World Consultation on Forest Tree Breeding*, Canberra, Australie, Vol II, 1043-1054
- Longman KA, Manurung RM, Leakey RRB (1990) Use of small, clonal plants for experiments on factors affecting flowering in tropical forest trees. In : *Reproductive Ecology of Tropical Forest Plants* (KS Bawa, M Hadley, eds), UNESCO, Paris/Parthenon, Carnforth, Royaume-Uni, 395-405
- Martin B, Quillet G (1974) Bouturage des arbres forestiers au Congo. *Bois For Trop* 154, 41-57; 155, 15-33; 156, 39-61; 157, 21-40
- Mathias PJ, Alderson PG, Leakey RRB (1989) Bacterial contamination in cultures of tropical hardwood species. *Acta Hort* 212, 43-48
- Tchoundjeu Z (1989) Vegetative propagation of the tropical hardwoods *Khaya ivorensis* A Chev and *Lovoa trichiliodes* Harms. PhD Thesis, University of Edinburgh, Écosse, Royaume-Uni
- Wilson J, Leakey RRB (1990) Repairing the damage: re-establishing trees in the tropics. *The Crown Agents Rev London* 1, 14-20