

Reboisement et plantations forestières

12

Boisement et foresterie de plantation - La foresterie de plantation pour le 21ème siècle

Peter J. Kanowski¹

RESUME

Les forêts de plantation couvrent environ 135 millions d'hectares au niveau mondial, avec des taux de boisement et de reboisement annuels de l'ordre de 10 % de la superficie totale. Quelque 90 % des forêts de plantation ont été établis à l'origine pour fournir du bois industriel et leur importance relative au niveau mondial croît de plus en plus. La plupart des 10 % des forêts de plantation restant visait à l'origine à l'approvisionnement en bois de feu ou bois à des fins non industrielles. Environ 75 % du domaine des forêts de plantation se trouvent dans des régions tempérées, c'est toutefois sous les tropiques que le taux de développement est le plus élevé. Le domaine des forêts de plantation tropical en expansion comprend des arbres utilisés à l'origine en tant que cultures de plantation et qui maintenant fournissent également du bois aux industries forestières. Presque toutes les forêts de plantation existantes ont été établies et sont gérées comme monocultures équiennes; quelques genres d'essences et d'hybrides interspécifiques dominant dans la foresterie de plantation dans le monde.

La recherche et le développement efficaces, fondés sur des sources génétiques appropriées et une sylviculture adéquate, sont les bases du succès de la production de foresterie de plantation. Trouver des réponses aux questions relativement fondamentales reste la priorité de nombreux programmes de jeunes plantations; dans des programmes plus poussés, l'application de technologies plus sophistiquées - surtout en ce qui concerne la biotechnologie et le traitement - est nécessaire à l'amélioration de la production. De nombreuses forêts de plantation, particulièrement dans les tropiques, n'ont pas encore atteint leur potentiel de production.

La durabilité de la foresterie de plantation est une question de grand intérêt. Il est évident qu'en ce qui concerne la foresterie de plantation industrielle la durabilité biologique, en termes de production de bois, est possible à condition que de bonnes pratiques soient conservées. Les bénéfices et coûts de la foresterie de plantation en termes écologiques plus vastes, et en termes d'incidence sociale, sujets à une plus grande controverse sont à l'origine du grand enjeu des forestiers de plantations au fur et à mesure que nous approchons du prochain millénaire. Notre expérience en foresterie de plantation, comme elle a développé ce siècle, nous offre une excellente plateforme pour soulever ces défis.

FORETS DE PLANTATIONS

Il est difficile, tout comme le commentent par exemple Evans (1992) ou Mather (1993), de donner une définition précise soit du boisement soit des forêts de plantations. Il n'est pas facile en particulier de distinguer le boisement de soit la réhabilitation d'écosystèmes dégradés ou de plantation d'enrichissement, soit des forêts de plantation et des formes diverses d'arbres sur exploitation. La définition donnée par la FAO à l'occasion du Symposium mondial sur les forêts créées par l'homme et leur importance industrielle en 1967, qui utilise comme critères les changements de l'utilisation des terres associés au boisement ou au reboisement, est à la base des estimations officielles ultérieures, et

¹ Département des forêts, Australian National University, Canberra ACT 0200, Australie

y est adoptée au nom de l'uniformité. Cependant, toute considération des forêts de plantation devrait reconnaître que la distinction entre elles et d'autres formes de foresterie n'est pas claire, de ce fait les définitions, les débats et les estimations varient.

En 1990, l'étendue au niveau mondial des forêts de plantation est estimée à environ 135 millions d'hectares (FAO, 1993; Gauthier, 1991; Pandey, 1995; Sharma, 1992). Quelque 75 % de ces forêts se trouvent dans des régions tempérées et environ 25 % dans les régions tropicales et subtropicales; 5 % environ en Afrique, un peu de plus 10 % dans chacun des continents américains, 20 % en ex-URSS, et environ 25 % pour l'Asie-Pacifique et 25 % pour l'Europe (Gauthier, 1991; Kanowski et Savill, 1992). Des essences et des hybrides interspécifiques de quelques genres seulement - *Acacia*, *Eucalyptus*, *Picea* et *Pinus* - dominent les forêts de plantation, avec ceux de quelques autres - *Araucaria*, *Gmelina*, *Larix*, *Paraserianthes*, *Populus*, *Pseudotsuga* ou *Tectona* par exemple - d'importance régionale (Evans, 1992; Pandey, 1995; Savill et Evans, 1986). Les forêts de plantation appartiennent soit aux gouvernements et grandes sociétés industrielles soit aux exploitations individuels et leur gestion varie considérablement, d'une gestion simple à faible moyens de productions à une gestion hautement sophistiquée.

La plupart des forêts de plantation ont été établies en tant que monoculture équienne de semences d'arbres avec la production de bois comme objectif initial (Evans, 1997). Environ 90 % des plantations ont été établies pour la production de bois destiné à l'industrie, et le reste pour la production de bois en tant que combustible ou bois rond. Certaines forêts de plantation sont cultivées et gérées, soit comme plantations primaires soit mixtes, pour des produits non ligneux tels que huiles essentielles, tannins, fourrage. La réserve d'une gamme différente d'autres bénéfices et services forestiers, y compris la protection ou la réhabilitation de l'environnement, les possibilités de loisirs, et la retenue de CO₂ sont également des objectifs primaires ou secondaires pour de nombreuses plantations de forêts (Brown, 1997; Evans, 1992; Gauthier, 1991; Kallio *et al.*, 1987; Lamb, 1995; Myers, 1989; Sedjo, 1987; Sharma, 1992).

Traditionnellement, on n'a pas considéré comme plantations forestières les arbres cultivés comme cultures agricoles de plantation - tels le caoutchoutier ou le cocotier. Cependant, la distinction entre ces deux formes de cultures de plantations diminue en fonction de deux perspectives: d'un côté de celle de l'aménagiste, étant donné que les périodes de rotation diminuent et que l'intensité de la gestion des plantations forestières augmentent; de l'autre du point de vue du responsable de domaine forestier, comme ces cultures commencent d'être utilisées pour des produits ligneux. Le récent développement forestier industriel basé sur l'offre de bois provenant des plantations de caoutchoutiers d'Asie illustre le deuxième cas et démontre comment les facteurs changeants d'offre et les technologies améliorées de traitement peuvent offrir des possibilités de débouchés aux sources d'offre non traditionnelles, et étendre de cette façon la plantation d'origine. Le bois du caoutchoutier provenant des programmes de réinstallation des domaines de caoutchoutier remplace maintenant de nombreux usages industriels traditionnels des forêts naturelles d'Asie du Sud-Est et fournit le matériel brut de nouveaux produits tels que les panneaux de fibre à intensité moyenne. Des processus de développement similaires sont en cours, bien que moins poussés, pour les autres cultures des domaines forestiers tropicaux, le palmier à huile et le cocotier. Etant donné les superficies substantielles de ces plantations de culture au niveau mondial - estimée à 7 millions d'hectares environ de caoutchoutier, 4 millions d'hectares de cocotiers et 3 millions d'hectares de palmiers à huile - elles ont un énorme potentiel pour compléter et concurrencer la production de forêts de plantation plus conventionnelles.

Les rotations de récolte des forêts de plantation varient énormément, d'annuelles ou subannuelles pour certains produits non ligneux, à environ 200 ans pour les bois de feuillus tempérés à valeur élevée gérés traditionnellement. A quelques exceptions près, jusqu'à présent les plantations à rotations plus

courtes - de 5 à 15 ans - servent pour le bois de feu, fibre ou bois rond, et les plantations à rotations plus longues - de plus de 25 ans - pour les produits en bois de sciage ou bois déroulé.

Malgré des antécédents concluants à la fois dans des environnements tempérés (comme le chêne en Europe) et tropicaux (le teck en Asie et en Inde, voir Keh, 1997), les forêts de plantations sur grande échelle sont spécifiques au 20^{ème} siècle. La majorité des forêts de plantation dans le monde ont été établies durant la moitié de siècle passée, et le taux de reboisement de plantation a progressivement augmenté pendant cette période. Les taux mondiaux de mise en place et de remise en place de plantation forestière ne sont pas vraiment connus mais sont estimés de l'ordre de 2,6 millions d'hectares par an dans les régions tropicales (FAO, 1993; Pandey, 1995) et peut-être à 10 millions d'hectares dans les zones tempérées (Mather, 1990; 1993). L'expansion récente des plantations a été plus importante dans l'hémisphère Sud; en Amérique du Sud (principalement Argentine, Chili et Brésil), en Asie (surtout l'Indonésie) et en Nouvelle-Zélande, où des regroupements particuliers de politiques publiques, d'opportunités et de forces de marché ont favorisé le boisement. Dans certains pays, comme l'Indonésie ou le Chili, les plantations sont concentrées sur des sites directement transformés d'écosystèmes naturels; dans d'autres, comme la Nouvelle-Zélande ou le Portugal, la création d'une plantation s'est entièrement dirigée vers des sites d'abord utilisés pour l'agriculture. La qualité de boisement de plantation varie considérablement et a été particulièrement problématique dans certains environnements tropicaux (Pandey, 1995; 1997).

Les forêts de plantation représentent actuellement 10 % de la récolte mondiale en bois; cette proportion est en augmentation et continuera à augmenter rapidement, étant donné que la superficie des forêts naturelles disponibles pour l'exploitation est en diminution, que les pressions économiques et le changement technologique favorisent les cultures de plantation, et que le domaine des forêts de plantation arrive à maturité et s'étend. La contribution des plantations à la production de bois dans le cadre des économies nationales varie considérablement, reflétant les politiques et les ressources forestières, allant par exemple de 100 % en Nouvelle-Zélande ou en Afrique du Sud et à 50 % environ en Argentine ou au Zimbabwe, à des niveaux négligeables au Canada ou en Papouasie-Nouvelle-Guinée.

Étant donné que les objectifs de la plupart des forêts de plantation sont la production de bois, et que la majorité des marchés du bois s'intéressent aux produits de base, les taux de croissance des plantations sont d'une importance cruciale en raison de leur incidences sur le coût du bois à la récolte. Seulement 10 % des exploitations actuelles peuvent être classées comme "à croissance rapide" (d'après les termes de Sutton, 1991a, avec un rendement supérieur à 14 m³ par an); la plupart de ces plantations se trouvent dans l'hémisphère Sud, dont environ 40 % chacun en Amérique du Sud et en Asie-Pacifique. La majorité des plantations à croissance rapide sont composées d'essences telles que l'Acacia ou l'eucalyptus poussées en rotations courtes pour des usages à valeur relativement faible de combustible, fibre ou bois rond; et peut-être des cultures à rotations longues soit de bois de résineux soit de bois de feuillus, principalement à l'usage de bois de sciage ou bois déroulé.

L'offre mondiale et les prévisions de commerce à la fois pour la production des plantations et sa part dans les récoltes totales de bois sont imprécises et compliquées par les incertitudes de la croissance de la demande dans les économies en développement - comme le commentent Apsey et Reed (1969): "le... défi est de faire la part des choses entre la publicité et la réalité en ce qui concerne les plantations à croissance rapide. En attendant, une bonne partie de la planification stratégique repose sur un tourbillon de spéculation". Malgré l'absence de données, il semble que les forêts de plantation à croissance rapide sont déjà la source de bois de pâte la plus compétitive par rapport au coût au niveau mondial, et il est probable que l'expansion de la ressource mène à une augmentation obligatoire des prix du bois de pâte au cours de la prochaine décennie. Vu que dans le

commerce la disponibilité et l'importance des produits ligneux de valeur élevée provenant des forêts de plantation augmentent, cela influera au niveau de la récolte des plantations à la fois sur l'offre et la demande de ces produits.

FORESTERIE DE PLANTATIONS

La foresterie de plantation à une échelle mondiale ou semi-mondiale a fait l'objet d'un certain nombre d'études récentes (par exemple, Carrere et Lohmann, 1996; Evans, 1992; Kanowski *et al.*, 1992; Mather, 1993; Pandey, 1995; Sargent et Bass, 1992; Savill et Evans, 1986; Shell/WWF, 1992). Elles mettent en valeur quelques éléments et tendances communs, à savoir:

- l'utilisation des ressources génétiques bien adaptées et une bonne sylviculture à tous les niveaux de la pépinière à la récolte sont les deux bases techniques de la réussite d'une foresterie de plantation; chacune des deux peut conduire à un succès retentissant ou à un échec méprisant. De nombreuses plantations tropicales n'atteignent pas leur potentiel de production en raison d'un manque d'attention appropriée à ces éléments fondamentaux (Pandey, 1997). La foresterie de plantations fructueuse est également basée sur une recherche et développement solide et substantielle, sur sa mise en oeuvre dans la gestion opérationnelle et sur la conservation de liens étroits entre la recherche et la pratique au fur et à mesure de leur développement. Il est évident qu'un manque de relations entre la recherche et la pratique conduit à l'échec (Evans, 1992; Kanowski et Savill, 1992; Napompeth et MacDicken, 1990; Palmer, 1988);
- de nombreux programmes de foresterie de plantations ont été conçus et élaborés par le biais de la coopération internationale et nationale; la recherche coopérative placée sous les auspices de l'IUFRO (Burley et Adlard, 1992) et le rôle plus récent de la FAO démontrent les nombreux bénéfices de la collaboration entre chercheurs et aménagistes forestiers. Tout comme Burdon (1992) et Williams (1996), entre autres, l'observent la nature de plus en plus exclusive de la recherche est un défi pour ces bases de coopération;
- le niveau adéquat de la recherche varie en fonction du développement du programme de plantation. Ainsi, comme le démontrent de nombreux documents de ce congrès (Aminah, 1997; Biblis, 1997; Genç et Bilir, 1997; Kızmaz, 1997; Lemcoff *et al.*, 1997; Salerno et Giménez, 1997; Sharma *et al.*, 1997; Stanturf *et al.*, 1997; Tunçtaner, 1997; Zoralıoğlu, 1997), il reste de nombreuses questions auxquelles répondre pour soutenir de nouveaux programmes de plantations. L'expansion continue des forêts de plantation sur des sites ayant peu d'expérience en foresterie de plantation exigera cette recherche fondamentale. En revanche, comme l'illustrent d'autres documents de ce congrès (Evans, 1997; Popov *et al.*, 1997; Watt *et al.*, 1997), en ce qui concerne des programmes déjà bien établis, la recherche de plus en plus sophistiquée sera nécessaire pour obtenir ou conserver des gains;
- comme dans toute autre société de production primaire, les techniques poussées jouent un rôle de plus en plus important dans la foresterie de plantations:
 - ♦ les applications de biotechnologies dans la foresterie ont été examinées récemment par Haines (1994); actuellement, les plus pertinentes sont la cartographie génomique, les marqueurs moléculaires, la transformation et la micropropagation. Leur application dans la production et la propagation d'hybrides interspécifiques est particulièrement intéressante pour de nombreux programmes de plantation. Maintes biotechnologies sont interdépendantes, et la plupart dépend pour la mise en oeuvre de techniques de propagation de clones concluantes, maintenant en usage opérationnel dans de nombreux programmes. L'intégration optimale des biotechnologies dans la foresterie de plantation est un programme spécifique, comme le démontrent de nombreux exemples (Griffin, 1996; Watt *et al.*, 1997; Wilson *et al.*, 1995);

- ♦ les progrès dans les technologies de traitement permettent d'utiliser les arbres jeunes ou petits et les essences qui jusqu'à présent étaient considérées non adaptées au traitement de valeur ajoutée (voir documents du thème 19 de ce Congrès);
- ♦ des systèmes à l'appui de la planification et décision adéquats sont essentiels à des entreprises de plantations fructueuses. Des systèmes appropriés varient de relativement simples (Ahlback, 1997) à sophistiqués (Pritchard, 1989); le manque de systèmes efficaces a représenté une contrainte majeure, en particulier pour de nombreuses sociétés de plantations tropicales (Pandy, 1997);
- l'intérêt envers la durabilité biologique de la foresterie de plantations a une longue histoire (Evans, 1997). Vu que les forêts de plantation s'étendent, leur durabilité au sens large intéresse de plus en plus de personnes (Hughes, 1994; Carrere et Lohmann, 1996). La durabilité de la foresterie de plantations est maintenant une question en termes de chacune de ses dimensions biologiques, économiques et sociales ainsi que dans le sens plus intégré de leur association (Barbier, 1987); les problèmes de durabilité de la foresterie de plantations se manifestent de diverses façons, comme décrit ci-dessous;
- les discussions sur la durabilité biologique ou environnementale des forêts de plantations ont trois principaux fils conducteurs:
 - ♦ d'abord le large débat sur les coûts et bénéfices environnementaux associés au boisement, en particulier où ce dernier est précédé de la conversion des écosystèmes naturels. Il y a toute une gamme de questions et de points de vues autour de ce sujet, de l'urgence d'aller à l'encontre des besoins en produits ligneux des populations en augmentation en dépit des ressources forestières naturelles en déclin (Pandy, 1995; South, 1997; Sutton, 1991a), aux incidences environnementales de la conversion des forêts et du reboisement de plantations (Barnett, 1992; Carrere et Lohmann, 1996; Spellerberg, 1996; WAHLI et YLBHI, 1992);
 - ♦ le deuxième fil conducteur a un point de mire plus restreint, sur les intérêts de la durabilité biologique des forêts de plantation en soi, en particulier en ce qui concerne leur composition en tant que monocultures. Ce sujet a été examiné par Evans (1997) pour ce Congrès, et le témoignage est encourageant: "il est probable que la foresterie de plantations soit durable en termes de rendement en bois dans la plupart des situations à condition que les bonnes pratiques soient maintenues";
 - ♦ enfin, comme moyen de renforcer la durabilité il faudrait utiliser plus la recherche dans les systèmes de plantations alternatifs, principalement la faisabilité, les bénéfices et les inconvénients des plantations d'essences mixtes (Ball *et al.*, 1995; Keenan *et al.*, 1995; Montagnini *et al.*, 1995; Wormald, 1992). Bien que l'expérience reste limitée, il existe des conditions favorisent les peuplements à essences mixtes. Certaines sont sociales et économiques, comme décrit ci-dessous;
- les aspects économiques de la foresterie de plantations se manifestent actuellement de diverses façons:
 - les besoins en combustibles et en bois des ruraux pauvres étaient les premières motivations pour la création de plantations non industrielles. Dans cette intention, le boisement a démarré sur une large échelle à la fin des années 70 (Pandy, 1995), vu que la communauté internationale commençait à s'intéresser à la manière dont les arbres pouvaient mieux répondre aux besoins des populations pauvres du monde. La création de plantations non industrielle a été plus importante en Afrique et en Asie (Pandy, 1995); alors que la préoccupation et l'intention étaient vraies, les conséquences sociales de la foresterie non

industrielle ont été confuses (Andersen et Huber, 1988; Chambers *et al.*, 1989; Evans, 1992; Fortmann, 1988; Morrison et Bass, 1992; Shepherd, 1992). Cependant, les expériences parfois amères tirées de la foresterie de plantations non industrielles ont aidé les forestiers à développer les moyens de mieux évaluer et de mieux répondre aux besoins des ruraux et des pauvres (Bradley et McNamara, 1993; FAO, 1985; Cernea, 1992; Gilmour et Fisher, 1991);

- une discussion récente qui reconnaît que les incidences sociales de la foresterie de plantation industrielle ne sont pas nécessairement positives et peuvent être vraiment défavorables. Cette discussion continue sur différentes échelles - par exemple, au niveau de projets particuliers (Cavalcanti, 1996 pour le cas d'Aracruz au Brésil), au niveau de politique nationale (WAHLI et YLBHI, 1992 pour le cas de l'Indonésie); Roche, 1992, pour le cas de la Nouvelle-Zélande) ou à un niveau plus général (Barnett, 1992; Carrere et Lohmann, 1996; Kanowski, 1997; Shiva, 1993). Il est probable que les résultats de cette discussion reflèteront ceux qui ont précédé les plantations non industrielles.

LE FUTUR DE LA FORESTERIE DE PLANTATION

J'ai déjà suggéré l'évidence d'une dichotomie récente dans le concept et la pratique de la foresterie de plantation, entre ce que j'ai caractérisé comme des systèmes de production relativement plus simples et relativement plus complexes. Les forêts de plantation telles que nous les connaissons constituent des systèmes de production relativement simples, typiques des monocultures équiennes, avec la capacité de produire des rendements en bois plusieurs fois plus importants (parfois dix fois plus) que ceux des forêts naturelles. Les forêts de plantation simples répondront de plus en plus aux besoins en bois des sociétés; bien gérées, ces forêts de plantation devraient satisfaire aux critères de durabilité (Sutton, 1991b; Evans, 1997).

La foresterie de plantation pour la production de produits de base trouve tout à fait son compte dans les économies d'échelle et d'intégration avec le traitement industriel; et également sous une forte pression de coût et de profit, demandant et permettant ainsi de hauts niveaux d'apports en ressources. Par conséquent, elle sera de plus en plus concentrée sur les sites qui sont fondamentalement plus productifs que ceux qui sont marginaux, et à partir desquels les frais de transport jusqu'aux lieux de traitement sont moindres. Ainsi elle porte surtout sur les programmes de plantation qui sont plus intensifs au niveau de la sylviculture et moins expansifs géographiquement parlant, situés où la base de terre des forêts est stable, sûre et productive (Bingham, 1985; Gauthier, 1991) et où les économies de production de bois - en termes à la fois de frais de structures dans le cadre de la foresterie et de relations avec les autres utilisations des terres - sont les plus favorables. Des idéologies politiques répandues suggèrent que ces plantations seront progressivement sous une gestion et propriété privées ou presque privées.

Alors qu'ils sont fructueux, et parfois de façon exceptionnelle, en production de bois, les systèmes de plantation simples ne répondent pas nécessairement bien aux autres besoins des sociétés dans lesquelles ils ont enfouis. Où la terre - comme dans la plus grande partie du monde le moins développé au niveau économique - est rare et la demande forte en produits non industriels et en services des forêts, il est peu probable que les productions des systèmes de production simples aillent à l'encontre des besoins plus complexes des sociétés. Dans ce cas, il faudrait une conception plus large de la foresterie de plantation, une gamme d'objectifs de plantation et une intégration plus complète avec les autres utilisations de la terre, pour que la foresterie de plantation prospère et soit soutenue.

La foresterie de plantation plus complexe reconnaît formellement que le bois n'est pas le seul produit que les populations prétendent des forêts et vise à optimiser les bénéfices sociaux plutôt

que seulement la production de bois. L'aspect particulier de la foresterie de plantation - qui repose sur le continuum de simple à complexe - sera fonction du contexte; en développant une foresterie de plantation plus complexe nous avons beaucoup à gagner de nos expériences tirées d'une large gamme d'activités de foresterie, y compris l'agroforesterie, la foresterie communautaire et la foresterie de plantation plus simple.

Les éléments suivants caractérisent la foresterie de plantation complexe, à savoir:

- une association plus intense entre les forêts et les autres utilisations des terres. Au contraire, la foresterie de plantation simple se reconnaît à une distinction contrastée entre la forêt de plantation et les autres utilisations des terres. La limite entre la forêt de plantation et les utilisations non forestières sera moins distincte à mesure que la foresterie de plantation devient plus complexe. Les divers systèmes taungya, largement pratiqués pour le reboisement dans les tropiques (Evans, 1992) sont des exemples de cette complexité à des étapes précoces de la foresterie de plantation; la plupart de la foresterie d'exploitation (Grayson, 1993; Lefroy et Scott, 1994) démontre une telle intégration au niveau de l'entreprise d'exploitation, sans tenir compte la configuration particulière de la croissance des arbres;
- une participation plus directe des populations locales dans la conception et la mise en oeuvre de la foresterie de plantation, et dans le partage de ses bénéfices et de ses produits. La diversité de coentreprise ou de schémas de partage dans les petites exploitations, qui reconnaissent les intérêts et les priorités des propriétaires terriens ainsi que ceux de l'industrie forestière en est un exemple en ce qui concerne le cas de la foresterie de petites exploitations. Il y a une compréhension de plus en plus grande sur la façon de développer et de mettre en pratique la planification, la gestion et l'utilisation participatives dans le cadre de la foresterie (Arnold et Steward, 1991; FAO, 1985; Griffin, 1988; Gilmour et Fisher, 1992) et cette approche caractérise maintenant certains programmes concernant la foresterie de plantation (Gilmour *et al.*, 1989; Arnold, 1992). Etant donné que la présence ou l'absence d'arbres est importante pour déterminer le régime foncier dans de nombreuses sociétés (Arnold et Steward, 1991; Cornista et Escueta, 1990; Fortmann et Bruce, 1993), les arrangements locaux de baux sont essentiels pour faciliter la foresterie de plantation plus complexe (Sargent, 1990);
- une structure de plantation et une composition en essences plus variées, produisant une gamme de services et de produits plus vaste que pour les forêts de plantation simples. Cela ne veut pas nécessairement dire que les essences pousseront comme des polycultures, bien que l'on pourrait en tirer de nombreux avantages dans des cas particuliers (Ball *et al.*, 1995; Wormald, 1992). Dans d'autres une mosaïque de petits blocs de différentes essences peut s'avérer plus facile à gérer mais rapportent encore la gamme désirée de produits.

Bien que sa raison d'être soit plus vaste, la foresterie de plantation plus complexe peut aussi représenter une stratégie efficace contre une minimisation des risques, comme Sargent et ses collègues (1990) démontrent avec le cas des plantations d'eucalyptus en Thaïlande. Leurs conclusions (qu'il coûte plus cher de ne pas mettre en place des systèmes de plantation complexes plutôt que d'en mettre) semblent pouvoir être appliquées dans de plus en plus d'endroits, et ont des parallèles dans d'autres contextes d'utilisation des terres (Aumeeruddy et Sansonnens, 1994). Il existe de nombreux exemples sur la façon dont les forestiers ont répondu aux impératifs sociaux et environnementaux par le biais du développement de systèmes de foresterie de plantation plus complexes allant à l'encontre des objectifs de production de bois. Ils comprennent:

- la manipulation sylvicole des plantations de *Pinus* au Népal, principalement dans le but de promouvoir le développement des essences indigènes à larges feuilles, d'augmenter la diversité

des essences et la gamme de produits forestiers ayant des bénéfices plus directs sur la population locale;

- la Britain's National Forest et Community Forests (Countryside et Forestry Commissions, 1991), dans lesquelles les forêts de plantation pour la production de bois sont conçues et gérées de façon à mettre l'accent sur agréments, conservation et paysage. Ces nouvelles forêts sont en parallèle avec l'Entreprise britannique de restructuration des forêts (McIntosh, 1989) visant à augmenter la production non ligneuse à un coût d'environ 10 % par rapport à la production simple de bois;
- les systèmes intégrés de production sur petites exploitations, tels que ceux associés aux industries forestières espagnoles (Wilson *et al.*, 1995) ou australiennes (Inions, 1995) dans lesquels une variété d'arrangements sont utilisés pour créer et augmenter les possibilités de revenus des exploitants et garantir un approvisionnement en bois à usage industriel;
- la reconnaissance de la capacité de croissance d'arbres intégrée et de systèmes agricoles dans le but d'apporter des bénéfices substantiels ne provenant pas des marchés à la fois au propriétaire et à la communauté en plus des revenus directs au propriétaire. Par exemple, dans les zones à plus faibles précipitations de l'Australie, les forêts de plantation intégrées à l'entreprise agricole jouent un rôle de pointe en limitant la salinisation des terres agricoles tout en aidant à la diversification des revenus de l'exploitant (Robins *et al.*, 1969); dans de nombreux endroits où la protection des bassins, la stabilisation et la restauration sont une priorité, une intégration adéquate de la pousse des arbres et des pratiques agricoles sont un élément important des stratégies d'aménagement et de réhabilitation des bassins versants (Brooks *et al.*, 1992).

L'adoption de pratiques de plantation complexes n'écarte pas l'utilisation de nouvelles techniques ou de systèmes de gestion innovateurs, comme l'illustre la description de systèmes de production intégrés basés sur des techniques génétiques de fibres (Wilson *et al.*, 1995). Au contraire, comme le démontrent de nombreux exemples (Lefroy et Scott, 1994; Mayers et Ashie Kotey, 1996), il est plus probable que l'innovation dans les pratiques forestières signifie impliquer un plus grand nombre de producteurs et permettre une variété de systèmes de gestion.

CONCLUSIONS

La réussite d'une foresterie de plantation continuera à dépendre de l'efficacité de la recherche, du développement et de la gestion ainsi que des progrès techniques et de l'innovation. Elle dépendra également de plus en plus de la reconnaissance et du respect du principe de durabilité, dans tous ses sens. Comme Evans (1997) le déclare la foresterie de plantation est seulement une technologie permettant d'apporter les bénéfices venant des arbres aux sociétés; la forme adéquate de cette technologie varie selon les circonstances sociales, environnementales et économiques. Il est clair que la durabilité de la foresterie de plantation augmentera et que les bénéfices des investissements seront le plus réalisés lorsque les objectifs et les pratiques de plantation font intégralement partie des contextes social et économique. La forme adéquate de foresterie de plantation variera en fonction des changements de ces contextes.

En faisant bénéficier les sociétés de ce considérable potentiel de la foresterie de plantation, un des principaux enjeux des propriétaires, aménagistes et scientifiques forestiers est de passer d'un point de mire étroit, que Shiva (1993) caractérise comme "monocultures de l'esprit", à une appréciation plus large des objectifs et des pratiques forestiers. Nous sommes bien placés pour le faire, à partir des données d'expérience et d'information relatives à la plantation et aux autres formes de foresterie que nous avons obtenues dans différents environnements. C'est ainsi que nous soutiendrons la foresterie de plantation et optimiserons ses bénéfices au siècle prochain.

Références

1. Ahlbäck, AJ. 1997. Management planning of industrial plantations in Tanzania - principles and efforts. Paper to Topic 12, this Congress.
2. Aminah, H. 1997. Planting stock production of Dipterocarps in Malaysia. Paper to Topic 12, this Congress.
3. Andersen, RS and W Huber. 1988. *The hour of the fox*. Univ Washington Press, Seattle. 158 p.
4. Apsey, TM and FLC Reed. 1996. World timber resources outlook: current perceptions with implications for policy and practice. *Commonwealth Forestry Review* 75: 155-160.
5. Arnold, JEM. 1992. Production of forest products in agricultural and common land systems: economic and policy issues. Chapter 16 in: NP Sharma (Ed). *Managing the world's forests*. Kendall/Hunt. 433-454.
6. Arnold, JEM and WC Stewart. 1991. Common property resource management in India. *Tropical Forestry Papers* 24, Oxford Forestry Institute. 52 p.
7. Aumeeruddy, Y and B Sansonnens. 1994. Shifting from simple to complex agroforestry systems: an example for buffer zone management from Kerinci (Sumatra, Indonesia). *Agroforestry Systems* 28: 113-141.
8. Ball, JB, TJ Wormald and L Russo. 1995. Experience with mixed and single species plantations. *Commonwealth Forestry Review* 74: 301-305.
9. Barbier, EB. 1987. The concept of sustainable economic development. *Environmental Conservation* 14: 101-110.
10. Barnett, A. 1992. Deserts of trees: the environmental and social impacts of large scale tropical reforestation in response to global climate change. *Friends of the Earth*, London. 62 p.
11. Biblis, EJ. 1997. Effect of stand age and density on the quality of lumber from 25 to 40 year old loblolly pine plantations. Paper to Topic 12, this Congress.
12. Bingham, CW. 1985. Rationale for intensive forestry investment: a 1980s view. Chapter 2 in: Sedjo, RA (Ed). *Investment in forestry*. Westview Press, Boulder. 21-31.
13. Bradley, PN and K McNamara (eds). *Living with trees. Policies for forestry management in Zimbabwe*. World Bank Technical Paper No 210. 329 p.
14. Brown, S. 1997. Present and potential future role of forests as carbon sinks. Paper to Topic 4, this Congress.
15. Burdon, RD. 1992. Tree breeding and the new biotechnology - in damaging conflict or constructive synergism? In: Proc IUFRO S2.02-08 Conference, Breeding tropical trees. Cali, Colombia, 9-18 October 1992. 1-7.
16. Burley, J and PG Adlard. 1992. Plantation silvicultural research and genetic improvement. In: Proc IUFRO Centennial Meeting. Berlin, September 1992. IUFRO, Vienna. 13 p.
17. Carrere, R and L Lohmann. 1996. *Pulping the South*. Zed Books. 280 p.
18. Cavalcanti, C. 1996. Brazil's new forests bring profit and pain. *People and the Planet* 5(4): 14-16.
19. Cernea, M. 1992. A sociological framework: policy, environment and the social actors for tree planting. Chapter 12 in: NP Sharma (Ed). *Managing the world's forests*. Kendall/Hunt. 301-336.
20. Cornista, LB and EF Escueta. 1990. Communal forest leases as a tenurial option in the Phillipine uplands. Chapter 7 in: Poffenberger, M (Ed). *Keepers of the forest- land management alternatives in Southeast Asia*. Kumarian Press. 134-144.
21. Countryside and Forestry Commissions (UK). 1991. *Forests for the community*. Countryside Commission, London. 4 p.
22. Evans, J. 1992. *Plantation forestry in the tropics*. 2nd ed. Clarendon Press, Oxford. 403 p.

23. Evans, J. 1997. The sustainability of wood production in plantation forestry. Paper to Topic 12, this Congress.
24. FAO. 1985. Tree growing by rural people. FAO Forestry Paper 64. FAO, Rome. 130 p.
25. FAO. 1993. Forest resources assessment 1990. Tropical countries. FAO Forestry Paper 112. FAO, Rome. 61 p + appendices.
26. Fortmann, L. 1988. Great planting disasters: pitfalls in technical assistance to forestry. *Agriculture and Human Values* 5: 49-60.
27. Fortmann, L and J Bruce. 1993. Tenure and gender issues in forest policy. Chapter 7 in: PN Bradley and K McNamara (eds). *Living with trees. Policies for forestry management in Zimbabwe*. World Bank Technical Paper No 210. 199-210.
28. Gauthier, JJ. 1991. Les bois de plantation dans le commerce mondial des produits forestiers. In: *L'urgence des nouveaux potentiels forestiers dans le monde*. AFOCEL, Paris. 9-20.
29. Gilmour, DA and RJ Fisher. 1991. Villagers, forests and foresters. Sahoyogi Press, Kathmandu. 212 p.
30. Gilmour, DA, GC King and M Hobley. 1989. Management of forests for local use in the hills of Nepal. 1. Changing forest management paradigms. *J World Forest Resource Management* 4: 93-110.
31. Gilmour, DA, GC King, GB Applegate and B Mohns. 1990. Silviculture of plantation forests in central Nepal to maximise community benefits. *Forest Ecology and Management* 32: 173-186.
32. Genç, M and N Bilir. 1997. Influence of transplanting on seedling growth and post-planting success in oriental spruce. Paper to Topic 12, this Congress.
33. Grayson, AJ. 1993. Private forestry policy in Western Europe. CAB International. 329 p.
34. Griffin, AR. 1996. Genetically-modified trees - the plantations of the future or an expensive distraction? *Commonwealth Forestry Review* 75 169-175.
35. Haines, RJ. 1994. Biotechnology in forest tree improvement. FAO Forestry Paper 118.230 p.
36. Hughes, HR. 1994. Towards sustainable plantation forestry. *New Zealand Forestry* 39(2): 16-18.
37. Hurditch, WJ. 1992. Problems of public forestry and socio-economic implications of privatisation. Occasional Paper 42, Oxford Forestry Institute, Oxford, UK. 68 p.
38. Inions, G. 1995. Lessons from farm forestry in Western Australia. In: *Outlook 95*. ABARE, Canberra. 1:416-422.
39. Kallio, M, DP Dykstra and CS Binkley (eds). 1987. *The global forest sector: an analytical perspective*. Wiley. 706 p.
40. Kanowski, PJ. 1995. The complex future of plantation forestry. In: BM Potts et al (eds). *Eucalypt plantations: improving fibre yield and quality*. Proc IUFRO Conference, Hobart, Tasmania, February 1995. CRC for Temperate Hardwood Forestry, Hobart. 483-487.
41. Kanowski, PJ. 1997. Plantation forestry at the millennium. Discussion Paper for World Commission on Forests and Sustainable Development. 8 p.
42. URL: <http://online.anu.edu.au/Forestry/dept/staff/kanowski/abstract.html>
43. Kanowski, PJ and PS Savill. 1992. Forest plantations: towards sustainable practice. Chapter 6 in: C Sargent and S Bass (Eds). *Plantation politics: forest plantations in development*. Earthscan, London. 121-151.
44. Kanowski, PJ, PS Savill, PG Adlard, J Burley, J Evans, JR Palmer and PJ Wood. 1992. Plantation Forestry. Chapter 14 in: NP Sharma (Ed). *Managing the world's forests*. Kendall/Hunt. 375-402.
45. Keenan, R, D Lamb and G Sexton. 1995. Experience with mixed species rainforest plantations in North Queensland. *Commonwealth Forestry Review* 74: 315-321.

46. Keh, SK. 1997. Whither goest Myanmar teak plantation establishment? Paper to Topic 12, this Congress.
47. Kızmaz, M. 1997. Studies on the propagation by cutting of some broadleaved tree species in Turkey. Paper to Topic 12, this Congress.
48. Kirkland, A. 1989. The rise and fall of multiple use management in New Zealand. *New Zealand Forestry* 33(1): 9-12.
49. Lamb, R. 1995. Forests, fuel and the future. *Forestry Topics Reports No 5*. FAO Forestry Department, Rome. 78 p.
50. Lamola, LM and RB Bertram. 1994. Experts gather in Mexico to seek new strategies in preserving agrobiodiversity. *Diversity* 10(3): 15-17.
51. Lefroy, T and P Scott. 1994. Alley farming: new vision for Western Australia. *WA J Agriculture* 35: 119-126.
52. Lemcoff, JH, A Garau, A Guarnaschelli, P Prystupa and M Bascialli. 1997. Water stress tolerance in seedlings of Eucalyptus clones. Paper to Topic 12, this Congress.
53. McIntosh, R. 1989. Forest design: Kielder Forest restructuring. *Timber Grower Autumn 1989*. 19-20.
54. Mather, AS. 1990. *Global forest resources*. Bellhaven Press. 341 p.
55. Mather, AS (Ed). 1993. *Afforestation: policies, planning and progress*. Bellhaven Press. 223p.
56. Mayers, J and EN Ashie Kotey. 1996. Local institutions and adaptive forest management in Ghana. *IIED Forestry and Land Use Series No 7*. 85 p.
57. Montagnini, F, E Golzález, C Porras and R Rheingans. 1995. Mixed and pure plantations in the humid neotropics: a comparison of early growth, pest damage and establishment costs. *Commonwealth Forestry Review* 74: 306-314.
58. Morrison, E and S Bass. 1992. What about the people? Chapter 5 in: C Sargent and S Bass (Eds). *Plantation politics: forest plantations in development*. Earthscan, London. 92-120.
59. Myers, N. 1989. The greenhouse effect: a tropical forestry response. *Biomass* 18: 73-78.
60. Napompeth, B and KG MacDicken (Eds). 1990. *Leucaena psyllid: problems and management*. Proc Workshop, Bogor, Indonesia, 16-21 January 1989. Winrock International. 208 p.
61. National Research Council (USA). 1991. *Managing global genetic resources- forest trees*. National Academy Press. 228 p.
62. Palmer, JR. 1988. JARI - lessons for land managers in the tropics. *Bois et Forêts des Tropiques* 212: 16-27.
63. Pandey, D. 1995. Forest resources assessment 1990. *Tropical forest plantation resources*. FAO Forestry Paper 128. 81 p.
64. Pandey, D. 1997. Major issue of tropical forest plantations. Paper to Topic 12, this Congress.
65. Popov, G, E Velizarova and D Dikov. 1997. Criteria for an optimum structure of oak stands with *Quercus conferta* Kit. Paper to Topic 12, this Congress.
66. Pritchard, MA (ed.). 1989. *A systems approach to forest operations planning and control*. UK Forestry Commission Bulletin 82. HMSO, London. 157 p.
67. Rickman, R. 1991. What's good for the woods. *Policy Study No 129*, Centre for Policy Studies, London. 48 p.
68. Robins, L, K McIntyre and J Woodhill. 1996. *Farm forestry in Australia: integrating commercial and conservation benefits*. Greening Australia Ltd, Canberra. 54 p.

69. Roche, M. 1992. Privatizing the exotic forest estate: the New Zealand experience. In: J Dargavel and R Tucker (eds). *Changing Pacific forests*. Proc Forest History Society/ IUFRO Conference. Forest History Society (USA). 139-154.
70. Salerno, MI and JE Giménez. 1997. Substitution of methyl bromide for disease control in forest nurseries. Paper to Topic 12, this Congress.
71. Sargent, C. 1990. *The Khun Song Plantation Project*. IIED, London. 176 p.
72. Sargent, C and S Bass (eds). 1992. *Plantation politics*. Earthscan. 191 p.
73. Savill, PS and J Evans. 1986. *Plantation silviculture in temperate regions*. Clarendon Press, Oxford. 246 p.
74. Sedjo, RA. 1987. Forest resources of the world: forests in transition. Chapter 1 in: Kallio, M, DP Dykstra, and CS Binkley (eds.). *The global forest sector: an analytical perspective* Wiley-Interscience, New York. 7-31.
75. Sharma, MP, NP Bhatia, A Gaur and A Adholeya. 1997. Mycorrhizal dependency of *Acacia nilotica* and *Eucalyptus tereticornis* to inoculation of indigenous va-mycorrhizal fungi consortium in marginal wasteland soil. Paper to Topic 12, this Congress.
76. Shell/ WWF. 1992. *Tree plantation review*. Shell and WWF, London and Godalming. 11 volumes.
77. Shiva, V. 1993. *Monocultures of the mind*. Zed Books. 184 p.
78. South, DB. 1997. How can we feign sustainability with an increasing population? Paper to: *Planted forests: contributions to sustainable societies*. Portland, Oregon, 28 June - 1 July 1997. College of Forestry, Oregon State University.
79. URL:<http://www.forestry.auburn.edu/coops/sfnmc/class/feign.html>
80. Spellerberg, IF. 1996. Plantation forests protect our biodiversity? - too much of a generalisation to be true! *New Zealand Forestry* 40(4): 5-7.
81. Stanturf, JA, CJ Schweitzer, ES Gardiner and JP Shepard. 1997. Restoration of forested wetlands on marginal farmland: goals, strategies, and techniques. Paper to Topic 12, this Congress.
82. Sutton, WRJ. 1991a. Are we too concerned about wood production? *New Zealand Forestry* 36(3): 25-28.
83. Sutton, WRJ. 1991b. New Zealand Radiata Pine plantations: an example of sustainability. Paper to Society of American Foresters Convention, San Francisco, CA. 4-7 August 1991. 6 p.
84. Tunçtaner, K. 1997. Choice of exotic coniferous species for industrial plantations in Turkey. Paper to Topic 12, this Congress.
85. WAHLI and YLBHI. 1992. *Mistaking plantations for Indonesia's tropical forest*. Wahana Lingkungan Hidup Indonesia, Jakarta. 69 p.
86. Watt, MP, FC Blakeway, B Herman and N Denison. 1997. Developments in the use of biotechnology in commercial forestry tree improvement programmes in South Africa. Paper to Topic 12, this Congress.
87. Williams, CG. 1996. How will genomic mapping shape forest tree breeding? In: MJ Dieters et al (eds): *Tree improvement for sustainable tropical forestry*. Proc QFRI-IUFRO Conference, Caloundra, Queensland, 27 October - 1 November 1996. 2: 464-466.
88. Wilson, RA, R Astorga, C Gomez and F Gonzalez-Rio. 1995. Papermaking with DNA. "Intelligent Fibre". In: BM Potts et al (Eds). *Eucalypt plantations: improving fibre yield and quality*. Proc IUFRO Conference, Hobart, Tasmania, February 1995. CRC for Temperate Hardwood Forestry, Hobart. 24-30.

89. Wormald, T.J. 1992. Mixed and pure forest plantations in the tropics and subtropics. FAO Forestry Paper 103. 152 p.
90. Zoralioğlu, T. 1997. Mechanization techniques and outputs in industrial plantations in Turkey. Topic 12, this Congress.

La durabilité de la production ligneuse dans le reboisement

Julian Evans¹

RESUME

Des données fiables sur la durabilité du reboisement sont nécessaires étant donné que les disponibilités futures de produits forestiers viendront de plus en plus des forêts et plantations sous aménagement intensif. La durabilité est un critère fondamental pour un aménagement forestier rationnel. Toutefois, même au "sens strict" de maintien des rendements du bois au cours de rotations successives sur le même site, on dispose de peu de données du fait qu'il est difficile de tenir systématiquement des registres et de suivre les programmes de recherche sur de très longues périodes. Le présent document examine des faits concrets et indique des résultats récents tirés de la comparaison de trois rotations de pins dans la forêt d'Usutu, au Swaziland.

Au cours des 40 dernières années, il n'y a eu que deux exemples révélateurs de baisse de productivité généralisée au cours de rotations successives d'arbres: *Pinus radiata* en Australie-Méridionale et *Cunninghamia lanceolata* en Chine subtropicale. En Australie-Méridionale, la situation a été largement redressée par une gestion rationnelle de la matière organique et la nutrition des arbres, la lutte contre la concurrence des adventices et un programme d'amélioration génétique des arbres. En Chine, des améliorations analogues dans les méthodes d'aménagement résoudront probablement le problème, au moins là où *Cunninghamia* n'est pas planté hors du site.

Au Swaziland, la productivité de plusieurs rotations de *Pinus patula* a été évaluée dans les plantations de la Usutu Pulp Company depuis 1968. Après trois rotations complètes, les niveaux de productivité sont restés stables ou ont augmenté légèrement dans la grande partie de la forêt sans qu'il y ait eu besoin d'avoir recours aux engrais ou à l'amélioration génétique. Sur une petite partie de la forêt (13 %), la productivité a diminué de la première à la deuxième rotation, mais pas de la deuxième à la troisième. Ce problème localisé est résolu en grande partie par l'application d'engrais phosphatés.

Les chiffres relatifs au rendement au Swaziland sont sans aucun doute la meilleure série de données que l'on dispose dans le monde pour comparer trois rotations successives de plantations d'arbres sur le même site. A ce jour, les faits laissent supposer que le reboisement intensif pratiqué est durable. L'introduction de matériel génétique amélioré devrait augmenter les rendements des prochaines rotations.

Dans l'ensemble, les faits tendent à démontrer qu'avec un aménagement judicieux, le reboisement est une sylviculture entièrement durable pour la production de bois.

Mots clés: durabilité, plantations, productivité à long terme, rendement

INTRODUCTION

Des données fiables sur la durabilité du reboisement sont nécessaires étant donné que les disponibilités futures de produits forestiers viendront de plus en plus des forêts et plantations sous

¹ 33 Cranford Drive, Holybourne, Alton, Hants, GU34 4HI, Royaume-Uni (Pour la British Overseas Development Administration)

aménagement intensif. Le concept de durabilité est fondamental pour un aménagement forestier rationnel et fait aujourd'hui l'objet de nombreux débats. Dans le cas des plantations forestières mises en place dans le but précis de produire du bois, que ce soit à des fins industrielles ou à des fins domestiques, il faut se poser la question: sera-t-il possible de conserver indéfiniment ces disponibilités? Il faut en premier lieu traiter à fond la question de la durabilité biologique, c'est-à-dire de la durabilité "au sens strict", et c'est ensuite que la technologie de la sylviculture pourra réaliser tout son potentiel à l'échelon mondial.

IMPORTANCE DU REBOISEMENT ET DE LA DURABILITE

Encore que les estimations varient, la superficie totale des plantations forestières dans le monde serait de 120 à 140 millions d'hectares. L'on sait avec davantage de certitude que la superficie des nouvelles plantations (boisement) augmente tant dans les pays tempérés que dans les pays tropicaux. Sous les tropiques en particulier, le taux actuel de plantation est de 2-3 millions d'hectares par an, soit le double de celui enregistré dans les années 60 et 70 (FAO, 1992; Evans, 1992). Le but de ces plantations est principalement soit la production industrielle soit des utilisations domestiques: poteaux de construction, bois de feu et fourrage.

Les plantations forestières sont dans leur grande majorité d'âge et de composition uniformes (monoculture) et la plupart sont aménagées de manière à maximaliser le rendement de bois sur le site. Par ailleurs, la coupe à blanc et le remplacement des manquants sont les méthodes les plus communes en sylviculture, bien que, le cas échéant, on ait recours au rajeunissement à des fins de repeuplement. Ces caractéristiques de la sylviculture des peuplements artificiels - uniformité des plantes, intensité de production et concentration des travaux - ont soulevé une question: bon nombre des sites sur lesquels les arbres sont plantés pourraient être incapables de soutenir leur productivité. Des modèles de perte d'éléments nutritifs, l'examen des dégâts matériels causés à la structure du sol et l'idée que ravageurs et maladies présentent des risques plus importants sont tous des éléments soutenant l'opinion que le reboisement intensif pourrait ne pas être durable en soi.

La durabilité, au moins dans son sens biologique étroit, pose problème depuis longtemps, notamment pour les cultures arables. Plusieurs expériences à long terme ont été faites dans différents pays dont la plus ancienne et la plus célèbre est celle de Broadbalk Field à la Station expérimentale de Rothamsted, Harpenden (Angleterre). Depuis 1843, des cultures successives de blé font l'objet d'une évaluation continue. Sur une longue période, les rendements de la parcelle témoin qui n'a pas reçu d'engrais, mais seulement des soins culturaux minimums anti-adventices, sont restés faibles mais stables (Johnston, 1994). Ces travaux ont montré que, même après 150 ans, la terre elle-même n'est pas devenue "malade du blé" et que les bas rendements sont attribuables au faible apport d'intrants extérieurs (bien qu'ils augmentent, en particulier l'azote d'origine anthropogénique, principalement durant les pluies, actuellement jusqu'à environ 30 kg/ha/an¹).

Malheureusement, on ne dispose que de très peu d'éléments concrets concernant la productivité à long terme des plantations forestières. Les forestiers ne peuvent donc pas démontrer correctement la validité des méthodes qu'ils emploient et ne peuvent réfuter la thèse selon laquelle les rotations successives d'arbres à croissance rapide conduisent inévitablement à la détérioration des sols. Le document examine les faits démontrant la baisse des rendements et présente en détail les meilleures séries de données disponibles dans le monde, qui décrivent les résultats de trois rotations successives sur le même site (Evans, 1996). Ce thème a été revu par l'auteur au VIIIe Congrès forestier mondial de Djakarta en 1978 (Evans, 1978). Depuis, de nouvelles informations importantes sont parvenues qui ont trait à la question de la durabilité.

ELEMENTS DE MESURE DE LA PRODUCTIVITE DE CULTURES ARBUSTIVES SUCCESSIVES

Un examen complet de ce thème dans Evans (1990) a fait ressortir quelques exemples de baisses des rendements démontrables et généralisées, compte non tenu de celles attribuables à la pollution ou au dépérissement terminal dus à des agents pathogènes - voir Ciesla et Donaubauer (1994) et Freer-Smith (1997). Trois exemples principaux figurent dans les documents relatifs à la foresterie.

L'épicéa en Basse-Saxe et autres faits à l'appui relevés en Europe

Dans les années 20, des rapports de Weidemann (1923) ont donné à entendre que des aires importantes d'épicéas (*Picea abies*) de deuxième et troisième rotation en Basse-Saxe (Allemagne) poussaient médiocrement et manifestaient des symptômes de mauvaise santé. Cela fit l'objet de maintes recherches et fut attribué à la défoliation par les insectes, à la pollution atmosphérique, aux effets de la monoculture ou simplement aux opérations forestières intensives. Il est clair maintenant qu'une grande partie du problème venait du fait que ces épicéas étaient plantés sur des sites auxquels ils étaient peu adaptés, comme cela est arrivé aussi pour le sapin argenté (*Abies alba*).

Ailleurs en Europe, des baisses de rendement localisées ont été signalées au Danemark, en Hollande et dans les Landes, en France, mais ni l'étendue ni l'importance des variations dans les rendements n'ont causé de l'inquiétude. En Grande-Bretagne, la plupart des récoltes de deuxième rotation sont aussi bonnes ou meilleures que celles de la rotation précédente et, dans le cas du repeuplement avec l'épicéa de Sitka (*Picea sitchensis*), l'espèce la plus répandue en altitude, il n'a pas été nécessaire de réappliquer des engrais phosphatés, même si cela avait été indispensable pour établir la première rotation (Taylor, 1990).

***Pinus radiata* en Australie-Méridionale**

Les premiers rapports faisant état d'une baisse sensible de la productivité sont apparus au début des années 60 (Keeves, 1966) et, à la fin de la décennie, il était clair qu'une chute de la productivité de la deuxième récolte d'environ 30 pour cent se produisait dans l'Etat tout entier. Il n'est pas surprenant que le problème ait donné lieu à maints travaux de recherche et on a compris peu à peu que la diminution de la croissance des arbres replantés de la deuxième rotation était due à une combinaison de facteurs. Les pratiques de récolte et de préparation des sites, par exemple l'andainage, causaient des pertes importantes de matière organique sur un site et des charges importantes de graines d'adventices conjuguées à la médiocrité des moyens de lutte contre les adventices ont conduit à une invasion massive par les mauvaises herbes. D'après certaines expériences, la conservation de la matière organique et autres manipulations moins rudes du site associées à une lutte appropriée contre les adventices ont grandement amélioré les résultats de la deuxième rotation et ont résolu en grande partie le problème de la baisse des rendements. Aujourd'hui, ces changements et d'autres en sylviculture ont aussi contribué à l'éliminer (Woods, 1990).

Dans des zones restreintes de la Nouvelle-Zélande, une baisse des rendements de *Pinus radiata* de la deuxième rotation a également été signalée (Whyte, 1973), mais elle a été limitée aux sites appauvris de la région de Nelson dans l'île du Sud. Ailleurs, une étude très fouillée de la deuxième rotation de *Pinus elliottii* dans le Queensland n'a pas pu démontrer qu'il y avait eu une baisse des rendements. Par ailleurs, aucune baisse n'a été signalée parmi les pins subtropicaux en Afrique australe, à part un cas très localisé et lié au site au Swaziland (Evans, 1996).

***Cunninghamia lanceolata* en Chine**

Environ 6 millions d'hectares de plantations de sapin de Chine (*C. lanceolata*) ont été établis en Chine subtropicale. C'est en effet l'essence la plus communément plantée. La plupart des plantations

sont en monoculture et à courtes rotations dans le but de produire de petites perches, bien que l'arbre lui-même, son feuillage, son écorce, et même parfois ses racines sont tous utilisés d'une manière ou d'une autre. Des rapports indiquant une hausse sensible des rendements ont commencé à apparaître il y a quelques années. Des comptes rendus de Li et Chen (1992) et de Ding et Chen (1995) tendent à montrer une chute de productivité d'environ 10 pour cent entre la première et la deuxième rotation, pouvant atteindre 40 pour cent entre la deuxième et la troisième rotation. Il a été difficile d'obtenir des données pour établir jusqu'à quel point cette baisse est généralisée, mais les nombreux travaux de recherche sur les questions de monoculture, d'allélopathie, de modifications des sols, etc. témoignent de l'importance que les forestiers chinois attachent à ce thème. Il semble que les systèmes de récolte de l'arbre entier, le retrait quasi total de la matière organique d'un site après la récolte et les conditions qui favorisent une invasion massive par les herbes et les bambous contribuent tous substantiellement au problème. La question de l'allélopathie et des effets du recrutement des rejets de souches pour le repeuplement sur la productivité reste irrésolue. Le fléchissement des rendements chez le sapin de Chine a été l'objet de travaux de recherche effectuée en coopération par la British Overseas Development Administration et l'Académie chinoise de foresterie.

Rejets de souches

Les plantations de certaines essences, par exemple les eucalyptus, sont souvent gérées par rejets de souches pour la deuxième, troisième et parfois la quatrième rotation. Il y a maintes preuves qu'en général, les cultures de premier rejet de souches sont les plus productives et que les rendements deviennent plus faibles à chaque récolte successive jusqu'au remplacement des manquants. A cet égard, le rapport de Kaumi (1983) du Kenya et celui de Jacobs (1981) concernant l'Inde sont typiques - voir Evans (1992). Cette diminution de la productivité est due principalement à la mort des souches et à un peuplement plus faible à l'hectare et aussi à la caractéristique physiologique que les rejets de souches se développant sur un système racinaire de plus en plus vieux affichent des caractéristiques "matures" à un stade précoce. Jusqu'ici, peu d'éléments portent à croire que les rejets de souches réduisent la productivité des sites.

Recherche concernant la productivité sur trois rotations successives au Swaziland

Les travaux de recherche ont commencé dans la forêt d'Usutu (Swaziland) en 1968 comme conséquence directe des rapports fournis par l'Australie au sujet de la baisse de productivité de *Pinus radiata* de deuxième rotation. Depuis 1968, les rendements de chaque rotation de *Pinus patula* ont été enregistrés à l'aide d'un réseau de placettes-échantillons en forêt. On dispose maintenant de données sur trois rotations complètes fournies récemment par Evans (1996).

Les mesures enregistrées avec soin et précision montrent que sur la grande partie de la forêt où les sols proviennent d'une lithologie complexe de granit et de gneiss, il n'y a pas eu de baisse des rendements. En fait, sur ces minéraux altérés intermédiaires ou lents (en général feldspath, biotite et moscovite), tout porte à croire que la troisième rotation est nettement supérieure à la deuxième (Tableau 1). Par contre, sur une petite partie de la forêt (13 % de la superficie) dominée par des sols provenant de gabbro du complexe d'Usushwana constitué de minéraux altérés lents ou très lents (plagioclase, quartz et hornblende), une baisse sensible des rendements s'est produite entre la première et la deuxième rotation mais pas entre la deuxième et la troisième (tableau 2).

L'importance de ces données provenant du Swaziland, mis à part la nature à long terme de la recherche qui a été elle-même maintenue, réside dans le fait qu'il n'y a pas eu d'amélioration génétique ni d'adjonction d'engrais d'une rotation à l'autre. De plus, les années 80 et en particulier la fin des années 80 et le début des années 90 ont été particulièrement sèches, comme dans le reste de l'Afrique australe (Hulme, 1996), mais cela n'a pas influé sur les rendements comme on aurait pu s'y

attendre. L'importance de ces données est due également au fait que la sylviculture des peuplements artificiels entreprise dans la forêt d'Usutu sur environ 62 000 hectares est intensive avec *Pinus patula* cultivé en monoculture, sans éclaircie et sur une rotation de 15-17 ans qui est proche de l'âge où l'accroissement moyen annuel est maximal. On pratique de larges coupes à blanc et on récolte tout le bois à pâte. Ces plantations sont aménagées intensivement et, jusqu'ici, sur trois rotations rien ne prouve que les pratiques sylvicoles elles-mêmes provoquent une baisse des rendements telle que mesurée par la productivité des cultures. Au moins au sens strict, il est possible de démontrer que la sylviculture des peuplements artificiels est durable.

L'AVENIR

Les besoins en matière de recherche

Bien que le bref tour d'horizon ci-dessus soit encourageant, le grave manque de données concernant les rendements dans des rotations successives est un problème grave. Ce problème n'est pas nouveau (Evans, 1984), mais à une époque où tous les budgets consacrés à la recherche font l'objet de coupes importantes, la tenue des registres essentiels à long terme pour répondre aux types de questions examinés dans le présent document sera de plus en plus difficile. Il en est de même dans la recherche forestière avec des rotations durant de nombreuses années à plusieurs décennies (Evans, 1994). Les gestionnaires responsables des placettes-échantillons permanentes doivent assurer le rétablissement dans des rotations successives et faire en sorte que les données soient enregistrées et conservées pour la postérité.

Les procédés ayant des répercussions sur la question de la productivité des sites font généralement l'objet de plus de recherches. Par exemple, le Service forestier des Etats-Unis (Powers, 1991), le Réseau Niveau II de l'Union européenne dans le cadre des règlements européens concernant la pollution atmosphérique et le CIFOR (Centre pour la recherche forestière internationale) ont établi des programmes qui déboucheront sur des réseaux de sites pour recueillir des données sur les effets des pratiques de reboisement (bilans de l'apport d'éléments nutritifs, caractéristiques physiques des sols, etc.). Ces réseaux seront une ressource essentielle pour la recherche scientifique dans l'avenir.

Prévisions

L'amélioration génétique des plantations forestières en est dans l'ensemble à ses balbutiements, à quelques exceptions près, par exemple l'eucalyptus poussant à Aracruz, ou les travaux concernant les peupliers et les pins tropicaux et subtropicaux. Il est clair que l'amélioration substantielle des rendements, ainsi que d'autres caractéristiques comme la résistance aux maladies et une meilleure qualité des tiges, sont attribuables aux programmes d'amélioration des arbres. Les pratiques de reboisement apparaissant essentiellement neutres pour ce qui est de leur impact sur la productivité des sites - les effets bénéfiques des arbres sur les sols étant neutralisés par l'évacuation intermittente d'éléments nutritifs des sites - l'amélioration génétique de la culture devrait conduire à un certain accroissement des rendements dans l'avenir.

Un élément moins important, mais qui lui aussi stimule fortement la croissance, est l'application rationnelle d'engrais. Il ne fait pas de doute qu'au Swaziland, la baisse des rendements observée sur une partie limitée de la forêt entre la première et la deuxième rotation est neutralisée par l'application de phosphate sur ces sols surtout très pauvres en cet élément. L'adaptation des intrants aux besoins des sites jouera un grand rôle dans le maintien de la productivité comme avec le magnésium (calcaire dolomitique) en Allemagne. Outre l'amélioration de la nutrition des sols, on reconnaît de plus en plus que les opérations culturales devraient minimiser les dégâts matériels causés au site et essayer de

conserver la matière organique d'une rotation à l'autre. L'attention pour la lutte contre les adventices comme partie intégrante d'un bon aménagement ne doit pas faiblir.

On peut donc conclure que, dans l'ensemble, les perspectives sont bonnes et qu'en tant que technique pour produire avec succès du bois d'oeuvre, le reboisement devrait être durable.

CONCLUSIONS

Des faits observés dans le monde entier laissent supposer que le reboisement a des chances d'être durable en termes de rendement de bois dans la majorité des cas, à condition que l'on continue à appliquer de bonnes pratiques. Des améliorations dans la sylviculture et la génétique des arbres pourraient renforcer la productivité. Il semblerait donc que, sous sa forme la plus simple, le reboisement est une technique très utile, mais cette conclusion peut être faussée étant donné que ce n'est pas toujours une technique appropriée là où il est nécessaire de planter des arbres. Le concept de reboisement complexe, capable de fournir une gamme de services et de valeurs précieuses, sera souvent plus approprié (Kanowski, 1995). En incorporant le reboisement dans le contexte social et économique plus large, sa durabilité "au sens large" est renforcée. Le présent document a montré que la durabilité au "sens strict" ne devrait pas empêcher de réaliser ces objectifs plus vastes.

REMERCIEMENTS

La présente étude a été préparée avec l'aide de la British Overseas Development Administration (Royaume-Uni); la Usutu Pulp Company a contribué à l'évaluation de la productivité au Swaziland et la Commission forestière britannique a participé aux études précédentes sur la productivité. M. H. Freer-Smith a bien voulu relire le texte et nous faire part de ses observations.

Bibliographie

1. Ciesla, W.M. et Donaubauer, E., 1994. *Decline and dieback of trees and forests: a global overview*. Etude FAO Forêts N° 120, FAO, Rome.
2. Ding, Y.X et Chen, J.L., 1995. Effect of continuous plantation of Chinese fir on soil fertility. *Pedosphere* 5(1): 57-66.
3. Evans, J., 1990. Long term productivity of forest plantations - Status in 1990. *Actes du XIXe Congrès mondial, Union internationale des instituts de recherches forestières*, Montréal, Vol. 1, pp. 165-180.
4. Evans, J. 1992. *Plantation Forestry in the Tropics*. 2nd Edn, Clarendon Press, Oxford.
5. Evans, J. 1996. The sustainability of wood production from plantations: evidence over three successive rotations in the Usutu Forest, Swaziland. *Commonwealth Forestry Review*. 75(3) 234-239.
6. Evans, J. 1978. Long-term productivity in tropical and sub-tropical plantations. *VIIIe Congrès forestier mondial*, Vol. 5. 857-865. Jakarta, Indonésie.
7. Evans, J. 1994. Long-term Experimentation in Forestry and Site Change. In R.A. Leigh et A.E. Johnston (eds), *Long-term Experiments in Agricultural and Ecological Sciences*. Offices agricoles du Commonwealth.
8. Evans, J. 1984. Measurement and prediction of changes in site productivity. In Grey, D.C., Schonau, A.P.G., Schutz, C.J. et Van Laar, A. (eds), IUFRO "Symposium on Site and Productivity of Fast Growing Plantations", S. Africa, avril-mai 1984, pp. 907-920.
9. Freer-Smith, P.H., 1997. Do pollution-related forest declines threaten sustainability of forests? The evidence from European monitoring and research programmes. *Ambio* (sous presse).

10. FAO, 1992. Evaluation des ressources forestières 1990. Pays tropicaux. Etude FAO Forêts 128, Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, Rome.
11. Hulme, M. 1996. Climate change and Southern Africa: an exploration of some potential impacts and implications in the SADC region. Climate Research Unit, UEA, Royaume-Uni et Fonds mondial pour la nature. 104 pp.
12. Johnston, A.E., 1994. The Rothamsted classical experiments. In: Leigh, R.A. et Johnston, A.E. (eds.) *Long-term experiments in agricultural and ecological sciences*. Offices agricoles du Commonwealth, pp. 9-37.
13. Kanowski, P.J., 1995. The complex future of plantation forestry. CRC/IUFRO meeting *Eucalypt plantations: improving fibre yield and quality*. Tasmanie, fév. 1995.
14. Keeves, A., 1966. Some evidence of loss of productivity with successive rotations of *Pinus radiata* in south east of S. Australia. *Australian Forestry* 30: 51-63.
15. Li, Y. et Chen, D., 1992. Fertility degradation and growth response in Chinese fir plantations. *Proc. 2nd Intl. Symp. Forest Soils*. Ciudad, Venezuela, pp. 22-29.
16. Powers, R.F., 1991. Are we maintaining the productivity of forest lands? Establishing guidelines through a network of long-term studies. In: Alan E. Harvey and Leon P. Neuenschwander (comp.) *Proceedings - management and productivity of western-montane forest soils*: 10-12 avril 1990; Boise, ID. Gen. Tech. Rep. INT-280 p. 70-81.
17. Taylor, C.M.A., 1990. Nutrition of Sitka spruce on upland restock sites. *Forestry Commission Research Information Note* 164. HMSO, Londres.
18. Weidemann, E., 1923. *Zuwachsruckgang und Wuchstockungen der Fichte in den mittleren und den unteren Hohenlagen der Sachsischen Staatsforsten*. Tharandt (Vu dans traduction N° 302 Ministère de l'agriculture des Etats-Unis, C.P. Blumenthal, 1936).
19. Whyte, A.G.D., 1973. Productivity of first and second crops of *Pinus radiata* on the Moutere gravel soils of Nelson. *New Zealand Journal of forestry* Vol. 18, pp. 87-103.
20. Woods, R.V., 1990. Second rotation decline in *P. radiata* plantations in South Australia has been corrected. *Water, Air and Soil Pollution* 54: 607-619.

Tableau 1: Rendement de *Pinus patula* - deuxième et troisième rotations - à l'âge de 14 ans sur 24 placettes, sur des sols complexes de granit ou de gneiss ancien - 86 pour cent de la forêt.

Rotation	Tiges par hectare	Hauteur moyenne (m)	Surface terrière (m ² /ha ⁻¹)	Volume (m ³ /ha ⁻¹)	Accroissement moyen annuel (m ³ /ha ⁻¹ /an ⁻¹)
Première: 1R	[1266]*	17.52		[297.4]*	[21.2]*
Deuxième: 2R	1298	17.28	42.63	284.16	20.30
Troisième: 3R	1273	18.01	43.58	302.36	21.60
3R:2R (%)	-1.9	+4.2	+2.2	+6.4	+6.4
"t" statistique		2.94	1.28	1.89	
Importance		P<0.01	n.i.	P<0.1	

* Chiffres peu fiables, probablement quelque peu surestimés

D'après Evans (1996)

Rotation

Tableau 2: Rendement de *Pinus patula* - deuxième et troisième rotations - à l'âge de 14 ans sur 10 placettes dans le bloc de forêt A sur les sols complexes d'Usushwana - 13 pour cent de la forêt.

Rotation	Tiges par hectare	Hauteur moyenne (m)	Surface terrière (m ² /ha ⁻¹)	Volume (m ³ /ha ⁻¹)	Accroissement moyen annuel (m ³ /ha ⁻¹ /an ⁻¹)
Première:	[1239]*	18.18		[301.3]*	[215]*
Deuxième: 2R	1170	17.03	37.57	248.22	17.73
Troisième: 3R	1025	16.87	38.93	255.12	18.22
3R:2R (%)	-8.8	-0.9	+3.6	+2.8	+2.8
"t" statistique		-0.26	0.55	0.18	
Importance		n.i.	n.i.	n.i.	

*Chiffres peu fiables, probablement quelque peu surestimés

D'après Evans (1996)

Quel est l'avenir des plantations de teck du Myanmar?

Saw Kelvin Keh¹

RESUME

Cet exposé donne un bref aperçu de l'histoire passée et présente de l'établissement de plantations de teck au Myanmar ainsi que les conseils des "maîtres" de la foresterie birmane tels que Brandis, Baden-Powell, Troup, Blandford et Watson. L'établissement durable de plantations de teck au Myanmar s'avère discutable à la lumière des conclusions de la recherche moderne et des avertissements fournis par ces "maîtres". On tend à remplacer les plantations de teck par celles de *Xylia dolabriformis* et de *Pterocarpus macrocarpus*.

Mots clés: Coupe d'éclaircie dans la régénération naturelle, coupe d'amélioration, système birman de sélection, coupe illicite, commercialisation.

INTRODUCTION

Les plantations de teck ont été établies depuis 1840 en Inde, au Myanmar, en Thaïlande et dans divers autres pays de l'Asie du Sud-Est, en Amérique centrale, en Afrique, et bien avant cette date en Indonésie. Ces plantations avaient pour objectif la production d'un bois de haute qualité dont la demande était constante pour les usages domestiques aussi bien que pour l'exportation, le commerce et la réalisation de gains financiers.

Différents problèmes ayant surgi au cours du processus d'établissement des plantations de teck (White, K.J. 1991), certains pays se sont interrogés sur leur intérêt réel et quelque-uns les ont abandonnées, ne considérant plus le teck comme une espèce forestière prometteuse (Keogh, R.M. 1979). Plusieurs pays ont raccourci la rotation et l'ont établie à 30, 25 et même 15 ans (Keh, K. 1995-96) afin de rendre plus rémunératifs leurs investissements et de diminuer l'érosion du sol et la dégradation du site que causent les plantations de teck (Nair, 1995 KFRI; Keh, K, 1995/96; Chacko, K.C. 1995). En outre, le pourcentage des plantations de teck par rapport à d'autres en zone tropicale a diminué fortement, passant de 11% en 1980 à 5% en 1990 (Kaosa-ard, A. 1995, Keogh, R.M. 1994). Même au Myanmar, la patrie du teck, la politique de plantation de cette espèce a subi un changement en 1932 du fait de la découverte (Scott, C.W. 1932) d'insectes perforants qui attaquaient de vastes zones de plantations de teck si bien que le Gouvernement britannique, à l'autorité duquel était soumis le pays, a décidé que le teck ne serait plus planté à des fins d'exportation mais seulement pour satisfaire les besoins de la population locale qui, à l'époque, ne s'élevaient qu'à 300 acres par an. H.R. Blandford (1921) a averti que le "teck doit être planté avec prudence" et qu'il pourrait y avoir un grave danger à établir de grandes plantations pratiquement pures de teck. Cependant, au Myanmar (alors la Birmanie) les pressions politiques coloniales ont prévalu sur les avis des forestiers britanniques et, par la suite, les plantations de teck ont connu un regain d'intérêt, situation qui se poursuit encore aujourd'hui. H.W.A. Watson (1923), conservateur actif du Work Plan Circle, encourageait l'établissement de plantations de pyinkado (*Xylia dolabriformis*) à la place du teck.

¹ Forestry Department, Insitute of Forestry, Yezin, Myanmar

La sagesse de son conseil n'a pas été pleinement mise à l'épreuve bien que les plantations de pyinkado ou les plantations mixtes pyinkado-teck aient été établies de temps à autre à titre expérimental.

B.H.Baden-Powell (1874), alors inspecteur général de l'Inde, a déclaré ouvertement que "le teck est un mauvais arbre forestier; il n'améliore pas le sol et ses feuilles ne se transforment pas facilement en humus". Il ne faudrait jamais l'imposer dans des lieux impropres car "le teck a un effet préjudiciable sur la forêt et le sol et, en tant que tel, ne devrait jamais être cultivé ailleurs que dans des lieux adaptés où ses effets destructeurs peuvent être en quelque sorte manipulés ou contrôlés".

D.Brandis (1881) n'a pas encouragé le département des forêts à établir des plantations de teck en Birmanie. Après plus de 25 ans d'expérience en Birmanie tropicale britannique et en Inde, il a estimé que le département des forêts birman devait renoncer à établir des forêts de teck pures car l'arbre poussait le mieux lorsqu'il était associé à des bambous et à d'autres arbres, et qu'il convenait à cet égard de suivre les indications de la nature. Il est rare de trouver des peuplements naturels purs ou presque purs de teck et, lorsqu'ils existent, leur état laisse normalement à désirer. Troup (1917) a donné le même conseil en ce qui concerne la Birmanie tropicale. Il a dit qu'il "faut étudier de près la nature, l'imiter et la forcer toujours à faire un meilleur usage de la capacité productive du sol en accroissant la proportion des espèces utiles, en améliorant la densité de la plantation et en mettant la forêt à même de produire le volume maximum de bois de valeur ou d'autres produits d'année en année et siècle après siècle".

La nature elle-même montre que dans les basses terres de la Birmanie tropicale, où les précipitations atteignent 100 pouces, le teck est très souvent la proie d'espèces sempervirentes envahissantes et la victime de sa faible capacité de régénération naturelle (Troup, R.S. 1921; Keh, K. 1993). Occasionnellement, dans certaines zones où le teck fait preuve d'une régénération naturelle excessive, il faut appliquer des traitements sylvicoles tels que la coupe d'éclaircie associée à la régénération naturelle pour neutraliser les effets préjudiciables, à savoir l'excès d'érosion du sol même dans la forêt naturelle. La surabondance de l'espèce dans une zone donnée est cause de destruction. Dans des endroits où les sols sont friables, un seul arbre de teck peut à lui seul exercer la même incidence nuisible sur le sol qu'un peuplement entier (Keh, K.1995-96). Brandis a donc mis au point un système connu comme le système de sélection birman où l'accent porte fortement sur la pratique régulière de la coupe d'amélioration en vue de stimuler la régénération naturelle du teck et, en même temps, d'améliorer la croissance des jeunes plants existants.

Les expériences passées et les résultats de la recherche moderne sur le teck mettent en évidence le grand nombre de problèmes qu'il détermine, à savoir la perte d'éléments nutritifs du sol, la dégradation du site, la baisse de croissance et de rendement et les attaques de ravageurs et de maladies lorsque l'espèce est établie dans un lieu impropre et un environnement hostile (Chacko, K.C.1995; Kaosa-ard, A.1995). C'est ainsi qu'on peut s'interroger sur la possibilité d'établir de manière durable des plantations de teck sans qu'elles exercent leurs effets nuisibles sur le sol et l'environnement, sauf dans des sites très appropriés (Kaosa-ard, A. 1995) ou en réduisant leur rotation de manière draconienne pour les rendre plus rentables (Keh, K. 1995-96).

ETABLISSEMENT PRESENT ET PASSE DE PLANTATIONS DE TECK AU MYANMAR

Entre 1856 et 1896 environ, les essais relatifs au teck et à l'établissement de plantations de cette espèce ont été limités et menés par tâtonnements par les conservateurs et fonctionnaires forestiers divisionnaires intéressés au teck. A partir de 1896, les plantations ont été organisées systématiquement par le département des forêts. Pendant longtemps, le teck était la seule espèce de plantation utilisée bien que par la suite on ait conseillé l'établissement du pyinkado (*Xylia dolabriformis*) et de l'acacia à catechu (*Acacia catechu*). A la fin de 1896, les plantations couvraient

55 371 acres, les plantations en taungya (teck, principalement) 16 119 acres et des traitements sylvicoles de divers types étaient pratiquées avec succès sur 237 664 acres (Stebbing, E.P. Vol.III, 1926).

En 1926, les plantations de teck s'élevaient au total à 100 000 acres. En 1942, elles atteignaient 113 000 acres (Champion, H. et Osmaston, F. Vol.IV 1962). Cette lente croissance sur une période de 16 ans (1926-1942), où les plantations sont passées de 100 000 à 113 000 acres, a été le résultat de la Crise et de la réorientation de la production et des revenus forestiers pendant la deuxième guerre mondiale (ibid.). Il ne paraît pas y avoir eu d'établissement de plantations ni pendant la guerre ni pendant les années qui l'ont suivie. Entre 1948 et 1994 une superficie totale de 452 200 acres (183 000 ha) de plantations de tecks a été établie. La superficie moyenne plantée annuellement a dépassé 11 000 ha depuis 1980 (Gyi, K.K. et Tint, K.1995).

En 1994 les plantations touchaient 565 200 acres (113 000 + 452 200) bien qu'une grande étendue ait été perdue pendant l'occupation japonaise au cours de la deuxième guerre mondiale et pendant l'insurrection, et en raison de l'abattage illicite et de la commercialisation, du retard prolongé dans les coupes d'éclaircie qui a entraîné le déracinement des arbres élagués et des dommages irréparables au sol, et de l'attaque prolongée des insectes perforants. On ne peut évaluer l'ampleur des pertes car la plupart des registres relatifs aux plantations et les plans de travail ont disparu pendant les années de la guerre (1962 Champion, H. et Osmaston, F.C.; Stebbing, E.P. The Forest of India. Vol.14). Certaines des plantations établies plus récemment peuvent désormais être évaluées bien qu'aucune ne l'ait été jusqu'à présent.

SITUATION ACTUELLE DES PLANTATIONS DE TECK AU MYANMAR

Au cours des premiers stades de l'établissement des plantations de teck au Myanmar, lorsque l'aménagement de ces plantations s'effectuait à une échelle praticable (Stebbing, E.P.1926), le site étant choisi avec soin et le personnel chargé de la gestion compétent, il était concevable de s'attendre au succès de la plantation quand les traitements étaient appliqués en temps utile au cours de toutes les étapes du développement et que les effets préjudicables du teck étaient plus ou moins neutralisés. Des échecs partiels peuvent se produire lorsque les traitements ne sont pas faits au moment voulu et que des bouleversements ont lieu à cause du manque de crédits ou de main-d'oeuvre, d'un personnel incompetent ou inadéquat ou de guerres et d'insurrections (Chacko, K.C.1995; Keh, K.1995-96). Plus tard, lorsque de grandes plantations de tecks ont été établies par le biais de projets financés par la Banque asiatique de développement et la Banque mondiale, les échecs étaient dus au manque de personnel ou à son incompetence, et au choix de vastes étendues impropres à la plantation, ce qui a résulté en des pratiques sylvicoles inopportunes, l'accélération de l'érosion et la dégradation des sites, autant de facteurs qui ont compromis la bonne croissance des arbres. Bien qu'une étude de faisabilité ait été réalisée avant l'établissement des plantations, les superficies étaient si vastes qu'on ne pouvait les gérer correctement à cause de diverses contraintes que les services forestiers n'étaient pas en mesure de maîtriser, et qui provoquaient des répercussions désastreuses et inévitables telles que la perte irréparable de sol et de capital.

Dans les conditions tropicales qui règnent au Myanmar, notamment dans les terres basses où les précipitations sont de l'ordre de 100 pouces, un seul arbre de teck dans une forêt naturelle peut exercer un effet destructeur sur le sol et le sous-bois situé sous son couvert (Keh, K.1995-96). C'est ainsi que les effets cumulés sur le sol et la végétation de centaines de milliers d'arbres de teck en plantations pures peuvent difficilement être estimés car la destruction se poursuit d'année en année. Après une longue rotation le sol où sont établies ces plantations manifesterà une forte dégradation car les arbres auront absorbé pratiquement tous les nutriments du sol au cours de leurs divers stade de développement (Jose, A. et Koshy, M.M. 1972; Jayaraman, K. 1995).

La végétation de sous-étage, contenant peu ou pas de teck, qui pousse sous son couvert est malsaine et rabougrie, et les plantations de teck finissent par fusionner avec la forêt naturelle environnante et par être traitées comme telle après la dernière coupe d'éclaircie (Keh, K. 1995-96). On peut en conclure que les plantations de teck au Myanmar n'ont pas donné de résultats satisfaisants bien qu'on ait obtenu un succès partiel dans certains lieux adaptés aux sols fertiles et où les traitements sylvicoles ont été réalisés en temps utile.

ANALYSE ET CONCLUSIONS

L'histoire des forêts du Myanmar s'étend sur plusieurs siècles et a connu parfois des moments difficiles. Elle montre comment des civilisations entières ont cessé d'exister ou ont régressé en raison de l'usage impropre, de la mauvaise gestion et de l'utilisation destructive du sol et des ressources naturelles qui y abondaient. A cause de diverses contraintes qui sortent du cadre des compétences des organisations forestières, le rendement futur du teck provenant des forêts naturelles est destiné à diminuer. Ces contraintes comprennent les pratiques d'exploitation anarchiques, l'établissement des plantations dans des sites impropres, leur conversion à d'autres usages, l'abattage illicite et la commercialisation, et la transformation des forêts naturelles de teck en plantations extensives et monospécifiques qui ont des effets préjudiciables sur la faune et la flore, sur la diversité biologique, sur la qualité stationnelle et sur la productivité de la forêt (Gyi, K.K.; Tint, K. 1955; Keh, K. et Kyaw, S. 1995, Keh.K. 1995-96 et Kaosa-ard, A.1995). Certes, du point de vue purement économique, le bois de teck est tellement supérieur à celui de toutes les autres espèces que du teck de qualité relativement médiocre représente toujours un investissement financier plus rentable que toute autre solution. Il est donc justifié de faire face à ses coûts pour surmonter les obstacles de nature sylvicole s'ils existent.

Les "maîtres" tels que Brandis, Baden-Powell, Blandford, Troup et Watson ont passé la plupart de leurs années productives en Inde et en Birmanie et ils ont mené leurs enquêtes avec le maximum de soin. Les conclusions de la recherche moderne et l'expérience passée confirment le bien-fondé de leurs déclarations.

Au Myanmar, comme en Inde et dans d'autres pays, des sites impropres, le manque de crédits, l'application au mauvais moment des traitements sylvicoles à tous les stades du développement, notamment pendant les cinq à dix premières années, des coupes d'éclaircie trop superficielles ou retardées, sont autant de facteurs qui sortent du cadre des responsabilités des services forestiers et sont à l'origine de l'échec de nombreuses plantations de teck (Chacko,1995). Les conclusions de la recherche mettent en évidence la baisse progressive de la qualité stationnelle (Jayaraman, 1995) et la dégradation du site entre les rotations et au sein de ces dernières, qui représentent une menace pour le rendement potentiel et l'aménagement durable (Chacko,1995).

Kaosa-ard (1995) citant R.M.Keogh (1994) dans "Teak 2000" spécifie que le pourcentage de plantations de teck par rapport à l'ensemble des plantations établies en zone tropicale a fortement baissé, passant de 11% en 1980 à 5% en 1990. En outre, la rotation s'est raccourcie dans la plupart des pays asiatiques; en Inde elle a été fixée à 30 ans (Nair, KFRI 1995), en Thaïlande à 16 ans (Kaosa-ard 1995) et en Malaisie à 15 ans (Zakaria et Lokmal 1995). Ces réductions des rotations confirment les conclusions de la recherche moderne sur la dégradation des sites au sein des rotations et entre elles (Chacko, 1995), la prédominance d'attaques d'insectes perforants, et la baisse de rendement des plantations qui touche des niveaux bien inférieurs aux attentes (KFRI.1979).

A l'heure actuelle, la foresterie du Myanmar risque de devoir recourir à la méthode de la régénération naturelle associée aux coupes d'amélioration plutôt qu'à l'établissement de nouvelles plantations de teck, c'est-à-dire à un système de régénération naturelle stimulée (Keh, K. 1993-1994, Keh.K. et Aung, M. 1994-95). Les plantations de teck ne devraient être établies que dans des

sites parfaitement adaptés et à petite échelle, en faisant appel à un système d'aménagement intensif. Il faudra créer une administration spéciale pour elles et des crédits ou du capital qui leur étaient destinés devront être réorientés en faveur de l'amélioration de la forêt naturelle (Keh, K. et Kyaw, S.1995). Au lieu du teck, il conviendra d'établir *Xylia dolabriformis* et *Pterocarpus macrocarpus*. Watson (1923), conservateur du Working Plan Circle, qui connaissait bien la Birmanie a préconisé le remplacement du teck par *Xylia*. Il a défendu son point de vue contre ceux du gouvernement britannique et, à mon avis, son conseil est encore valable aujourd'hui car *Xylia* et *Pterocarpus* sont des légumineuses qui améliorent le sol et contribuent à la productivité et à la pérennité des forêts du Myanmar.

Bibliographie

1. Baden-Powell, B.H., 1874. Forest Systems of British India.
2. Blandford, H.R.1921. Actes de la conférence des conservateurs des forêts de la Birmanie. Maymyo.
3. Brandis, D.1881. "Suggestions regarding Forest Administration in British Burma".
4. Chacko, K.C. 1995. Silvicultural Problems in Management of Teak Plantations. Deuxième séminaire régional sur le teck, 29 mai-3 juin 1995, Yangon. Myanmar.
5. Champion, H.G. et Osmaston, F.C. 1962. Stebbings, E.P. "The Forests of India". Vol.VI.
6. Gyi, K.K. et Tint, K. 1995. Status of Management of Natural Teak Forests. Deuxième séminaire régional sur le teck. Yangon. Myanmar.
7. Jayaraman, K. 1995. Silvicultural Dynamics of Teak Report (Draft) of Research Project. KFRI. 147/92.
8. Jose, A.I. et Koshy, M.M. 1972. A study of the morphological, physical and chemical characteristics of soils as influenced by teak vegetation. Indian Forester,98:338-348.
9. Kaosa-ard, A. 1995. Overview problem in teak plantation establishment. Deuxième séminaire régional sur le teck. Yangon. Myanmar.
10. Keh, K. 1993-1994. The Problem of Natural Regeneratin of Teak in the Lower Reaches of the Bago Yoma, particularly in the South Zamayi and North Zamayi Reserved Forests. Leaflet No. 1/93-94.FRI. Yezin. Myanmar.
11. Keh, K. et Aung, M. 1994-95. A Critical Review of the Silvicultural Treatments of the Teak Bearing Forests of the Bago Yoma with some suggested remedial treatments. Leaflet No. 2/ 94-95. FRI. Yezin, Myanmar.
12. Keh, K. et Kyaw, S. 1995. A general study of the growing stock of teak in the Bago Yoma; Some Suggested Redress. The Teak Symposium under Myanmar-Japan Technical Cooperation Programme. Yangon, Myanmar.
13. Keh, K. 1995-96. A review of the teak plantation establishment in Myanmar in the light of modern research findings: a constructive critique. Leaflet No. 1/95-96. FRI. Yezin, Myanmar.
14. Keogh, R.M. 1979. Does teak have a future in tropical America? UNSYLVA. Vol.31. No. 126, 1979.
15. Keogh, R.M. 1994. "Teak 2000".
16. KFRI. 1979. Yields from Teak Plantation in Kerala. Kerala Forest Research Institute. Peechi.
17. Nair, 1995. KFRI. Discussion on teak plantation establishment. Deuxième séminaire régional sur le teck. Yangon. Myanmar.
18. Scott, C.W. 1932. Forest Bulletin. No.29.
19. Seth, S.K. et Yadav, J.S.P. 1959. Teak Soils. Dans: Proceedings of All India Teak Study Tour and Symposium. Dehra Dun, p.121-138.
20. Stebbings, E.P.1926. The Forests of India. Vol. III.

21. Troup, R.S.1917. The Work of the Forest Department in India (Burma).
22. Watson. H.W.A.1923. Conservator, Working Plan Circle, Birmanie. "A Note on the Bago Yoma Forests".
23. White, K.J.1991. Teak, Some Aspects of Research and Development. RAPA Publication. 1991/17. Premier séminaire régional sur le teck. Chine.
24. Zakaria, I. et Lokmal, N.1995. FRIM. "Teak in Malaysia". Deuxième séminaire régional sur le teck. Yangon. Myanmar.

Plantations d'arbres à croissance rapide et qualité des produits forestiers sous les tropiques

H. Baillères, B. Chanson, M. Fournier-Djimbi¹

INTRODUCTION

Pour soulager la pression sur les forêts naturelles, les plantations à croissance plus ou moins rapide peuvent être une solution pour répondre aux besoins des populations en matière de bois dans les pays tropicaux.

Que ce soit pour des usages papetiers, de bois de service ou de bois d'oeuvre, la qualité des produits issus de plantations et la régularité de cette qualité dans les récoltes sont des critères de plus en plus importants. L'évolution des pratiques culturales et de la sélection génétique ont déjà permis des gains considérables de productivité et d'homogénéité des arbres récoltables. Par contre, il semblerait que ces gains soient souvent associés à une diminution de la qualité des bois: les bois de plantation sont différents du point de vue de leurs propriétés anatomiques, physiques et mécaniques..., de leurs homologues de forêt naturelle, ce qui pose des problèmes technologiques et commerciaux (JOFCA, 1996). En particulier, le gain sur l'homogénéité des arbres est en partie perdu du fait d'une plus forte variabilité de propriétés à l'intérieur du même arbre, qui se traduira par une hétérogénéité au sein des sciages, placages, pâtes.

Cependant, l'utilisation de ces bois de plantation en substitution est souvent nécessaire pour une gestion durable du patrimoine forestier qui garantisse la satisfaction des besoins en bois des populations. Cette substitution est technologiquement possible moyennant la connaissance des propriétés de ces nouveaux bois d'une part, la promotion d'outils de transformation adaptés (techniques d'abattage, de conditionnement des grumes et des produits semi-finis, outils de sciage, de déroulage...) d'autre part. Enfin, les connaissances acquises doivent aussi permettre d'orienter les pratiques forestières (sylviculture et amélioration génétique) pour le présent et l'avenir.

Nous nous proposons ici d'illustrer l'état de nos connaissances au CIRAD Forêt sur les propriétés technologiques de quelques bois de plantation dans le monde tropical. Après quelques généralités sur la caractérisation des bois, l'exposé sera focalisé sur quelques points généraux: i) les variations globales de propriétés observables sur les mêmes essences entre plantations et forêt naturelle, ii) les variations de propriétés dans le même arbre et iii) l'amélioration des propriétés par les pratiques forestières.

COMMENT CARACTERISER L'APTITUDE TECHNOLOGIQUE DES BOIS?

Il existe un certain nombre de normes pour caractériser les propriétés physiques et mécaniques du bois massif avec ou sans défauts (*e.g.* AFNOR, 1988), ainsi qu'un certain nombre de protocoles de laboratoire éprouvés pour caractériser la durabilité naturelle ou les propriétés anatomiques (comme la longueur de fibres). Par ailleurs, nous sommes amenés à mettre au point des protocoles originaux, notamment pour mieux cerner les problèmes particuliers des bois de plantation, par exemple:

¹ CIRAD Forêt - Maison de la Technologie, 73 rue J.F. Breton - BP 5035, 34032 Montpellier Cedex 1, France

- L'estimation des contraintes de croissance a pour but d'évaluer les pré-contraintes du bois dans l'arbre et donc le risque de fentes à coeur au tronçonnage et de déformations au sciage. L'essai consiste à mesurer une "DRLM (Déformation Résiduelle Longitudinale de Maturation)" à la périphérie des arbres sur pied (Fournier *et al.*, 1994, Gérard *et al.* 1995),
- Un essai de mécanique de la rupture est le plus pertinent pour caractériser la résistance à la fissuration du bois (mesure de l'énergie. nécessaire pour rompre complètement une éprouvette préentaillée, Baillères, 1994).
- De façon générale, les bois de plantation étant souvent de plus petit diamètre, et surtout plus hétérogènes à l'intérieur du même arbre, il est souvent utile d'utiliser des éprouvettes de petites dimensions pour caractériser précisément et sans artefacts les propriétés du bois sans défaut avec leurs variations dans l'arbre.

Au CIRAD Forêt, la plupart des données recueillies lors des campagnes d'essais sur les propriétés des grumes, les propriétés physiques et mécaniques des bois, leur durabilité naturelle, leur usinabilité, leur composition chimique et leurs propriétés thermochimiques, sont organisées dans une base informatisée (Gérard et Narboni, 1996).

MEMES ESSENCES EN PLANTATION ET EN FORET NATURELLE

La comparaison des propriétés moyennes des bois issus de plantation ou de forêt naturelle montre souvent des différences marquées. Par exemple, le bois parfait des Tecks (*Tectona grandis*) de plantation a une durabilité naturelle plus variable (moyenne à bonne) vis-à-vis des champignons et des termites; son utilisation dans des conditions sévères est donc plus risquée (CTFT, 1990). Un autre exemple qui concerne les propriétés physiques et mécaniques du Limba (*Terminalia superba*) est représenté sur le Tableau 1, où l'on voit que les Limbas de plantation sont un peu moins denses mais surtout significativement moins résistants mécaniquement que les Limbas de forêt naturelle.

VARIABILITE INTRA-ARBRE: BOIS JUVENILE ET BOIS DE REACTION

Les arbres issus de plantations sont a priori plus homogènes qu'en forêt naturelle: les peuplements sont généralement équiennes, ou du moins, l'âge des arbres lors de l'exploitation est connu et fixé, les conditions de croissance sont très contrôlées par les opérations sylvicoles (travail du sol, fertilisation, éclaircies, élagage...), le génotype est homogénéisé par l'utilisation de semences sélectionnées, voire par le clonage à grande échelle... Mais pour ce qui est de la qualité des bois, une assez forte hétérogénéité subsiste dans les produits de première transformation, notamment du fait de fortes variations spatiales des propriétés du bois à l'intérieur de l'arbre.

Une première source de variabilité intra-arbre est le passage progressif du bois juvénile au bois adulte: les propriétés du bois varient du coeur à l'écorce et de bas en haut, du fait du vieillissement du méristème cambial. Les propriétés anatomiques, qui traduisent directement le fonctionnement du cambium, suivent des lois assez générales et stables, au moins qualitativement. Ainsi, la longueur de fibres et le diamètre des vaisseaux augmentent du coeur à l'écorce. Pour la longueur de fibres, qui est un critère papetier important, la plage de variation est importante (souvent de 1 à 2, Figure 1). Pour les propriétés physiques et mécaniques (Figures 2 à 5), les règles sont beaucoup moins générales: par exemple, la densité du bois augmente généralement chez les résineux, mais elle peut augmenter, diminuer ou rester stable chez les feuillus. Il reste que les variations sont parfois impressionnantes, du simple au double pour la densité, de 1 à 3 (ou plus) pour le module d'élasticité. De plus, les profils radiaux varient de façon plus ou moins sensible avec la hauteur (Gérard, 1995, Gérard *et al.* 1996). Enfin, malgré l'homogénéisation attendue des conditions de croissance et des

semences, nous avons toujours trouvé une forte variabilité individuelle (effet “arbre”), excepté dans les plantations clonales d’Eucalyptus du Congo.

Chez les bois à cernes marqués et hétérogènes, les évolutions radiales liées à la jeunesse sont perturbées par l’effet de la vitesse de croissance qui influence significativement la structure du cerne, et donc les propriétés moyennes du bois. Ainsi, une reprise de croissance consécutive à une éclaircie se traduira par des hétérogénéités du bois, par exemple, par un bois de densité plus faible (resp. plus élevée) dans le cas d’un résineux (resp. feuillu à zone initiale poreuse). Cependant, ces bois à cernes marqués et hétérogènes sont rares dans le monde tropical (cas de certains pins, du teck...) de sorte que l’effet de la vitesse de croissance est a priori moins marqué que pour les bois tempérés. Par exemple, les tecks et les gmelinas des figures 3 et 4 ont une croissance très ralentie à la périphérie et que cela ne se traduit pas à l’évidence par une variation de densité.

Une autre source de variation est la formation de bois de réaction dans un secteur angulaire. Ce bois de réaction est l’expression d’un tropisme de l’arbre vers une direction particulière. Le bois de réaction a en effet des précontraintes particulières lors de sa formation: il est beaucoup plus tendu que le bois normal chez les feuillus (bois de tension), comprimé chez les conifères (bois de compression). Ses précontraintes particulières et sa position dans un secteur angulaire opposé à du bois “normal” (siège d’une tension “normale”) produisent une courbure de l’axe. Celle-ci permet alors souvent un redressement des troncs inclinés par le vent (bois de tension formé sur la face supérieure, bois de compression sur la face inférieure), parfois une inclinaison active vers la lumière... Il semblerait que les plantations, surtout pour les espèces à croissance rapide, favorisent les déséquilibres et donc la formation de bois de réaction. Les précontraintes particulières du bois de réaction résultent d’une structure anatomique et chimique différente, qui se traduit par des propriétés physiques et mécaniques différentes: Le bois de compression des conifères a notamment des fibres plus courtes, une densité plutôt plus forte mais une rigidité (module d’élasticité) plus faible, un retrait tangentiel plus faible mais un retrait axial beaucoup plus fort. En outre, la vitesse de croissance est plus forte dans le bois de compression, de sorte que la formation de ce bois conduit à un excentrement de la moelle. Chez les feuillus, les tendances sont moins générales mais le bois de tension a une densité souvent plus forte, et un retrait axial également plus élevé, les propriétés mécaniques ne sont pas systématiquement affectées, la moelle est rarement excentrée. Les principaux défauts induits par la présence de bois de réaction sont donc:

- chez les feuillus, des fentes à coeur à l’abattage et au tronçonnage (voire un éclatement), et des déformations des sciages du fait de fortes tensions longitudinales périphériques,
- chez tous les arbres, de fortes déformations au séchage (voilement, gauchissement...) des sciages et placages, du fait de retraits fortement hétérogènes,

C’est ce qu’on appelle la “nervosité” du bois.

En outre, les bois de réaction induisent parfois d’autres défauts: mauvais état de surface lors du rabotage et du ponçage (cas du bois de tension “pelucheux” de certaines essences), couleur anormale (veine verte liée au bois de tension, bois de compression rouge...). Les figures 6 et 7 montrent l’évolution de quelques propriétés entre bois normal et bois de réaction.

Enfin, outre ces phénomènes (bois juvénile et bois de réaction) très généraux chez les bois de plantation, certaines populations d’arbres montrent des problèmes particuliers: abondance de noeuds liés à un mauvais élagage et un fort polycyclisme chez certains pins tropicaux (*e.g. Pinus kesiya*), poches de kino des Eucalyptus, abondance de résine à coeur chez les pins (qui explique l’augmentation de la densité à coeur observée sur la figure 5)... auxquels il faut adjoindre les problèmes de durabilité naturelle sur lesquels nous n’avons que peu de données.

CONCLUSION: PRATIQUES FORESTIERES ET TRANSFORMATION DU BOIS?

La sylviculture et l'amélioration génétique ont pour objectif majeur d'accroître la vitesse de croissance des arbres et de diminuer les périodes de rotation, pour répondre efficacement aux besoins des populations et des industries en bois de feu, de trituration et d'oeuvre. Toutefois, il vaut mieux éviter que ce gain de productivité s'accompagne d'une baisse importante de qualité, surtout pour le bois d'oeuvre. Il est donc important de connaître les propriétés des bois produits et l'impact des pratiques forestières sur ces propriétés pour raisonner globalement production et utilisation des bois et améliorer ainsi l'efficacité de la filière.

Comme le montrent les développements qui précèdent, une difficulté importante pour étudier cet impact est que c'est surtout la forte hétérogénéité dans l'arbre des propriétés du bois qui nuit à la qualité des bois de plantation. De ce fait, les études sont nécessairement lourdes puisqu'il faut observer l'effet de la sylviculture et de l'amélioration en interaction forte avec l'effet de la position dans l'arbre (radiale, longitudinale, circonférentielle).

Un point de départ est donc d'accumuler des observations: la figure 1 montre par exemple que l'évolution radiale des longueurs de fibres varie selon les hybrides et selon les sites. Sur les *Pinus kesiya* de Madagascar, il semble qu'une "bonne" sylviculture (2 éclaircies) limite la formation de bois de compression, mais qu'une seule éclaircie tardive de rattrapage n'est pas aussi positive (Baillères 1996). Baillères (1994) a montré, sur quelques clones d'*Eucalyptus* congolais, que la formation de bois de tension permet généralement d'expliquer l'intensité de fentes à coeur lors du tronçonnage, mais que le bois de certains clones est beaucoup plus fissile, de sorte que l'importance des fentes dépend beaucoup du clone, à quantité et qualité de bois de tension égales.

Pour aller plus loin, il semble important de développer quelques projets de grande ampleur où l'on va chercher à mettre au point des modèles de distributions des différentes propriétés dans l'arbre, permettant de simuler à l'échelle du peuplement, différents scénarios sylvicoles et éventuellement différentes stratégies de sélection génétique. La réflexion concernant de tels modèles est en cours, notamment au sein du groupe de travail "Biological improvement of wood properties" de l'IUFRO (cf. Workshops "Connection between silviculture and wood quality through modelling approaches and simulation software"). Deux problèmes se posent alors: i) peut-on extrapoler l'état des arbres lors de l'exploitation, à partir de modèles établis sur des données acquises sur de jeunes arbres? et ii) quels sont les indicateurs fiables, simples à acquérir à grande échelle et éventuellement de manière non destructive, qui permettent de prédire au mieux l'ensemble des propriétés du bois avec leurs variations?

Enfin, l'amélioration de la qualité du bois produit doit être pensée conjointement avec le développement des filières de transformation. En effet, les contraintes de temps inhérentes à la production forestière (sauf peut-être pour les plantations à croissance très rapide) font que les marchés locaux et internationaux des bois doivent sans cesse utiliser de nouvelles matières premières, sans que celles-ci puissent avec certitude être adaptées à un outil de production défini a priori. Les modèles précédemment cités ou un simple diagnostic rapide des propriétés de la ressource exploitable doivent être utilisables pour améliorer la valorisation: par exemple, les bois nerveux doivent être débités vite et séchés sous forme de pièces de petites dimensions, il existe des outils et des modes de débits et de séchages adaptés. Le déroulage peut être une valorisation intéressante des bois présentant un fort contraste entre bois juvénile et bois adulte, puisqu'on peut ensuite reconstituer des lots de placages homogènes et les apparier lors de la composition de contreplaqués (il existe de plus des outils adaptés au déroulage des bois de petits diamètres). La valorisation sous forme de panneaux techniques (OSB, LVL, MDF...) est particulièrement intéressante mais a généralement un coût d'installation élevé. Il reste que dans ce domaine, il y a peu de règles

générales, chaque action doit être raisonnée dans son contexte technique mais surtout politique, social, économique et écologique particulier.

En conclusion, il semble essentiel de mener conjointement des opérations de recherche et de développement plus ou moins lourdes mais ciblées et focalisées sur une essence et un contexte, et une vulgarisation générale accrue des connaissances en vue d'une meilleure information des professionnels et du grand public sur les avantages et inconvénients des plantations. Ceci pourrait par exemple conduire dans certains cas à un traitement commercial particulier (label?) des bois tropicaux de plantation pour faire admettre leurs différences technologiques par rapport aux bois de forêt naturelle, en mettant en valeur leurs avantages, notamment du point de vue de la sauvegarde du patrimoine forestier, et du développement économique.

Bibliographie

1. AFNOR (Association Française de Normalisation), 1988. Bois et liège. Recueil de Normes Françaises. Ed. AFNOR Paris, 605 p.
2. Baillères H., 1994. Précontraintes de croissance et propriétés mécanophysiques de clones d'Eucalyptus (Pointe Noire, Congo): hétérogénéités, corrélations et interprétations histologiques. *Thèse de Doctorat en Sciences du Bois*, Université de Bordeaux 1. 162 p.
3. Baillères H., Bouillet J.P., Rakotovo G., 1996. Variations with tree age and position in tree of several mechanical properties among three thinning practices in *Pinus kesiya* Royle plantations (Madagascar). Proceedings of the Second IUFRO Workshop: Connection between silviculture and wood quality through modelling approaches and simulation software. Berg-en-Dal, Kruger national Park, South Africa, August 26-31. IUFRO WP S5-01-04 Biological Improvement of Wood properties. CSIR, Division of Water, Environment and Forestry Technology. Pretoria.
4. Détienné P., Paquis, 1989. Tentative de délimitation du bois juvénile dans 3 Eucalyptus hybrides du Congo. Document interne CTFT, Laboratoire d'anatomie des bois. Disponible au CIRAD Forêt Montpellier.
5. CTFT (Centre Technique Forestier Tropical), 1990. Fiche technique Teck. *Bois et Forêts des Tropiques*, 224: 39-47.
6. Fournier M., Chanson B., Thibaut B., Guitard D., 1994. Mesure des déformations résiduelles de croissance à la surface des arbres, en relation avec leur morphologie. Observation sur diverses espèces. *Annales des Sciences Forestières*, 51 (3).
7. Gérard J. 1994. Contraintes de croissance, variations internes de densité et de module d'élasticité longitudinal et déformations de sciage chez les Eucalyptus de plantations. *Thèse de Doctorat en Sciences du Bois*, Université de Bordeaux 1. 160 p.
8. Gérard J., Baillères H., Fournier M., Thibaut B., 1995. Qualité des bois chez les eucalyptus de plantation. Etude de variation de trois propriétés de référence. *Bois et Forêts des Tropiques*, 245: 101-117.
9. Gérard J., Combes J.G., Thibaut B., 1996. Intra-tree wood properties in fast-growing Eucalyptus clones: influence of juvenility, heartwood formation and reaction wood. Proceedings of the Second IUFRO Workshop: Connection between silviculture and wood quality through modelling approaches and simulation software. Berg-en-Dal, Kruger national Park, South Africa, August 26-31. IUFRO WP S5-01-04 Biological Improvement of Wood properties. CSIR, Division of Water, Environment and Forestry Technology. Pretoria.
10. Gérard J., Narboni Ph., 1996. Une base de données sur les propriétés technologiques des bois tropicaux. Schéma d'organisation. *Bois et Forêts des Tropiques*, 248: 65-69.

11. JOFCA (Japanese Overseas Forestry Consultant Association), 1996. Rapport d'avant projet: Etude technique et études de cas sur la valorisation industrielle des bois d'essences tropicales à croissance rapide. French Translation. PPR 37/96 (I) O.I.B.T. 71 p.

TABLEAUX ET FIGURES

Tableaux 1:

Propriétés moyennes	Densité	Résistance à la compression axiale (MPa)	Résistance à la flexion statique (MPa)
Tous arbres confondus	0,54	46,6	88,5
Arbres de plantation	0,49	35,3	65,3

Densité et résistance mécanique des *Terminalia superba* (Limba) de plantation. L'échantillon global comprend 72 arbres de multiples provenances dans l'aire du Limba dont la plupart proviennent de forêt naturelle; dans cet échantillon, on a pu individualiser avec certitude 7 arbres de plantation du Bénin et du Burundi.

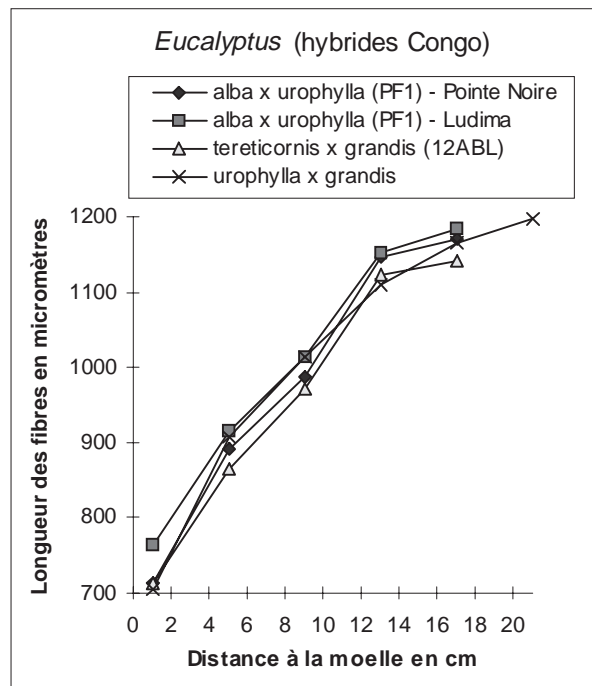
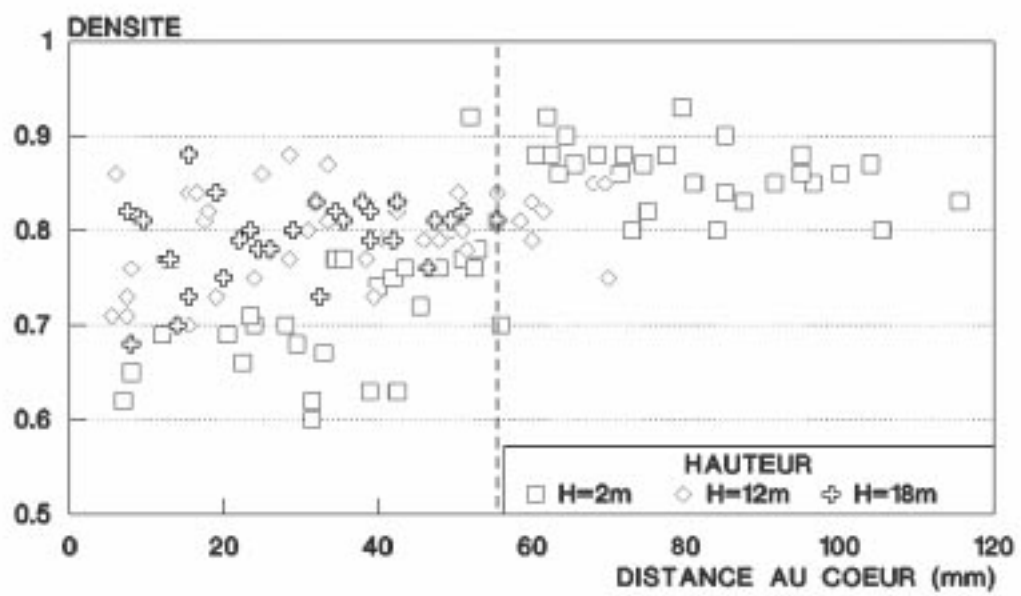


Figure 1. Evolution radiale de la longueur des fibres chez différents hybrides d'*Eucalyptus* (Congo). (moyenne sur une dizaine d'arbres, 2 sites pour l'hybride PF1) D'après Détienne et Paquis, 1989



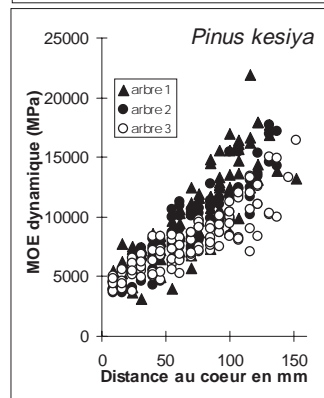
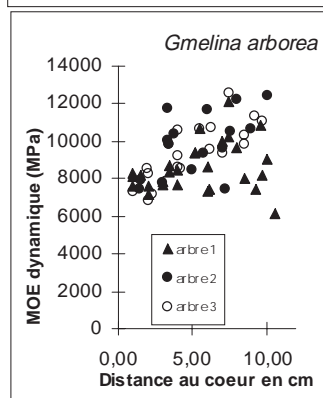
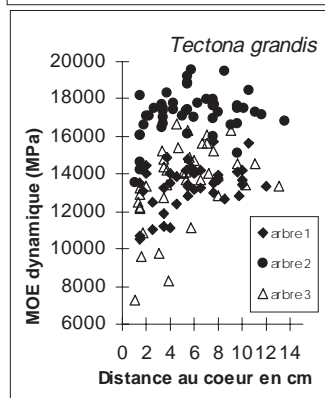
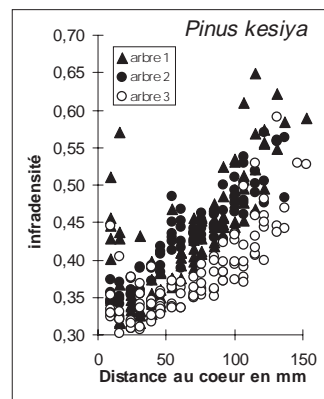
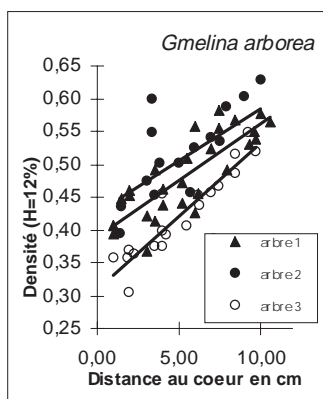
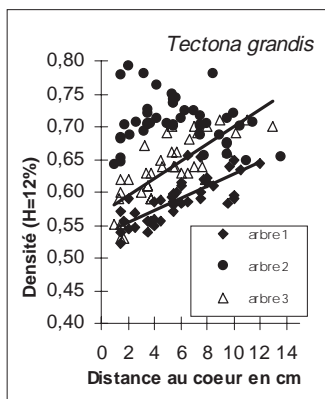


Figure 3. Evolution radiale de la densité et du module d'élasticité chez 3 Tecks (Côte d'Ivoire)

Figure 4. Evolution radiale de la densité et du module d'élasticité chez 3 Gmelinas (Côte d'Ivoire)

Figure 5. Evolution radiale de la densité et du module d'élasticité chez 3 *Pinus kesiya* (Madagascar)

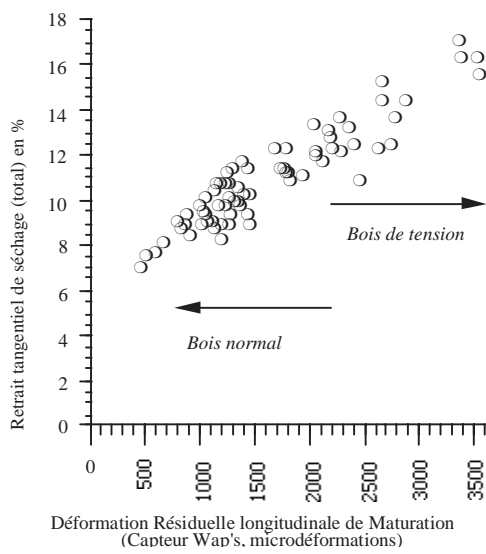


Figure 6. Evolution du retrait tangentiel du bois normal au bois de tension chez un clone d'Eucalyptus congolais

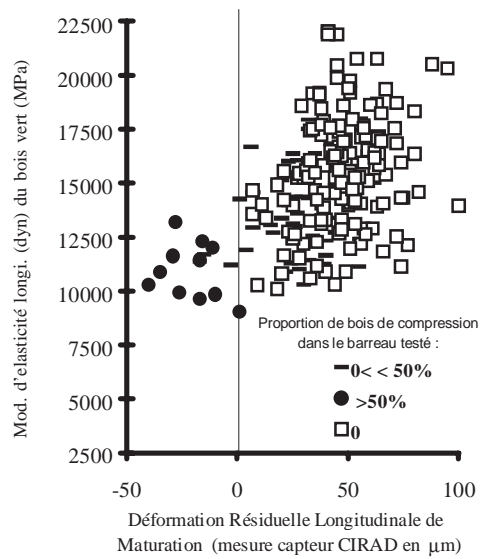


Figure 7. Evolution du module d'élasticité et des DRLM du bois normal au bois de compression chez *Pinus kesiya* (Madagascar), Baillères et al., 1996.

Résumés des mémoires volontaires

(les résumés ci-après sont aussi publiés en anglais, espagnol et turc)

CROISSANCE EN PLANTATION DE QUELQUES ESSENCES LIGNEUSES DU NORD DE LA CÔTE D'IVOIRE

Dominique Louppe¹ et N'Klo Ouattara²

De nombreuses essences locales de la zone soudano-guinéenne sont, malgré leur intérêt certain, mal connues des forestiers de terrain. La station de Korhogo (Nord Côte d'Ivoire) de recherches forestières du Département Foresterie de l'Institut des Forêts (IDEFOR-DFO) a entrepris, depuis 1990, d'installer en collection sur de grandes parcelles plus de soixante espèces autochtones.

Les résultats à cinq ans et demi de l'arboretum planté en 1990 sont présentés dans le présent article.

Les auteurs présentent également quelques réflexions sur la sylviculture à appliquer à quelques-unes de ces espèces.

Mots clés: Côte d'Ivoire, climat soudano-guinéen, *Acacia polyacantha*, *Acacia sieberana*, *Azelia africana*, *Albizia zygia*, *Anogeissus leiocarpus*, *Blighia sapida*, *Ceiba pentandra*, *Cola cordifolia*, *Daniellia oliveri*, *Pterocarpus erinaceus*, *Tamarindus indica*, *Terminalia glaucescens*.

¹ CIRAD-Forêt/IDEFOR-DFO, 08 BP 33, Abidjan 08, Côte d'Ivoire

² IDEFOR-DFO, BP 947, Korhogo, Côte d'Ivoire

LES PLANTATIONS FORESTIERES ET L'AMENAGEMENT FORESTIER DURABLE EN AFRIQUE OCCIDENTALE: L'EXEMPLE DU GHANA

R.E. Ofoe Chachu¹

Les besoins actuels du Ghana en bois sont de 16 400 000 m³ par an. On estime que ce volume doit atteindre 28 800 000 m³ en 2020 et 52 500 000 m³ en 2050. La population du Ghana, qu'on s'accorde à estimer actuellement à 17 millions d'individus, devrait en compter 30 millions en 2020 et 60 millions en 2050. La consommation de bois de feu du Ghana devrait augmenter proportionnellement à la population. En revanche, la demande en bois de la part de l'industrie se verrait réduite grâce aux méthodes de transformation à venir. Il faudrait éviter, dans le développement de plantations forestières au Ghana et en Afrique de l'Ouest en général, le défrichage dans les écosystèmes de forêts naturelles et concentrer les plantations dans les zones de savane du pays. Il faut accorder un soutien financier adapté et durable passant par des redevances pour les plantations et des fonds de dotation, des subventions et des prêts concessionnels et enfin encourager l'engagement de nombreux participants.

¹ Forestry Department, Accra, Ghana

REMISE EN ETAT DES MARECAGES BOISES SUR LES TERRES AGRICOLES PEU PRODUCTIVES: OBJECTIFS, STRATEGIES ET TECHNIQUES

John A. Stanturf¹, Callie Jo Schweitzer², Emile S. Gardiner³ et James P. Shepard⁴

La remise en état des forêts de feuillus des plaines alluviales sur les terres agricoles peu productives dans la vallée inférieure du Mississippi dans le sud des Etats-Unis est entreprise sur une grande échelle, avec l'appui de divers programmes publics et privés. Le boisement dans la région s'appuie sur des essences indigènes, installées principalement dans des plantations monospécifiques. Le choix des espèces sur un site est fonction des objectifs du propriétaire, de la tolérance de l'espèce aux inondations, et des sols. Les stratégies adoptées actuellement par les programmes publics sur les terres aussi bien publiques que privées favorisent la plantation d'espèces à bois tendre de *Quercus* et de *Carya* en raison de leur valeur pour la faune sauvage. L'espacement est large pour permettre l'invasion naturelle par d'autres espèces. On compte sur la dispersion par le vent et l'eau pour l'établissement d'espèces à graines légères de *Liquidambar*, *Fraxinus*, *Ulmus* et *Platanus*. Cette stratégie peut être décrite comme extensive et à faible coût. Toutefois, l'on se demande de plus en plus si des stratégies plus intensives ne pourraient pas modifier plus rapidement le paysage et si elle convient pour un propriétaire dont les objectifs comprennent la production de bois d'oeuvre

¹ Chef de projet, Center for Bottomland Hardwood Research, USDA Forest Service, P.O. Box 227, Stoneville, MS 38776

² Ecologiste, Center for Bottomland Hardwood Research, USDA Forest Service, P.O. Box 227, Stoneville, MS 38776

³ Ecophysiologiste, Center for Bottomland Hardwood Research, USDA Forest Service, P.O. Box 227, Stoneville, MS 38776

⁴ Directeur du Programme pour les terres marécageuses, National Council of the Pulp and Paper Industry for Air and Stream Improvement, Gainesville, FL.

AMELIORATION DE L'ENRACINEMENT DE BOUTURES DE *POPULUS X DELTOIDES* CV. HARVARD

J. Bustamante et R.I. Arreghini¹

L'objectif de ce travail est d'augmenter le taux d'enracinement des boutures de *Populus x deltoides* cv. Harvard.

On est parti de l'hypothèse que le mauvais enracinement serait dû à la déshydratation des boutures ou bien à leur bourgeonnement précoce avant que leur système racinaire ne se soit développé correctement.

On a prélevé des boutures ligneuses âgées d'un an qu'on a divisées en trois groupes. Le premier n'a subi aucun traitement. Les extrémités apicales des boutures du deuxième ont été paraffinées par immersion dans de la paraffine liquide. Les boutures du troisième groupe ont eu leurs deux extrémités paraffinées avec la même méthode.

On a ensuite placé les boutures dans des récipients individuels. La moitié de ces récipients contenait un substrat mélangé à un hydrogel, de manière à augmenter la faculté de rétention d'eau, et l'autre moitié le même substrat mais sans le supplément d'hydrogel.

Les résultats obtenus montrent, après analyse des données, que l'addition de gel au substrat a permis une augmentation du nombre de boutures enracinées. En revanche, le traitement par la paraffine, que ce soit sur une seule extrémité des boutures ou sur les deux, n'a pas eu d'effet sur l'enracinement.

¹ Ingénieurs Agronomes, Instituto Forestal - Facultad de Ciencias Agrarias - Universidad Nacional de Cuyo Almirante Brown 500 (5505)- Chacras de Coria. Mendoza. Argentine
Tél/Fax: 960469. E-mail: coop-fca@planet.losandes.com

DYNAMIQUE DES PEUPELEMENTS JEUNES DE REGENERATION NATURELLE DE *PINUS ELLIOTTII* ENGELM. DANS LA ZONE SUBTROPICALE HUMIDE ARGENTINE

Daniel A. Cabrelli¹, Silvia Rebottaro² et Claudio E. Winckler³

On a étudié ici la dynamique de la régénération naturelle de l'espèce exotique *Pinus elliottii* Engelm. à l'état de gaule, dans la région nord-ouest de l'Argentine. Les études ont été menées dans deux cadres micro-environnementaux: a) la régénération naturelle faisant suite à une coupe rase et b) la régénération naturelle sous couvert. En outre, on a étudié une plantation traditionnelle, afin de la comparer avec la régénération. Pendant 18 mois, on a réalisé des mesures trimestrielles de diamètre et de hauteur. On a également enregistré la mortalité et le recrutement des plantes.

Voici les résultats les plus importants:

- a) La régénération naturelle faisant suite à une coupe rase a présenté au départ une densité en gaules de beaucoup supérieure à celle présentée par la régénération sous couvert (162 800 et 91 000 pl/ha respectivement). La mortalité annuelle a été de 88% pour la régénération sous couvert tandis que la régénération naturelle faisant suite à une coupe rase a conservé sa densité
- b) Structurellement, la régénération naturelle faisant suite à une coupe rase a présenté une plus grande variabilité quant aux dimensions (9-55 cm de haut) par rapport à la régénération sous couvert (11-31 cm) et à la plantation traditionnelle (13-35 cm).
- c) La plantation traditionnelle a présenté un plus fort taux d'augmentation individuel moyen par an, en ce qui concerne les variables de diamètre et de volume, les variations de la croissance en hauteur n'étant par contre pas significatives par rapport à la régénération naturelle faisant suite à une coupe rase. La croissance de la régénération sous couvert fut en revanche extrêmement faible par rapport aux deux autres peuplements.
- d) La régénération naturelle faisant suite à une coupe rase a présenté une forte association entre les dimensions initiales des plantes et leur croissance postérieure ($r = 0,87$). Dans le cas de la plantation traditionnelle, cette association a été très faible ($r = 0,26$).
- e) Dans les sous-peuplements de plantes résiduelles de la régénération naturelle faisant suite à une coupe rase, la croissance a été très nettement supérieure par rapport à la plantation traditionnelle.

Les points d) et e) auront des implications sylvicoles dans l'application d'éclaircies précommerciales de la régénération.

Mots clés: *Pinus elliottii*, zone subtropicale humide d'Argentine, régénération naturelle, gaules, dynamique de peuplement.

¹ Ing.Agr., Msc, Professor Adjunto Cátedra de Dasonomía (FAUBA)

² Ing.Agr., Msc, Jefe de Trabajos Prácticos, Cátedra de Dasonomía (FAUBA)

³ Ing.Agr., Jefe de Trabajos Prácticos, Cátedra de Dasonomía (FAUBA)

Avda. San Martín 4453 (1417) Buenos Aires, Argentina. Grupo de Regeneración Natural de Pinos Subtropicales (GRNPS), Cátedra de Dasonomía, Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires.

E-mail: dcabrell@dascab.agro.uba.ar

PRODUCTION DE GRAINES ET DE LITIÈRE DANS UN PEUPEMENT MUR DE *PSEUDOTSUGA MENZIESII* (DOUGLAS-FIR) DU SUD-OUEST D'ARGENTINE

Caccia, Fernando¹

Une production adéquate de graines viables, des conditions d'environnement favorables pour la germination des graines et l'établissement de semis naturels sont des préalables incontournables pour la régénération de nombreux peuplements. La litière peut avoir localement un rôle dans la germination des graines et l'établissement de semis naturels. Dans le but d'identifier les facteurs clés possibles et les processus déterminant la régénération naturelle du douglas fir dans le sous étage, les quantités de graines et de matériaux devant constituer la litière tombant sur le sol ont été quantifiées sous deux intensités de couvert forestier dans un peuplement adulte équienne.

La première année de l'étude, ces quantités ont été notées en automne pendant dix jours et pendant quarante cinq jours durant la seconde. La production de graines a été plus importante durant les deux années pour les zones où le couvert était le moins fermé mais des différences significatives n'ont pu être trouvées que la seconde année. Pendant les deux années, la chute de matériaux pour la litière a été significativement plus importante dans les zones à couvert faible. Une étude précédente a montré que, même avec une production de graines plus importante, la densité de semis naturels est significativement moindre dans les zones à couvert faible. Des données supplémentaires, jointes aux précédentes, concernant l'épaisseur de la litière et le stock de graines au printemps font penser que la litière peut inhiber la germination des graines et/ou l'établissement de semis naturels dans la zone où le couvert forestier est le moindre. Les différences relevées entre la production de graines (en automne) et le stock de graines (au printemps) soulignent l'importance du rôle que les prédateurs peuvent jouer dans l'établissement de semis naturels.

Mots clés: *Pseudotsuga menziesii*, régénération naturelle, production de graines, production de litière.

¹ Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires (UBA), Cátedra de Dasonomía. Av. San Martín 4453-1417 - Buenos Aires - Argentina, e-mail: fcaccia@dasono.agro.uba.ar

SUBSTITUTION DU BROMURE DE METHYLE DANS LA PREVENTION CONTRE LES MALADIES DANS LES PEPINIERS FORESTIERES*

María Isabel Salerno et Jorge Eloy Giménez¹

La réussite de la production forestière dans les pépinières dépend de nombreux facteurs qui agissent entre eux. La qualité des plants est reflétée par la croissance ultérieure des arbres et la productivité de la forêt. Par conséquent, le système de production doit veiller à produire des plants sains et bien développés. La stérilisation des sols par le bromure de méthyle est une des méthodes classiques de lutte contre les micro-organismes pathogènes et les mauvaises herbes. Ce fumigant est efficace mais pose toute une série d'inconvénients: il altère la microflore utile (en particulier les mycorhizes), il est onéreux et il est toxique pour les animaux et les personnes et, enfin, il peut contribuer à l'appauvrissement de l'ozone de la stratosphère. On propose ici une approche intégrée de lutte contre les maladies visant à protéger l'environnement et à préserver la santé humaine en limitant le recours au bromure de méthyle.

¹ Centro de Investigaciones de Suelos y Aguas de Uso Agropecuario (CISAUA), Calle 3 No. 584, 1900 La Plata, Argentine

* Projet de coopération franco-argentin. Coordinateur: Dr Robert Perrin, INRA, Dijon (France), président du groupe de travail 2.06 de l'Union internationale des instituts de recherches forestières (IUFRO).



TOLERANCE AU STRESS HYDRIQUE DES JEUNES PLANTS PROVENANT DE CLONES D'EUCALYPTUS

Lemcoff, J.H.¹; Garau, A.; Guarnaschelli, A.; Prystupa, P. et Bascialli, M.

La variation entre provenances et au sein d'une même provenance par rapport au stress hydrique a été examinée pour cinq clones d'*E. camaldulensis* Dehn et d'un clone d'*E. tereticornis* Sm. On a étudié leur comportement après un cycle de sécheresse, en évaluant les paramètres relatifs à l'eau dans les tissus et l'expansion de la surface foliaire, qui est considérée comme la caractéristique d'un plant le plus sensible au stress. La surface foliaire a été réduite dans tous les clones. Le potentiel osmotique en pleine turgescence a sensiblement diminué dans les clones 106, 109 et 107. Le stress hydrique a augmenté le module d'élasticité des parois cellulaires dans tous les cas. L'accroissement a atténué l'effet de l'ajustement osmotique et pourrait expliquer la faible association entre l'ajustement osmotique et l'expansion de la surface foliaire.

Mots clés: Eucalyptus, variation entre provenances, tolérance au stress hydrique, ajustement osmotique, élasticité des parois cellulaires

¹ Maître de conférences (PhD en écologie). Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires, Av. San Martín 4453 (1417), Buenos Aires, Argentine. Courrier électronique: lemcoff@ifeva.edu.ar

UN CAS EN FAVEUR DU REBOISEMENT AVEC DES ESPECES INDIGENES, A LA TRINITE, PETITES ANTILLES

Floyd M. Homer¹

A la Trinité, les efforts de reboisement ont généralement été insuffisants et centrés sur des espèces exotiques. Dans la Réserve forestière de Melajo en particulier, ils ont continué, en partie grâce aux efforts de Bell en 1969. Certaines de ces espèces, par exemple *Pinus caribaea*, bien que ne convenant pas écologiquement, ont été amplement utilisées en sols sablonneux après que des feux ou l'exploitation aient abîmé la végétation originale. L'on s'est peu préoccupé de conduire des recherches de base sur le potentiel de la régénération naturelle pour la production future de bois d'oeuvre. Les objectifs de cette étude ont été (a) d'identifier et de noter l'abondance d'espèces importantes du point de vue commercial, produisant du bois d'oeuvre et se régénérant naturellement; et (b) de suggérer une stratégie d'aménagement appropriée. La recherche sur le terrain s'est réalisée au cours de quatre années consécutives, dans la Réserve forestière de Melajo située dans le nord-est de la Trinité, là où en 1987 un feu a dévasté une forêt de mora (*Mora excelsa*) arrivés à maturité. Plusieurs espèces d'importance commerciale se sont régénérées abondamment, en particulier *Byrsonima spicata*, *Mora excelsa*, *Sterculia caribaea* et *Terminalia amazonia*. Ces espèces devraient être considérées comme des alternatives naturelles pour le reboisement à Melajo.

Mots clés: reboisement, mora, Trinité, espèces de bois d'oeuvre, régénération.

¹ Vega De Oropouche, Via Sangre Grande, Trinité-Tobago, Petites Antilles

ETUDE DE LA DEGRADATION DU SOL DANS LES PEUPLERAIES ET TECHNIQUES VISANT A MAINTENIR ET A ACCROITRE LA FERTILITE DE LEUR SOL EN CHINE

Sun Cuiling¹, Zhu Zhanxue² et Guo Yuwen³

Les effets des peupleraies monospécifiques durant une et deux révolutions et des peupliers cultivés dans des plantations mixtes de peupliers associés à des robiniers faux acacia (*Robinia pseudoacacia* L.), des argousiers (*Hippophae rhamnoides* L.) et des faux indigos (*Amorpha fruticosa* L.), sur les nutriments du sol, les microbes présents dans le sol et les activités des enzymes dans le sol, ont été étudiés sur la base de données provenant de 48 placettes d'échantillonnage dans les provinces de Shandong, Liaoning, Henan et Hebei et à Beijing. Les résultats ont montré que 1) dans les plantations monospécifiques, les nutriments du sol ont tendance à diminuer; 2) les nutriments du sol et la croissance de la forêt durant la deuxième révolution ont été évidemment réduits par rapport à ceux de la première révolution; 3) les peupleraies mixtes pourraient augmenter la fertilité du sol et constituent un moyen efficace d'éviter la dégradation des sols.

Mots clés: Peuplier, dégradation du sol, forêt mixte

¹ Professeur, Ecological and Environmental Research Institute of Forestry, CAF, Beijing, Chine 100091

² Docteur, Dept. Of Forest Resources University of New Brunswick, P.O. Box 44555, Fredericton NB, Canada

³ Ingénieur, Ecological and Environmental Research Institute of forestry, CAF, Beijing, Chine 100091

PRODUCTION DE BOIS DE TECK DANS LES PLANTATIONS SOUS AMENAGEMENT INTENSIF DANS LES PAYS TROPICAUX

K.M. Bhat et E.P. Indira¹

La possibilité de produire du bois de teck dans les plantations sous aménagement intensif a été examinée relativement à la qualité du bois. Les données actuellement disponibles sur les effets des pratiques intensives sont loin de suffire pour un aménagement à fort apport d'intrants. Néanmoins, elles offrent la possibilité d'un aménagement intensif pour la production de bois d'oeuvre acceptable sur le marché. Il est justifié d'approfondir la recherche sur les effets de l'espacement large et l'éclaircie, la fertilisation, l'irrigation, les révolutions plus courtes, la lutte contre la défoliation par les insectes et manipulation génétique. L'exploitabilité mécanique du bois à l'âge de 21 ans montrée dans des plantations laisse penser que les révolutions peuvent être réduites à cet âge si d'autres besoins de récolte ne sont pas critiques. Les seuls problèmes prévus concernent la transformation et l'utilisation du bois de coeur et des produits d'extraction, et un rendement plus faible en bois de sciage et de placage (dû à des contraintes de croissance dans les grumes à diamètre plus petit et à une plus forte proportion de noeuds). En fait, il y a des possibilités d'amélioration génétique des propriétés fondamentales telles que la densité relative en exploitant la variation d'un arbre à l'autre au sein de la provenance et non la variation entre les provenances locales d'une même région. Toutefois, l'on est averti que la sélection de la densité relative seule dans l'amélioration génétique de la qualité du bois d'oeuvre sera trompeuse en raison de ses rapports incompatibles avec les propriétés mécaniques. Un programme de recherche coopératif et intégré au niveau international est recommandé dans les pays producteurs de teck pour réduire au minimum le défilement, la fréquence des noeuds et les cannelures et renforcer la durabilité naturelle pour répondre aux spécifications relatives à la qualité et aux grumes pour des utilisations du bois plein et le bois de placage.

Mots clés: *Tectona grandis* L., ligniculture, sélection de clones et de provenances, héritabilité, gain génétique, propriétés du bois

¹ Divisions of Wood Science and Genetics, Kerala Forest Research Institute, Peechi 680 653, Thrissur Dist. Kerala, Inde

L'EFFET MODERATEUR DES PEUPELEMENTS FORESTIERS SUR LES FLUCTUATIONS DE TEMPERATURE DU SOL EN FONCTION DE L'ACCUMULATION DE LITIÈRE DANS DES PEUPELEMENTS D'*ACACIA AURICULIFORMIS* A PONDICHERY (INDE)

C. Buvaneswaran, R. Jambulingam et K.T. Parthiban¹

Le microclimat du sol joue un rôle important dans la croissance et le développement des plantes et par conséquent dans la nature et la composition de la végétation. Les modifications qui interviennent dans les types de végétation affectent à leur tour dans une large mesure, et entre autres facteurs, le microclimat du sol par l'accumulation des déchets produits et absorbés dans le sol. Ces aspects sont néanmoins souvent négligés dans les études portant sur les effets écologiques du boisement sur le microclimat des sols. La présente étude s'intéresse aux interactions entre l'accumulation de litière et la température du sol à Auroville, dans la région de Pondichéry, à la fois dans des peuplements mélangés et dans des peuplements purs d'*Acacia auriculiformis* et vise à une meilleure compréhension des effets que peuvent avoir les changements de végétation sur les microclimats des peuplements forestiers. On a relevé dans les peuplements purs d'*Acacia auriculiformis*, dont la production de litière est plus importante (14,0 tonnes par hectare et par an) et le taux de décomposition de celle-ci plus faible ($K=1,62$), de moindres variations quotidiennes de la température du sol, si on les compare à des peuplements d'autres espèces mélangées, que ce soit à une profondeur de 5 centimètres (1,3°C) ou de 10 centimètres (1,2°C). Par conséquent, le rôle joué par des espèces pionnières telles que l'*Acacia auriculiformis* dans l'importante accumulation de litière pourrait se révéler être un facteur crucial là où le rôle de protection des arbres constitue un objectif primordial.

Mots clés: peuplement forestier, température du sol, accumulation de litière, *Acacia auriculiformis*.

¹ Forest College and Research Institute , Tamil Nadu Agricultural University, Mettupalayam - 641 301, Inde

PRINCIPAUX PROBLEMES DES PLANTATIONS FORESTIERES TROPICALES

Devendra Pandey¹

Les plantations forestières tropicales constituent une des principales stratégies pour stopper le processus de déforestation de la forêt tropicale et répondre à la demande future de bois. Le développement des plantations forestières dans les pays tropicaux s'est accéléré à la fin des années 70 quand les avantages sociaux découlant des plantations forestières se sont renforcés et que de projets de foresterie communautaire et sociale ont été lancés dans un certain nombre de pays.

Depuis, la superficie des plantations s'est multiplié maintes fois. Néanmoins, un doute subsiste sur la superficie réelle des plantations et sur le volume produit aux niveaux mondial, régional et national. Cela s'explique par le fait que la majorité des pays ne surveillent pas leurs plantations et ne tiennent pas bien leurs registres. A quelques exceptions près, une attention insuffisante a été accordée à l'aspect technique et à la planification du développement des plantations, ce qui explique que la plupart des plantations affichent des rendements faibles par rapport à leur capacité de production.

On observe un manque de données sur la croissance et le rendement des plantations. Afin d'exploiter au mieux tout le potentiel des plantations forestières tropicales et leur développement durable, il est essentiel que les principaux problèmes suivants soient examinés en priorité: politiques d'utilisation des terres et de boisement, planification intégrée, adaptation des espèces aux sites, contrôle de la qualité du matériel végétal, études de la croissance et des rendements, traitements culturaux et surveillance des plantations et mise à jour des banques de données sur les plantations.

Mots clés: Principaux problèmes, incertitude, traitements culturaux, surveillance, politiques, planification intégrée, adaptation des espèces aux sites, productivité, matériel végétal, banque de données

¹ Directeur, Forest Education Government of India, Ministry of Environment and Forest, New Forest, Dehradun - 248006, Inde; télécopie: +91 135 626168

INFORMATION SUR LES PLANTATIONS FORESTIERES INDUSTRIELLES - POLITIQUES ET PROGRES ACCOMPLIS EN INDONESIE

Herry Rousyikin¹

En Indonésie, le secteur forestier est très important du point de vue des recettes en devises, de l'offre d'emplois et des débouchés commerciaux, ainsi que de la contribution au produit intérieur brut. Le rôle des plantations forestières comme complément de la production de la forêt naturelle est essentiel pour la production durable de bois d'oeuvre et dans des buts de conservation. Afin d'augmenter la production durable de bois d'oeuvre pour répondre à la demande de matière première pour l'industrie, le logement, le combustible, etc., des plantations forestières de grande échelle sont nécessaires.

Le document contient des informations sur le développement des plantations forestières en Indonésie. En général, de bons résultats ont été obtenus; le développement de ces plantations a permis de donner du travail aux ruraux, de diminuer les pressions sur les forêts naturelles et de créer des emplois et des débouchés commerciaux. Il constitue un des moyens de conserver les ressources forestières et d'améliorer les fonctions et les avantages de la forêt.

Mots clés: Reboisement, reverdissement, domaine forestier, production durable

¹ Chef, Reforestation and Land Rehabilitation, Forestry Regional Office of Moluccas Province, Jalan Kebun Cengkeh - Ambon 97128, Indonésie Tél.: + 62 911 52602 Télécopie: + 62 911 51426

PRODUCTION DE MATERIEL DE REPRODUCTION DE DIPTEROCARPACEES EN MALAISIE

H. Aminah¹

Les types de forêts à diptérocarpacées riches en espèces constituent 88,9 % de la forêt ombrophile en Malaisie. Ces espèces figurent parmi les essences les plus importantes au plan commercial en Asie du Sud-Est, mais la fourniture de semences de diptérocarpacées est irrégulière et leur viabilité est brève. Les graines sont incapables de résister au dessèchement, ce qui rend difficile leur stockage prolongé par des méthodes conventionnelles. La pépinière du Forest Research Institute of Malaysia (FRIM) a mis au point avec succès des techniques de multiplication pour la production de matériel de reproduction des espèces. Les techniques adoptées comprennent la multiplication par semences ou sauvageons et la multiplication végétative par boutures de tiges. Le succès de l'enracinement des boutures de tiges à partir de matériels jeunes est une aubaine pour la foresterie de la Malaisie. Le document décrit les méthodes de multiplication et de manipulation des diptérocarpacées dans la pépinière jusqu'à ce qu'ils atteignent la hauteur voulue pour être replantés.

Mots clés: Diptérocarpacées, plans, boutures de tiges, techniques de pépinière

¹ Chercheur principal, Forest Research Institute Malaysia (FRIM), Kepong 52109 Kuala Lumpur, Malaisie.



CRITERES POUR UNE STRUCTURE OPTIMALE DE PEUPEMENTS DE CHENES (*QUERCUS CONFERTA KIT*) EN BULGARIE

Grud Popov, Emilia Velizarova et Dimitar Dikov¹

Le présent exposé analyse l'importance d'identifier des critères fiables relatifs à la structure optimale et à la dynamique dans le développement de peuplements de chênes. Le choix a porté sur *Quercus conferta Kit*, comme exemplaire représentatif des forêts de chênes en Bulgarie.

Le critère a été la hauteur des arbres du peuplement. Une importante corrélation a été trouvée entre d'une part la hauteur des arbres et, de l'autre, certaines caractéristiques du peuplement, à savoir le nombre d'arbres par hectare, la distance entre les arbres, le diamètre, la hauteur du couvert et le diamètre du couvert.

Mots clés: Foresterie, peuplements de chênes, structure optimale et développement

¹ Forest Research Institute, Bulgarian Academy of Sciences, Sofia, Bulgarie

LA PRODUCTION HORS-SOL DE PLANTS FORESTIERS MEDITERRANEENS EXEMPLE: LE CEDRE DE L'ATLAS

C. Argillier¹, G. Falconnet², D. Mousain³ et J. M. Guehl⁴

Cette communication présente les résultats expérimentaux de l'influence sur la croissance de plants du choix du type de récipient, du substrat, de la nutrition et de la mycorhization contrôlée. Les résultats démontrent la nécessité d'utiliser des récipients permettant d'éviter l'enracinement en vrille et d'un volume d'au moins 400 cm³.

Le substrat joue un rôle important dans le développement des racines et la physiologie des jeunes plants. L'on produit maintenant de jeunes plants de haute qualité dans un mélange constitué de 50 pour cent de tourbe à longues fibres et 50 pour cent d'écorce de pin compostée. Afin d'assurer le développement de ces plants, il est essentiel de leur fournir des éléments minéraux. Ceci peut se faire par des arrosages hebdomadaires avec une solution nutritive, complétés par un engrais incorporé dans le substrat pendant sa préparation. En ce qui concerne la mycorhization contrôlée, les premiers résultats montrent que le succès de l'inoculation dépend fortement du type d'inoculation: ce n'est que l'inoculation de spores de *Tuber albidum* qui a produit de jeunes plants mycorhizés.

¹ CEMAGREF, Division Forêt méditerranéenne, Le Tholonet, BP 31, 13612 Aix en Provence

² ENGREF, Unité Sylviculture et Reboisement, 14 rue Girardet, 54042 Nancy Cédex

³ INRA, Laboratoire de Recherche sur les Symbiotes des Racines, 9 place Viala, 34000 Montpellier

⁴ INRA, Laboratoire de Bioclimatologie et d'Ecophysiologie, 54280 Seichamps

CRITERES POUR LA CARACTERISATION HYDROLOGIQUE ET PEDOLOGIQUE DES TRAVAUX DE PREPARATION DU SOL AU REBOISEMENT

J. A. Fernández¹, V. Gómez² et M. Roldán³

La récente apparition de machines et de matériel agricoles spécialement conçus pour les travaux de préparation du sol au reboisement pose du point de vue technique la nécessité d'établir une méthodologie permettant de déterminer les caractéristiques des travaux à effectuer avec chaque type d'outil afin de pouvoir choisir, à l'aide de critères objectifs, l'outil le plus approprié dans chaque cas. Cette caractérisation est tout particulièrement importante dans le cadre de travaux de reboisement dans les zones au climat méditerranéen, où se concentre habituellement un ensemble de caractéristiques climatologiques, physiographiques, pédologiques et de couvert forestier, qui rend particulièrement difficile le rétablissement de la végétation.

Parmi les facteurs climatologiques, deux aspects sont à souligner de part leur importance dans la conception, l'étendue et l'exécution des travaux de préparation du sol au reboisement. D'une part, une très forte sécheresse estivale qui peut compromettre le succès de la plantation, surtout pendant les premières années, quand la plante est plus vulnérable. De l'autre, l'apparition fréquente d'épisodes pluvieux de très forte intensité, qui peuvent provoquer de très importants phénomènes d'érosion et désagréger et déplacer plus de sol que des pluies normales au cours de plusieurs années.

Dans cette étude, on a défini des paramètres et les techniques de mesure qui s'y rapportent afin de caractériser les effets hydrologiques et pédologiques de ces travaux. On a suivi les étapes suivantes:

- 1) Définir les effets hydrologiques et pédologiques provoqués par les travaux de préparation du sol au reboisement.
- 2) Établir les paramètres permettant l'évaluation de ces effets.
- 3) Établir les méthodes de mesure des paramètres.

Mots clés: préparation du sol au reboisement, régulation de l'écoulement, contrôle de l'érosion.

¹ Professeur d'Hydrologie Forestière, Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Forestal (Universidad Politécnica de Madrid), Ciudad Universitaria s.n. 28040, Madrid, Espagne

² Professeur d'Ecologie Forestière, Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Forestal (Universidad Politécnica de Madrid), Ciudad Universitaria s.n. 28040, Madrid, Espagne

³ Professeur d'Hydrologie Forestière, Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Forestal (Universidad Politécnica de Madrid), Ciudad Universitaria s.n. 28040, Madrid, Espagne

PLANIFICATION DE LA GESTION DE PLANTATIONS INDUSTRIELLES EN TANZANIE - PRINCIPES ET INITIATIVES

Arnold J. Ahlbäck¹

Les plantations industrielles en Tanzanie consistent essentiellement en conifères. Elles se répartissent en un certain nombre de projets forestiers disséminés dans tout le pays. Le fait qu'elles ont été établies en un temps beaucoup plus court que la rotation idéale, et que les superficies plantées annuellement sont de taille variable cause des irrégularités dans l'approvisionnement en bois (coupes potentielles ou permises). Il sera donc nécessaire de le stabiliser. En outre les capacités de transformation du bois tiré des plantations sont limitées par rapport à la moyenne des approvisionnements et la plupart des peuplements de conifères existants feront l'objet d'une coupe rase bien après l'époque prévue par une rotation idéale.

Au lieu de planifier l'exploitation en fonction seulement d'une rotation théorique, il faudra établir l'âge de la coupe rase pour chaque peuplement. La coupe d'éclaircie permettrait à ces peuplements d'atteindre l'âge établi et la première coupe notamment devrait se faire au moment prévu, indépendamment des capacités de transformation, du marché et des routes d'accès. La planification sylvicole devrait normalement tenir compte des besoins, des priorités et des ressources disponibles.

Les plans d'aménagement pour les projets de plantation industrielle antérieurs à 1981 se souciaient uniquement des besoins sylvicoles car l'exploitation venait à peine de commencer. Les plans de gestion pour 1981/82-1985/86 comprenaient des objectifs sylvicoles et d'exploitation mais s'occupaient davantage de l'enregistrement des résultats que de la planification. Le modèle introduit en 1985 (pour 1986/87-1990/91) se caractérise par un plan glissant (à renouveler chaque année) fondé sur les principes susmentionnés et une commercialisation dynamique.

Pendant les premières années de cette nouvelle approche de la planification, les directeurs de projet ont eu besoin d'un grand nombre de directives qui normalement ne leur étaient pas toutes fournies, ce qui a limité le succès de sa réalisation.

Mots clés: Tanzanie, conifères, coupe rase et d'éclaircie

¹ Forestier (Swedish National Board of Forestry, ASDI, ONU), Adalsvagen 27, S-56131 Huskvarna, Suède

LES POSSIBILITES ET LES BESOINS D'INVESTISSEMENTS DANS LES PLANTATIONS DE FORETS DANS LE MONDE ET EN TURQUIE

Nibat Gökyiğit¹ et Ali Sencer Birler²

Le manteau forestier joue un rôle essentiel dans le maintien de l'équilibre climatique de la planète. La croissance galopante de la population mondiale ainsi que le développement technologique représentent de réelles menaces pour les forêts. La demande mondiale en bois, qui va sans doute atteindre 5,6 milliards de mètres cubes en l'an 2020, ne pourra pas être satisfaite durablement en exploitant les actuelles forêts naturelles. Aussi, un plus grand soutien doit être apporté aux plantations industrielles d'essences à croissance rapide destinées à la production de bois, afin d'amenuiser l'écart entre l'offre et la demande et de réduire l'exploitation trop intense des forêts naturelles, dans le souci de leur préservation ainsi que de celle de la diversité biologique et de la qualité de l'environnement.

Mots clés: plantation, offre et demande, investissement.

¹ Vice-président, Fondation turque de lutte contre l'érosion des sols et pour le reboisement et la protection des habitats naturels (TEMA), Istanbul, Turquie

² Professeur agrégé en foresterie, directeur de l'Institut de recherche sur les peupliers et les arbres forestiers à croissance rapide, Izmit, Turquie

L'INCIDENCE DE LA TRANSPLANTATION SUR LA CROISSANCE DE PLANTS DE SAPINETTES D'ORIENT (*PICEA ORIENTALIS*) ET LES RESULTATS POSITIFS OBTENUS APRES TRANSPLANTATION

M. Genç et N. Bilir¹

La présente étude porte sur des peuplements de *Picea orientalis* (L.) Link. de pépinière âgés de 5+0 (plants témoins non transplantés), 2+3A (transplantés en automne), 2+2S (transplantés au printemps), 2½+2½ et 1½+2½ (transplantés au milieu de l'été) années. Les plants ont été cultivés dans une plantation de type "pépinière hors forêt", et les expériences en plantations ont été menées à "Kapuköy-Maçk", dans le nord de la Turquie. D'après les propriétés morphologiques principales, mesurées dans la pépinière, les plants repiqués âgés de 2½+2½ ans se sont révélés être les échantillons de meilleure qualité. Quoiqu'il en soit, les différences entre les autres plants ne se sont pas, d'une manière générale, révélées statistiquement significatives. Au vu du bilan de trois ans de survie et de croissance dans les plantations, les individus repiqués ont donné de meilleurs résultats que ceux qui ne l'avaient pas été. Ainsi, la plus forte croissance en hauteur a été observée chez les plants repiqués âgés de 2½+2½ ans, tandis que les différences entre les plants de 5+0, 2+3A et 2+3S ans et entre ceux de 2+3S et de 1½+2½ ans étaient négligeables. Par ailleurs, les crises de plantation ont duré deux ans pour tous les échantillons. Le traitement de transplantation et la saison de transplantation se sont donc révélés sans incidence sur le traumatisme consécutif à la plantation ou sur sa durée.

Mots clés: transplantation, saison de transplantation, propriétés morphologiques, plantation réussie, crise de plantation.

¹Section de sylviculture, Faculté de foresterie, Université technique de la Mer Noire, (Department of Silviculture Faculty of Forestry, Black Sea Technical University), 61080 Trébizonde. Turquie

ETUDES CONCERNANT LA MULTIPLICATION PAR BOUTURES DE CERTAINES ESSENCES LATIFOLIEES EN TURQUIE

Mustafa Kizmaz¹

Une expérience a été effectuée sur la multiplication de six essences forestières (chêne rouvre, chêne commun, chêne chevelu, chêne vélani, chêne de Hongrie et frêne du Caucase) en utilisant quatre niveaux de solution d'acide indolylbutyrique (0 %, 0,5 %, 1 % et 2 %) dans un mélange de sable et de perlite.

L'expérience avait pour but de tester le meilleur niveau de solution d'acide indolylbutyrique dans l'enracinement de chaque essence. Sur la base des résultats de la première expérience, une deuxième expérience a été menée sur huit essences (faux-acacia, chêne commun, platane d'Orient, frêne du Caucase, chêne de Hongrie, olivier de Bohême, érable à feuilles de frêne et liquidambar), trois milieux d'enracinement et le meilleur niveau d'auxine (0,5 % d'acide indolylbutyrique). Le document décrit dans le détail les résultats de cette expérience.

¹ Directeur du Research, Planning and Coordination Board, Ankara, Turquie

LES INCIDENCES DE DIFFERENTS MILIEUX DE CROISSANCE POUR LES PLANTS DE PINS NOIRS ET DE PINS ROUGES

Mehmet Sayman¹ et Halil Çolakoğlu²

En Turquie, les études de boisement augmentent chaque année. Il est nécessaire d'utiliser des plants de grande qualité qui ont une performance de croissance et une faculté d'adaptabilité sur les sites de boisement ayant des problèmes de climat et de milieu pour diminuer les coûts de boisement.

Sur ces sites, le succès escompté est obtenu par le biais de plants conteneurisés qui ont poussé avec des techniques de croissance modernes.

Dans les pépinières où les plants sont diffusés, le mélange de limon utilisé consiste en sol, sable et matériel organique tel que le compost. Toutefois, ces plants ne sont pas de norme adéquate en raison de quelques caractéristiques non favorables du milieu. Cela est la cause d'échecs dans les zones de boisement.

Pour notre étude, nous avons étudié 21 milieux de pins noirs (*Pinus nigra Arn.*) et 64 pour le pin rouge (*Pinus brutia Ten.*) préparés avec des mélanges différents afin d'obtenir un milieu favorable. Les caractéristiques physiques et chimiques des milieux ont été déterminées par analyse. Les plants du pin noir ont poussé dans des pots-plateaux, chacun ayant 200 cm³ de volume.

Les plants ont reçu des fertilisants et ont été irrigués selon des normes contrôlées. Les plants de pin noir et de pin rouge produits dans le milieu cité ci-dessous ont été définis comme appropriés aux sites de plantation et boisement en fonction de leurs caractéristiques morphologiques telles que hauteur, diamètre, tige, et poids des racines à la fin de la saison de croissance.

Les milieux qui ont été utilisés pour le pin noir consistent en substrats 100% tourbe Cameli, tourbe de sciures de pin Cameli (5:5), tourbe épaisse roseau (5:5), poussière volcanique tourbe Cameli (7:3), compost champignon-roseau buldan (5:5), compost champignon-roseau épais (5:5), compost champignon-sesame résiduel (7:3), compost champignon-tige de maïs (7:3) et compost champignon-sciures (7:3).

¹ İzmir Orman Toprak Laboratuvar Müdürlüğü Karşıyaka, İzmir, Turquie

² E.U. Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü Profesörü Bornova, İzmir, Turquie.

CHOIX D'ESPECES DE CONIFERES EXOTIQUES POUR LES PLANTATIONS INDUSTRIELLES EN TURQUIE

Korhan Tunçtaner¹

Des progrès considérables ont été accomplis concernant l'introduction d'espèces exotiques en Turquie au cours de la dernière décennie. Un grand nombre d'espèces et de provenances ont été mises à l'essai et des plantations industrielles ont été établies avec des espèces prometteuses dans les régions côtières de la Turquie. Les évaluations faites ces dernières années concernant les performances de croissance des espèces prometteuses ont montré que *P. pinaster* et *P. radiata* étaient les essences exotiques les plus appropriées pour la mise en place de plantations industrielles dans les régions de la mer de Marmara et de la mer Noire. L'essence indigène *P. brutia* devrait être considérée comme une espèce à croissance rapide pour les plantations dans les régions de la mer Egée et de la mer Méditerranée.

Mots clés: Espèces exotiques, introduction d'espèces, site d'essai, essai de provenances, performance de croissance

¹ Poplar and Fast Growing Forest Trees Research Institute, İzmit - Turquie

TECHNIQUES DE MECANISATION DANS LES PLANTATIONS INDUSTRIELLES

Taneri Zoralıođlu¹

Les foręts naturelles de la Turquie peuvent ętre conservęes et l'approvisionnement en bois peut ętre complętę par la fourniture de matięre premięre ę l'industrie provenant de plantations privęes. Ces plantations industrielles peuvent ętre ętablies ę l'aide de męthodes intensives sur des sols moyens ou profonds dont la pente ne dępasse pas 20%.

Le document contient des recommandations concernant les meilleures męthodes de dęfrichement pour la pręparation des sols et le dęsherbage pour diffęrents types de vęgętation, ainsi que des estimations des journęes de travail nęcessaires pour mener ę bien ces opęrations. Le point le plus important des techniques de pręparation des sols dęcrites est la conservation des eaux et l'utilisation de l'eau ę moindres frais pour la remise en ętat des terres arides et semi-arides.

¹ Plantation Mechanization Expert Poplar and Fast Growing Forest Trees Research Institute, P.O. Box 93, 41001. Tęlęcopie: 0090 262 335 08 85, Izmit - Turquie

CONTRIBUTION DE L'APPROCHE SYSTEMIQUE DANS L'AMENAGEMENT DU SYSTEME DE PRODUCTION EN PEPINIERE

M. Vukicevic¹

Le concept moderne proposé de gestion des opérations dans les systèmes de production en pépinières, lequel, du point de vue de la gestion des systèmes, appartient à la catégorie des systèmes ouverts, est à situer au niveau stratégique de la gestion des systèmes dynamiques et consiste en deux étapes. Les éléments essentiels nécessaires à la compréhension du concept de gestion des opérations sont présentés en prenant comme exemple la première année de production de plants âgés de deux ans de pin noir d'Autriche. La première phase, qui implique la préparation d'un plan annuel pour chaque espèce de plant, est présentée sous forme de plan de réseau. Cette phase détermine les ressources humaines et techniques requises, les quantités nécessaires par type de matériel, les coûts, etc. La deuxième phase, qui repose sur le plan de réseau, comprend la préparation de plans trimestriels suivant des unités de temps (semaines). Elle est présentée par une transplantation. Cette phase permet la suppression de perturbations, notamment d'anomalies dans les paramètres dues à des conditions microclimatiques variables, par contrôle en boucle ouverte, analyse des ressources limitées dans le temps, stratégie optimale de gestion de l'approvisionnement en matériel, analyse active de la variation du coût direct résultant des ressources mises en oeuvre ou d'un changement de méthode ou de travail, etc. Le concept de gestion des opérations présenté dans les systèmes de production en pépinières repose sur les principes de la théorie systémique adaptée aux spécificités de la production de plants en pépinière, c'est-à-dire sur un travail sur un matériau vivant, dans des zones de culture ouvertes et extensives, avec une diversité d'assortiment et de production de plants d'arbres d'essences, de caractéristiques, d'âges et d'usage différents.

Mots clés: production en pépinière, système d'aménagement ouvert, contrôle en boucle ouverte, planification en réseau, plant repiqué, coûts directs.

¹Faculté de Sylviculture, Université de Belgrade, Kneza Vi eslava 1, 11030 Belgrade, Yougoslavie

COMPARAISON DES DIFFERENTES METHODES DE SEMIS DE GRAINES D'ESPECES DE CHENES POUR LE REBOISEMENT DES CHENAIES EN IRAN

Mohammad Fattahi¹

En Iran, les chênaies sont situées dans une région au climat semi-aride, où le déficit hydrique durant la période végétative est un des facteurs importants pour le reboisement de ces forêts. L'objet de ce projet de recherche est la comparaison de 4 méthodes de semis direct (trou habituel, trou en bol, sillon, banquette) pour 3 espèces de chêne (*Quercus libani*, *Q. Persica*, *Q. infectoria*). Les résultats montrent que:

1. Il y a une différence sensible entre les méthodes et les espèces au niveau de 1 % et pour le trou en bol et le trou habituel, et *Quercus libani* et *Q. persica* donnent le meilleur résultat.
2. La survie moyenne des plants a été de 47,7 % à la fin de la première période végétative, réduite à 22,4 % après cinq ans.
3. La germination moyenne maximale a été de 71,4 % et la période de germination a duré un mois et demi après les pluies de printemps.
4. Le ratio tige/racine à la fin des périodes végétatives s'établissait entre 1/5 et 1/12.
5. Avec la méthode de semis en banquette, qui est coûteuse, le taux de survie est plus faible et les dommages causés par la faune sont plus importants.

Mots clés: Semis direct, chêne (*Quercus*), survie des plants, méthodes différentes, activité humaine

¹ Research Institute of Forests and Rangelands of Iran, P.O. Box 13185-116, Téhéran, Iran

CONTROLE DU DEVELOPPEMENT D'ARBUSTES DE PLANTATION FORESTIERE DANS LES PEPINIERS PAR DES RETARDATEURS DE CROISSANCE

Nir Atzmon¹, Meir Ordan² et Joseph Riov²

On a appliqué, pour l'expérience ici décrite, de l'uniconazole, retardateur de croissance, en pulvérisation foliaire à différentes concentrations sur des plants d'*Eucalyptus camaldulensis* et de *Pinus pinea* au mois d'août (soit cinq mois après qu'ils aient été semés). Les données obtenues révèlent que l'uniconazole diminue nettement la croissance en hauteur des deux espèces testées et augmente le coefficient racine/pousse à la fin du cycle de croissance dans la pépinière. Quatorze mois après la plantation définitive en forêt, les plants d'*Eucalyptus camaldulensis* traités se sont remis complètement de l'effet inhibiteur de l'uniconazole alors que les plants de *Pinus pinea* sont restés plus petits que les plants témoins.

La présente étude met en lumière que la pulvérisation foliaire à base d'uniconazole peut améliorer la qualité des plants de certaines espèces en inhibant seulement la croissance des pousses, ce qui a pour effet d'augmenter le coefficient racine/pousse.

Mots clé: Uniconazole, coefficient racine/pousse, rendement sur le terrain, *Eucalyptus camaldulensis*, *Pinus pinea*.

¹ Institute of Field Crops, The Volacni Center, Bet-Dagan 50250, Israël

² Faculty of Agriculture, Hebrew University of Jerusalem, Rehovot 76100, Israël

(les résumés ci-après sont publiés seulement en langue originale)

POPULICULTURE SUR LES TERRAINS EN PENTE EN TURQUIE

Metin Saribas¹

Les ressources forestières de la Turquie ne suffisent pas à satisfaire les besoins en bois qui augmentent régulièrement. Les solutions à ce problème peuvent être un moyen d'augmenter la productivité des forêts naturelles par des plantations d'espèces à croissance rapide. Le peuplier qui est une espèce à croissance rapide, est généralement cultivé sur des terrains plats fertiles. Cet arbre peut atteindre sa maturité entre 12 et 15 ans, tandis que les autres arbres forestiers demandent au moins 40 ans avant l'abattage.

Les terrains plats fertiles sont extrêmement importants pour les activités agricoles. Quand on utilise plus de 5 pour cent de ces terrains pour la culture du peuplier, l'agriculture peut être influencée négativement. C'est pourquoi, on peut cultiver le peuplier pour la production de bois sur les terrains en pente en dehors des terres agricoles. Par exemple, on sait qu'en Corée du Sud, 80 millions de plants de peupliers sont plantés sur les terrains en pente et que des travaux de populiculture sont en cours.

En Turquie, il faut utiliser des peupliers naturels pour les plantations sur les terrains en pente (dans tous les domaines forestiers de Turquie, *Populus tremula* est répandu. *Populus canescens* L., *Populus nigra* L. subsp. *nigra*, *P. Alba* L. et *P. Euphratica* existent en partie). Enfin, il faut utiliser les clones exotiques cultivés dans le monde entier. Dans le présent article, nous avons essayé de déterminer les surfaces des terrains en pente et de discuter des différents problèmes rencontrés.

Mots clés: peuplier, populiculture, forestiers, agriculture, plantations.

¹ Faculté des sciences forestières de l'Université Zonguldak Karaelmas

CARACTERISTIQUES DES GRAINES DE SEMIS ET PLANTS PROVENANT DE 22 CEDRES DU TAURUS (*CEDRUS LIBANI A.RICH.*) DANS LES CONDITIONS DE LA REGION DE L'EST DE LA MER NOIRE

Ali Demirci, Zeki Yahyaoğlu et Nebi Bılır¹

Ce travail a été réalisé sur les graines et semis obtenus à partir de ces graines et les plants âgés de 1-0 et 2-0, provenant de 22 cèdres du Taurus dans les conditions de la Région de l'Est de la Mer Noire. Le poids moyen de 1 000 graines est de 66,78 gr. Lors de l'estimation des données grâce au programme Statgraphics, on a estimé la hauteur de l'hypocotyle à 23,34 mm, le nombre de cotylédon à 8,29, la hauteur de cotylédon à 32,23 mm, la hauteur de plants âgés de 1-0, à 7,23 cm et la hauteur de plants âgés de 2-0, à 16,63 cm. Lors de l'analyse de variance, on a déterminé qu'il y avait des différences entre les origines du point de vue des propriétés de semis et la hauteur des plants ($p < 0,05$). A la suite de l'analyse de corrélation, une relation positive est apparue entre la hauteur de l'hypocotyle - le poids de 1 000 grains - le nombre de cotylédon, la hauteur de cotylédon, la hauteur de plantes (1-0), - la hauteur de plantes (2-0). Les origines âgées de 2-0 ont pu être séparées en trois catégories de hauteur, comme >20 cm (1ère catégorie), 12-20 cm (2ème catégorie) et <12 cm (3ème catégorie). A la suite de cette classification, on propose par priorité que l'origine No.11, restée dans les valeurs de la première catégorie, soit employée dans les travaux de boisement.

Mots clés: *Cedrus libani A. Rich.*, la hauteur d'hypocotyle, le nombre de cotylédon, la hauteur de cotylédon, la hauteur de plante.

¹ Faculté des forêts de l'Université technique de Karadeniz, 61080 Trabzon, Turquie