

# ENQUÊTE

## DEUX EXPÉRIENCES DE JUMELAGE DES RECHERCHES SUR LA FORÊT DENSE TROPICALE

Les chercheurs britanniques de certains organismes universitaires et gouvernementaux ont entrepris, ces dernières années, des études dont les premiers résultats constituent déjà un apport considérable dans les domaines de la physiologie, de la génétique et de l'écologie forestière tropicale. La contribution, depuis une décennie, de l'INSTITUT FORESTIER DU COMMONWEALTH de l'Université d'Oxford, au programme international de recherches génétiques, sylvicoles et sur la qualité du bois des essences tropicales à croissance rapide, est bien connue de tous les forestiers et chercheurs de cette zone géographique.

Mais les études entreprises par les membres des Universités d'Aberdeen, d'Edimbourg et de la station de l'Institut d'Ecologie Terrestre de Penicuik méritent, aussi, beaucoup d'intérêt et présentent une originalité toute particulière : ce sont des projets de durée limitée, entrepris en coopération avec des chercheurs et forestiers de la zone étudiée, Malaisie, Nigeria. Ils portent principalement, sur des essences commerciales régionales, pour en favoriser éventuellement l'extension dans les peuplements naturels.

Les programmes, concernant la forêt tropicale, bénéficient des recherches fondamentales, en cours dans les Universités d'Aberdeen et d'Edimbourg sur l'amélioration des lignées par l'utilisation des « cultivars » (J. D. MATTHEWS), sur la relation aubier-surface foliaire, par rapport aux

flux et au bilan de l'eau par arbre et surfaces boisées (J. A. PETTY, P. G. JARVIS, J. C. COUSENS) ; sur l'étude de la photosynthèse (étude dirigée depuis cinq ans par P. G. JARVIS) dont on peut apprécier la sophistication en mentionnant, entre autres, que la mesure de l'intensité de l'énergie lumineuse y est exprimée en  $\mu E$ , c'est-à-dire en millionnièmes d'EINSTEIN, unité qui équivaut à  $6 \cdot 10^{23}$  photons.

Cette formule de recherche en coopération pourra être comparée, par les lecteurs de *Bois et Forêts des Tropiques*, à celles que le CENTRE TECHNIQUE FORESTIER TROPICAL a adoptées dans différents pays de la zone tropicale, pour des objectifs à peu près analogues : amélioration génétique du *Terminalia superba*, du *Terminalia ivorensis*, de l'*Aucoumea klaineana*, etc. ; régénération naturelle de certaines formations à Okoumé, à *Agathis* etc. ; observations pour la conversion de la forêt sauvage en peuplements à essences locales de valeur (Acajou, Sipo, Niangon, Dibétou, Fraké, Samba etc.). On pourra se référer avec intérêt aux trois articles ci-dessous : Le Directeur Général Adjoint du Centre Technique Forestier Tropical, M. J. GROULEZ, dans le n° 177 de janvier-février 1978, fait une énumération très succincte des principales de ces recherches et F. GRISON, également en 1978, a consacré deux articles (n°s 178-179) aux travaux sur l'amélioration de l'Okoumé au Gabon.

### L'INSTITUT DE BIOLOGIE DU SUD-EST ASIATIQUE

« L'Institut de Biologie du Sud-Est Asiatique » a été fondé, en 1969, par l'Université d'Aberdeen, pour faciliter les échanges et la coopération entre 188 chercheurs du Royaume Uni et ceux de l'Asie du Sud-Est, et pour promouvoir ainsi les recherches biologiques, écologiques et forestières dans cette zone géographique.

Depuis sa fondation, cet institut a entrepris la réalisation de divers programmes en Malaisie, Birmanie et Sri Lanka (Ceylan). Le plus important d'entre eux concerne les conditions biologiques de reproduction des Diptérocarpacées, en Malaisie. Les co-directeurs de ce projet, lancé en 1973, ont été, jusqu'à la fin de 1978, le Dr SOEPADMO de Kuala Lumpur et le Dr P. S. ASHTON d'Aberdeen, connu pour ses nombreux travaux écologiques et phytosociologiques sur les forêts de Sarawak et Brunei. Un groupe d'étudiants Anglais et Malais, dont chacun prépare une thèse de doctorat, participe à ces études et bénéficie à cet effet des installations et laboratoires de l'Institut de Recherches Forestières de Kepong. Différents professeurs des universités d'Aberdeen et de Kuala Lumpur font office de directeurs de thèse et animent les travaux.

La connaissance des conditions de reproduction, dans les peuplements à Diptérocarpacées, présente un très grand intérêt, car, une conjonction de facteurs défavorables menace le domaine des sylviculteurs du Sud-Est Asiatique :

Les forêts denses humides de cette région couvrent une importante surface, au relief souvent accusé, aux sols peu fertiles, sensibles à l'érosion, impropres au développement des cultures herbacées ou des plantations arborées en monoculture.

Ces forêts, riches en espèces commerciales connues, d'une grande complexité biologique, subissent une exploitation souvent abusive et intempestive, à laquelle succèdent les défrichements ruineux des agriculteurs.

Les besoins économiques et financiers des pays de cette région, la pression démographique, l'archaïsme des techniques agricoles expliquent cette situation fâcheuse.

Les études génétiques entreprises permettent d'envisager deux solutions :

— maintenir la plus grande partie des associations végétales actuelles,

— ou les convertir en formations forestières mélangées, à partir d'essences sélectionnées pour leur intérêt commercial et la facilité de leur régénération naturelle.

L'aménagement de telles formations rendrait possible une production élevée et soutenue qui assurerait aux habitants un revenu raisonnable et leur participation aux travaux sylvicoles.

La principale difficulté à vaincre, provient de l'hétérogénéité des peuplements de cette forêt dense humide. On a recensé jusqu'à 300 genres sur 50 ha et évalué à 60, en moyenne, le nombre d'espèces dans chaque genre. La présence de nombreuses espèces voisines se traduit par une grande dispersion, à l'unité de surface, des arbres de chaque espèce.

Ce phénomène réduit les possibilités de pollinisation et de fécondation et crée de mauvaises conditions de croissance et d'accès à la lumière.

Les études, aujourd'hui en partie terminées, ont donc porté sur les essences des différentes strates de la forêt, sur les mécanismes et la biologie de leur pollinisation, sur les vecteurs et facteurs favorables à leur reproduction. Des recherches ont aussi été entreprises pour déterminer les causes et les effets de la dispersion des arbres de même espèce, leurs variations génétiques, leur degré d'hybridation, en fonction des caractéristiques écologiques et pédologiques (notamment teneur en phosphore total), de leurs habitats. L'embryologie et la cytologie chromosomique ont donné aux chercheurs la possibilité d'une approche plus fine des changements qui interviennent dans la constitution génétique et une meilleure connaissance des mécanismes et des incompatibilités de la pollinisation.

Les travaux ont été accomplis dans la réserve forestière de Pasoh, à proximité de l'Institut de Kepong, dans un périmètre protégé, réservé aux études du « Programme International Biologique » de l'UNESCO. Les recherches ont porté sur des arbres émergents et sur des arbres des étages inférieurs, appartenant, les uns comme les autres, à des espèces présentant une assez forte densité de peuplement.

Il a été nécessaire de faire usage, pour les observations, mensurations et récoltes, de câbles et d'échelles d'acier de grande portée. Le comportement des arbres isolés a été considéré avec beaucoup d'attention et des comparaisons très détaillées ont été faites avec des espèces voisines, mais fortement dispersées.

La reproduction sans fécondation (apomixie) semble

très largement répandue, quand la forêt a atteint son climax.

De nombreux autres travaux ont contribué à la connaissance de la forêt dense humide du Sud-Est Asiatique et à l'élucidation de la signification biologique de sa complexité :

Le professeur J. D. MATTHEWS, directeur du Département de « Foresterie » à l'Université d'Aberdeen, a participé, dans d'autres pays voisins (Inde, Pakistan, Bangladesh) de la Malaisie, à des études concernant l'amélioration génétique des arbres forestiers. Le Dr JONG a conduit des recherches biologiques et cytologiques portant sur certaines essences des formations à Diptérocarpacées.

Le Dr A. G. MARSHALL s'est intéressé à la biologie et à l'écologie des animaux et insectes vecteurs de pollen.

De son côté, le Dr P. S. ASHTON, l'un des co-directeurs du projet, s'est attaché à déterminer les causes des variations spatiales des populations des diverses essences, et à définir les relations entre les caractères dynamiques et la structure des forêts denses humides de cette zone géographique.

Il a publié les premiers résultats d'une étude fondée sur des observations et mensurations effectuées dans la réserve forestière de Pasoh, en Malaisie Péinsulaire. Cette étude a pour objet de rechercher une relation entre la croissance de 14 essences de la forêt dense et la façon dont leurs organes foliaires exploitent le volume d'air et les percées lumineuses, à l'unité de surface, dans différentes conditions de sol :

P. S. ASHTON compare les observations faites en forêt primaire et forêt secondaire, dans les trouées et en sous-étage. Il cherche à caractériser la manière dont le port des branches, particulier à chaque espèce, sous-tend les feuilles dans les divers étages.

Il adopte les modèles de la classification de HALLÉ et OLDEMAN (essai sur l'architecture et la dynamique de croissance des arbres tropicaux, Masson, Paris, 1970). Il établit une relation entre les surfaces foliaires, à l'unité de surface, le volume spatial, le mode de ramification des espèces et leur mode de croissance, continu ou intermittent, leur croissance moyenne en hauteur et en diamètre.

Les résultats des travaux arrivés à terme ont fait l'objet de communications au cours du Cinquième Symposium International d'Ecologie Tropicale, qui s'est tenu à l'Université de Kuala Lumpur, du 16 au 21 avril dernier.

Il faut enfin signaler que l'Institut organise périodiquement, dans la région d'Aberdeen, des réunions d'information et des groupes de réflexion. Citons à ce sujet les séminaires sur l'écologie de la région Malaise qui ont eu lieu à Hull en 1970 et 1973 et à Aberdeen en 1971 et 1975...

## L'INSTITUT D'ÉCOLOGIE TERRESTRE DE PENICUIK

Au cours de l'hiver 1975-76, puis de celui de 1977-78, des Sambas (*Triplochiton scleroxylon*) ont fleuri pour la première fois sous les neiges d'Ecosse. Ce phénomène s'est renouvelé à l'automne dernier et a persisté tout l'hiver donnant suite à une fructification régulière. « Voilà ce qu'un voyageur, tout abasourdi par ces propos, entendit à son arrivée à Edimbourg ».

Ce résultat est l'aboutissement de recherches sur la floraison provoquée, effectuée en serres à lumière et température conditionnées. Ces travaux font partie d'un programme de recherches sur la biologie d'une douzaine d'essences commerciales de la forêt dense humide d'Afrique occidentale. Ils ont été entrepris, dans les installations de l'Institut d'Ecologie Terrestre de Penicuik, à une quinzaine de kilomètres, au sud d'Edimbourg.

Le directeur actuel des recherches, le Dr Alan LONGMAN, est surtout connu par ses travaux de physiologie et de génétique, effectués sur des essences de la zone tempérée des deux hémisphères. Il y a un peu plus de dix ans, il avait été appelé en consultation, par des gouvernements d'Afrique

occidentale, pour établir le programme des recherches possibles concernant le reboisement et l'enrichissement de la forêt dense, et l'éventuelle conversion de certaines de ses formations en peuplements à essences sélectionnées.

Ces événements se sont produits à la fin des années 60, à un moment où des pays comme la Nigeria et le Ghana constataient la première baisse sensible du taux de leurs exportations de grumes et sciages. Ce déclin était dû, en partie, à l'expansion des industries du bois et au développement du marché local, mais surtout à la baisse des ressources, facilement accessibles, en essences commerciales recherchées, baisse due à vingt ans d'exploitation intensive. Par ailleurs, la pression démographique, dans la zone côtière, surtout en Nigeria, entraînait l'amenuisement des surfaces boisées, faisant disparaître certaines lignées des essences les plus appréciées, telles que le *Triplochiton* dont le volume exporté représentait, en 1961, 70 % des grumes de toutes essences exportées par la Nigeria et, en 1970, seulement 48 %.

Pour cette essence à fructification irrégulière et insuf-

fisante et pour une douzaine d'autres, présentant des comportements erratiques, mal connus, des défauts de formes etc., K. A. LONGMAN dressa un programme de recherches dont, seule, la partie concernant le *Triplochiton* fut retenue pour servir de modèle pour entreprendre ensuite les autres.

Un accord fut donc conclu, en 1970, entre les gouvernements de la Nigeria et du Royaume Uni, pour organiser la coopération entre les chercheurs des deux pays, pour exécuter la première tranche du programme de K. A. LONGMAN, sur la reproduction, la multiplication végétative et l'amélioration génétique du *Triplochiton*.

A L'INSTITUT DE RECHERCHE FORESTIÈRE de Nigeria, furent confiées cinq missions principales : 1) étudier la répartition et les caractéristiques phénologiques de cette essence pour créer, en arboretum ou en verger grainier des collections de géotypes de belle venue, exploitant toute la diversité des lignées existantes ; 2) suivre l'évolution des fruits ; déterminer les conditions de récolte des graines de stockage et le maintien du pouvoir germinatif ; 3) mettre au point les techniques de multiplication végétative, à partir de prélèvements de rameaux au stade juvénile, ou à maturité, comparer leur croissance, en plantations, avec des sujets issus de graines, observer, en pépinière, la floraison de sujets issus de boutures et de greffes à maturité.

L'Institut de Penicuik s'engageait, de son côté, à communiquer les données physiologiques fondamentales sur les conditions de formation des racines, lors du bouturage, sur les moyens de favoriser la prépondérance et la croissance verticale de la pousse terminale pour améliorer le port de l'arbre ; enfin sur la stimulation des processus de floraison, de fructification et de production de graines.

Ces informations étaient nécessaires pour mettre au point des techniques de bouturage, aménager des vergers où prélever les boutures, sélectionner les clones et faciliter l'induction florale.

K. A. LONGMAN et R. R. B. LEAKEY ont donc adapté les installations de Penicuik aux conditions de lumière et de température indispensables aux essais sur le *Triplochiton*. C'est ainsi que pour obtenir une formation optimale de racines, à partir de boutures, il faut maintenir les sols à une température de 28 à 40 °C, et l'air à une constante se situant à 20 °C. Pour étudier les variations du phototropisme, l'action des températures nocturnes sur la croissance des boutures et la structure du bois, il a fallu faire varier non seulement les températures, mais aussi la durée (10 à 15 h) et l'intensité de la lumière (150-200 lux à 16.000-18.000 lux).

Des cultures de tissus ont permis de mieux cerner les problèmes de multiplication végétative : formation de cal et de cellules organisées, à partir de prélèvements méristématiques.

Les principaux objectifs de la première tranche du programme ont été atteints, à Penicuik, avec des résultats satisfaisants.

L'aptitude à la formation de racines sur les boutures s'obtient facilement à partir de pousses vertes, au stade « juvénile » prélevées sur de jeunes semis issus de graines, de 30 cm de haut, sur les rejets de souche ou de tiges, éla-

guées horizontalement en haie, à hauteur d'homme. Des boutures récentes peuvent être, également, utilisées, à condition qu'elles n'aient pas perdu leur « juvénilité », au cours de générations successives.

Les boutures à un seul nœud, avec la feuille et son bourgeon axillaire réussissent bien. La présence d'une feuille est indispensable en tant que réserve d'hydrates de carbone à la formation des racines. Cette dernière peut être stimulée par un traitement d'auxines, variable suivant les clones, de 8 à 200 µg par bouture. Certains clones réagissent à l'acide indol 3 butyrique, d'autres à l'acide α naphthalène. Une proportion importante d'entre elles a doublé sa production de racines, après l'application d'un mélange de 2 auxines (à 20 µg). La reprise s'effectue en atmosphère humide avec une certaine intensité lumineuse, qui, en hiver, à Edimbourg, doit être accrue, sensiblement, par l'éclairage artificiel. Des études sur la formation, suivant les besoins, de racines fasciculées ou pivotantes sont en cours, ainsi que des recherches sur la formation du cal. Les techniques utilisées pour l'enracinement du *Triplochiton* ont été pratiquées avec succès sur une douzaine d'autres essences tropicales.

Pour obtenir, dès le jeune âge, pour chaque clone sélectionné et pour chaque type de prélèvement de bouture, une prévision suffisante sur le port ultérieur de l'arbre, sur la rectitude du fût et les possibilités du rythme de croissance, des recherches ont été effectuées sur certaines implications hormonales dans la compétition pour la croissance verticale des boutures, sur la dominance des bourgeons et des branches, ainsi que sur les effets de la décapitation des jeunes tiges fournissant les boutures. Les investigations ont porté, également, sur les effets des apports d'engrais, de la longueur de jour, liée à la température nocturne, ainsi que sur l'incidence de l'intensité et de la composition spectrale de la lumière. Des études, actuellement en cours, utilisent des cultures d'organes et de tissus.

Depuis plusieurs années, K. A. LONGMAN pratique l'induction florale sur des boutures d'arbres de la zone tempérée. Il procède par simple conditionnement : surnutrition, forte humidité de sol, annélation de l'écorce (pas du liber), allongement de la durée de jour etc. ou par injection de divers régulateurs de croissance.

La totalité des sujets de *Triplochiton* à maturité ont fleuri et fructifié. Mais, récemment, une douzaine de boutures, au stade « juvénile » (18 mois à 3 ans), prélevées sur de jeunes semis, ont fleuri, en atmosphère relativement fraîche (20°) et avec une plus longue durée de jour (19 h 30). Les graines issues de l'autopollinisation ne germent pas, mais des graines viables ont été produites par pollinisation croisée, de parenté connue.

Des résultats encourageants ont été également obtenus sur des boutures de *Gmelina arborea* et de *Cedrela odorata*.

Des études sont en cours sur la floraison provoquée dans le jeune âge, de ces espèces et d'une douzaine d'autres essences tropicales, toutes espèces chez qui la floraison spontanée ne se produit qu'à 15 ou 20 ans.

R. CHIMBAULT.