

LA CULTURE INDUSTRIELLE DE L'EUCALYPTUS EN RÉPUBLIQUE POPULAIRE DU CONGO

De la Recherche
au Développement

par

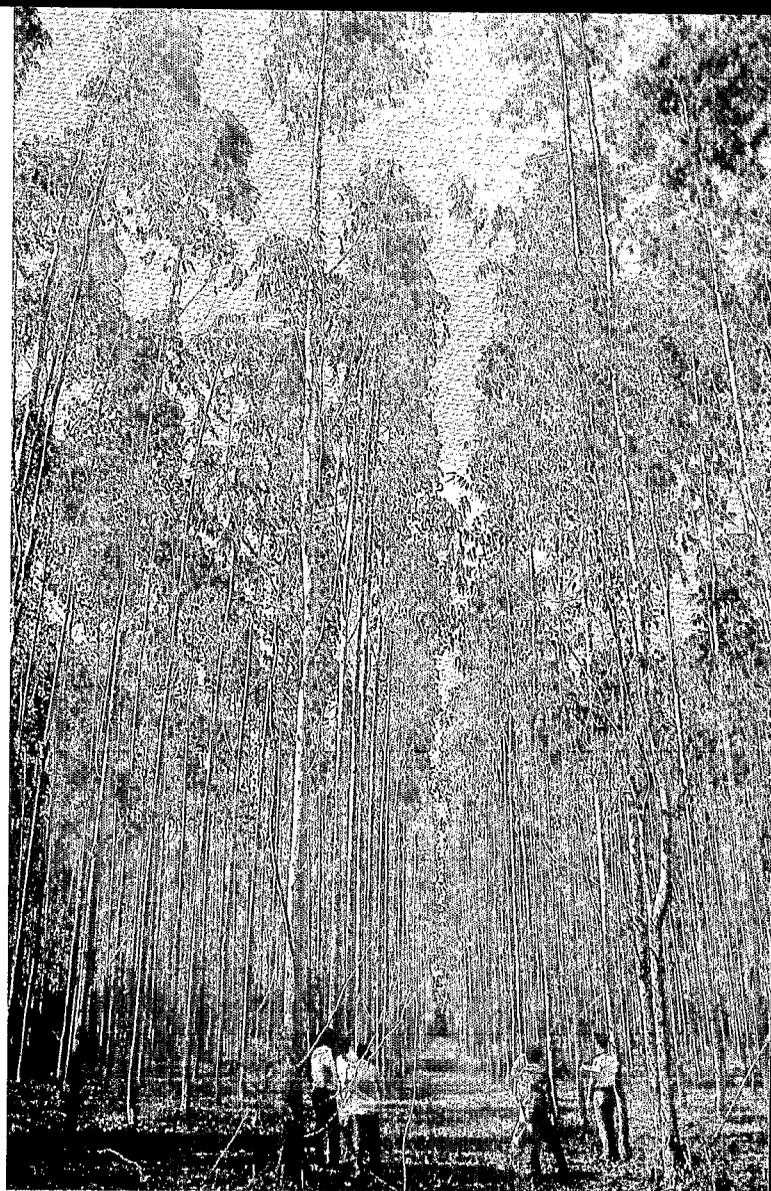
J. C. DELWAULLE

Directeur du C.T.F.T. Congo

et

Y. LAPLACE

Directeur Général de l'U.A.I.C.



SUMMARY

INDUSTRIAL CULTIVATION OF EUCALYPTUS IN THE CONGO REPUBLIC : FROM RESEARCH TO DEVELOPMENT

The Congo Republic is the country where, for reforestation with Eucalyptus, the Research initiated and led by the Centre Technique Forestier Tropical and the Development implemented by the Unité d'Afforestation Industrielle (U.A.I.C.) have brought the greatest and most spectacular result : the rapidity of the transfer from Research to the Development of the techniques designed and their adaptation to scale constraints is outstanding. The article below summarizes the stages to the mastering of propagation by cutting and then gives a quick overview of the U.A.I.C. actions, as well as the outlook for the future.

In an appendix, a note, published in 1986 in the Revue Forestière Française, is given ; it sums up the various works at that time.

RESUMEN

EL CULTIVO INDUSTRIAL DEL EUCALIPTO EN LA REPUBLICA POPULAR DEL CONGO DESDE LA INVESTIGACION AL DESARROLLO

Las repoblaciones forestales del eucalipto en el Congo han dado el resultado más completo y más espectacular de Africa, con motivo de las investigaciones iniciadas y dirigidas por parte del Centre Technique Forestier Tropical (Francia) y el desarrollo puesto en aplicación por la Unidad de Plantación de Arboles de tipo Industrial (U.A.I.C.). La rapidez de la transferencia de actividades de Investigación y Desarrollo de las técnicas y procedimientos conseguidos y su adaptación a las sujeciones de escala es excepcional. En el artículo que aquí reproducimos se resumen las etapas que han dado lugar al dominio de la técnica de reproducción por estacas y se da cuenta, brevemente, de las realizaciones de la U.A.I.C., así como las perspectivas futuras.

En anexo, figura una resena publicada en 1986 en la Revue Forestière Française en la cual se señalan los resultados alcanzados, en dicha, fecha, en cuanto a los distintos trabajos.

Au Congo, les efforts de la Recherche, initiés et conduits par le Centre Technique Forestier Tropical (C.T.F.T.) ainsi que la politique de reboisement menée par l'Unité d'Afforestation Industrielle du Congo (U.A.I.C.) ont abouti à la culture industrielle de l'Eucalyptus, le résultat le plus complet et le plus spectaculaire que l'Afrique ait vu dans ce domaine.

La réalisation à Pointe-Noire des plantations clonales d'Eucalyptus de l'Unité d'Afforestation Industrielle du Congo constitue une opération originale à divers titres :

— la mise au point par le C.T.F.T. de Pointe-Noire d'une technique nouvelle de propagation végétative de

l'Eucalyptus et la démonstration par l'U.A.I.C. de ses possibilités d'application à l'échelle industrielle ont constitué des innovations considérables dans la stratégie générale d'amélioration de la productivité des plantations forestières ;

— la rapidité de transfert de la Recherche au Développement des techniques mises au point et leur adaptation aux contraintes d'échelle, parallèlement à l'amélioration constante du matériel végétal utilisé, est exceptionnelle s'agissant d'espèces forestières.

Voyons comment une telle réalisation a été rendue possible.

MAÎTRISE DE LA TECHNIQUE DU BOUTURAGE PREMIÈRES PLANTATIONS

La recherche forestière a débuté ses expérimentations en 1953 sur les plateaux couverts de savanes des environs de Pointe-Noire et, en 1958, le Centre Technique Forestier Tropical était chargé, par accord de Coopération, de la mise en œuvre de la politique de recherche forestière au Congo.

Parmi les nombreuses introductions d'Eucalyptus effectuées, l'Eucalyptus 12 ABL (*) fut en particulier retenu pour les premières plantations d'extension ; celles-ci permirent d'obtenir des productions de l'ordre de 10 à 12 m³/ha/an avec une rotation de six ans.

C'est parmi ces premières plantations d'extension qu'apparurent un certain nombre d'Eucalyptus hybrides, point de départ d'une recherche originale, dont les plantations de l'U.A.I.C. sont la concrétisation.

L'apparition d'individus hybrides, beaucoup plus performants que les espèces pures, incitèrent les chercheurs à tenter de réaliser des plantations constituées uniquement d'hybrides.

Deux voies de recherches furent suivies, l'une aboutissant à la création d'individus hybrides par la voie sexuée et à la mise en place de plantations plus homogènes que les précédentes puisque constituées de familles hybrides de demi ou pleins frères, l'autre permettant la reproduction végétative des meilleurs individus hybrides autorisant ainsi la constitution de reboisements génétiquement parfaitement homogènes. C'est cette dernière approche qui se révéla la plus fructueuse.

C'est le mérite de B. MARTIN et de G. QUILLET que d'avoir eu foi en l'avenir de la technique, ce qui leur permit, par leur opiniâtreté et leur travail, de mettre au point la multiplication végétative de ces Eucalyptus hybrides par bouturage de rejets de souche.

Maîtrisée en 1973, elle permit alors la réalisation de premières plantations issues de boutures.

La recherche s'attacha alors à multiplier les individus hybrides apparus naturellement dans les plantations, donnant ainsi naissance à de nombreux clones (*) dont les performances sont comparées dans des tests clonaux, le premier datant de 1975.

Les résultats alors acquis : maîtrise du bouturage, réussite de plantations multiclones sur quelques dizaines d'hectares, possibilité de production massive de copies végétatives des meilleurs clones, permirent de présenter un projet dont le but était de démontrer l'intérêt de l'opération par la réalisation d'environ 3 000 hectares de plantations.

Ce « projet pilote Kissoko » démarra le 1^{er} janvier 1978 mais il fut très rapidement remplacé par une Société d'état congolaise : l'Unité d'Afforestation Industrielle du Congo aux ambitions beaucoup plus vastes, la mission confiée à l'U.A.I.C. étant la réalisation de plantations destinées à l'approvisionnement d'une usine de pâte.

La création de cette unité est un témoignage profond de la confiance du Gouvernement congolais pour les résultats des recherches effectuées par le C.T.F.T.

Depuis la création de l'U.A.I.C., le C.T.F.T. poursuit les travaux destinés à fournir chaque année du matériel végétal plus performant et plus diversifié : sélection d'arbres « plus » dans les plantations issues de graines, tests clonaux de première et seconde génération (841 clones ont été sélectionnés au total depuis 1978), caractérisation de ces clones (production en volume, en poids, en tonnes de pâte/ha/an, forme, défauts, sensibilité pathologique...), création et recherche d'hybrides interspécifiques plus performants (création de plus de trente nouveaux hybrides par la voie de la pollinisation contrôlée).

(*) E. 12 ABL : Il s'agit d'un *Eucalyptus tereticornis*.

(*) Clone : ensemble des reproductions végétales du même individu.

Les mensurations des tests clonaux indiquent que l'accroissement moyen depuis l'origine s'échelonne pour les clones les plus productifs entre 24 et 42 m³/ha/an, en parcelles expérimentales, à 7 ans.

L'U.A.I.C. RÉALISATIONS ET PERSPECTIVES

Un potentiel ligneux considérable et compétitif

Les plantations de l'U.A.I.C. s'étendent aujourd'hui sur près de 25 000 hectares. La production annuelle de bois correspondante peut être estimée à 500 000 mètres-cubes solides (m³/s) sur la base de tarifs de cubage bien adaptés et d'estimations prudentes des taux d'accroissement.

Les plans de développement de l'U.A.I.C. prévoient l'extension de ces plantations sur 50 000 hectares supplémentaires d'ici 10 ans. Compte tenu de cette augmentation des surfaces et de l'amélioration du niveau génétique du matériel végétal utilisé, la production annuelle des plantations de l'U.A.I.C. devrait atteindre 2 millions de m³/s à partir de 1997.



Le tableau ci-dessous met en relief les avantages comparatifs de cette plantation congolaise très moderne par rapport à d'autres types de forêts.

AVANTAGES COMPARATIFS DES PLANTATIONS CLONALES D'EUCALYPTUS DU CONGO
PAR RAPPORT À D'AUTRES TYPES DE FORÊTS

Type de forêt	Forêt résineuse de pays tempéré	Plantation traditionnelle d'Eucalyptus au Congo en 1971	Plantations clonales d'Eucalyptus hybrides en 1985
Production de bois fort	6 m ³ /ha/an	12 m ³ /ha/an	30 m ³ /ha/an
Age d'exploitation	60 ans	10 ans	7 ans
Surface totale pour fournir 2 millions de m ³ de bois/an	335.000 ha	165.000 ha	65.000 ha
Coût de plantation actualisé 1985	12.000 FF	9.000 FF	6.000 FF
Investissement total	4 milliards de FF	1,5 milliard de FF	400 millions de FF

Des perspectives de valorisation intéressantes

L'exploitation des premières parcelles plantées a démarré fin 1986. D'ores et déjà une série de contrats a

été passée pour la fourniture de bois à pâte avec des industriels européens, désireux de s'assurer un approvi-

sionnement à long terme à partir d'une ressource en bois homogène et de qualité.

Une importante usine d'imprégnation de poteaux électriques et téléphoniques est d'autre part en cours d'installation au cœur même de la plantation.

L'U.A.I.C. a, par ailleurs, entamé des négociations pour la mise en place avec des partenaires étrangers de

petites ou moyennes unités de transformation dans différentes filières : charbon de bois, lamellé collé, construction en préfabriqué, etc.

Demain, avec l'accroissement considérable de la ressource ligneuse disponible, la construction d'une usine de pâte à papier demeure pour le Congo un objectif prioritaire et réaliste.

NDLR. — Dans le numéro spécial que la REVUE FORESTIÈRE FRANÇAISE (XXXVIII - 1986) a consacré à l'amélioration végétale, le Centre Technique Forestier Tropical a présenté une note récapitulant les acquis, à cette date, en matière d'amélioration des Eucalyptus.

Nous remercions vivement nos confrères d'avoir bien voulu nous autoriser à la reproduire, ci-après, en annexe.

EUCALYPTUS HYBRIDES TROPICAUX AU CONGO

IMPORTANCE DES EUCALYPTUS HYBRIDES

Dans les aires naturelles, les individus hybrides interspécifiques restent rares par suite des barrières géographiques, écologiques, phénologiques ou physiologiques.

En plantation *ex situ* où la juxtaposition d'espèces différentes est réalisée, l'apparition d'individus hybrides à forte vigueur (hétérosis) est relativement plus fréquente.

L'utilisation en plantation, sur une échelle notable, d'hybrides d'Eucalyptus n'a commencé qu'avec l'installation des premiers vergers à graines de clones bispécifiques reproduisant les combinaisons apparues naturellement, mais les produits restèrent de valeurs très diverses.

Le développement récent de l'utilisation à grande échelle des hybrides d'Eucalyptus a été conditionné par la mise au point de procédés de multiplication végétative (bouturage) permettant la production en masse de matériel amélioré pour des plantations clonales.

La mise au point récente d'une technique de pollinisation dirigée des Eucalyptus a considérablement accru le niveau d'amélioration du matériel hybride et le champ des applications.

23.000 ha de plantations d'hybrides ont été réalisés depuis 1978 au Congo, plusieurs milliers au Brésil.

OBJECTIFS DE SÉLECTION

Recherche de matériel à croissance rapide exploitable à court terme, peu exigeant en matière de qualité du sol, utilisable en ligniculture intensive pour la production de biomasse industrielle (bois à pâte), énergétique, ou de poteaux en zone tropicale humide.

Critères de sélection :

— adaptation aux conditions du milieu (adaptation physiologique, résistance aux attaques parasitaires),

- vigueur et productivité,
- forme (rectitude, cylindricité, absence de fourche, branches fines, bon élagage naturel, finesse d'écorce),
- aptitude au bouturage,
- caractéristiques technologiques correspondant aux objectifs de production : densité du bois ; caractéristiques papetières : rendement papetier, indice de déchirure, teneur en acide ellagique.

Selon les objectifs, priorité est donnée à certains critères.

STRATÉGIES

Choix des espèces et tri des meilleures provenances.

Introduction d'espèces et de provenances :

- 70 espèces introduites au Congo,
- 18 espèces retenues,
- essais comparatifs de provenances et de descendances,
- amélioration par voie récurrente et verger à graines d'espèces pures.

Sélection d'individus hybrides :

- apparus naturellement dans les plantations issues de graines récoltées au Congo - *E. tereticornis* × *saligna* - *E. « PFI »* - *E. torelliana* × *citriodora*,
- produits par pollinisation libre en verger à graines,
- obtenus par pollinisation interspécifique artificielle entre géniteurs choisis (combinaison de caractères complémentaires de deux espèces : adaptation et productivité - recherche d'aptitude spécifique à la combinaison et d'hétérosis) ; tests polycross ; tests diallèles ; plans factoriels ; couples disjoints.

LES PROGRAMMES D'AMÉLIORATION

Multiplication végétative utilisée comme outil pour l'évaluation des clones (confirmation des caractères des clones sélectionnés et comparaison de clones) par bouturage des rejets : tests primaires (pour vérifier que le phénotype de l'ortet est bien reproduit par les ramets) ; tests secondaires (comparaison plus précise et classement des clones retenus).

Multiplication végétative en masse pour la production :

- bouturage de rejets de souche (parcs multiplicatifs),
- culture *in vitro* (perspective).

PROGRAMMES D'AMÉLIORATION ET RÉSULTATS

Choix des espèces

Nombreuses introductions d'espèces (70). 18 espèces classées comme indiqué dans le tableau de la page 40.

Espèces adaptées pour un nombre élevé de provenances :

- productives : *E. urophylla*, *E. cloeziana*,
- moyennement productives : *E. tereticornis*, *E. brassiana*,
- peu productives : *E. alba*, *E. torelliana*.

Espèces adaptées pour un petit nombre de provenances :

- productives : *E. pellita*, *E. resinifera*, *E. pilularis*,
- moyennement productives : *E. brassii*,
- peu productives : *E. exserta*, *E. nesophila*, *E. raveretiana*.

Espèces mal adaptées mais intéressantes pour la productivité des combinaisons hybrides :

- productives : *E. grandis* [les provenances du nord de l'aire naturelle (Atherton) sont plus intéressantes que celles du sud], *E. saligna* (*E. tereticornis* × *robusta*), *E. « kirtoniana »* (Brésil), *E. robusta*,
- moyennement productives : *E. citriodora*.

Tri des provenances

Bilan, au 1^{er} janvier 1986, des essais de provenances relatifs aux Eucalyptus adaptés au Congo :

Les introductions se poursuivent. En 1985 : 6 provenances d'*E. propinqua*, 5 provenances d'*E. punctata*, 14 provenances d'*E. pellita*, 8 provenances d'*E. nesophila*.

On cherche à accroître constamment l'importance des populations d'amélioration disponibles et à les diversifier (accroissement de la diversité génétique des hybrides à utiliser en plantation, recherche de croisements performants).

Espèces		1 ^{re} introduction au Congo	Nombre de provenances testées au 1.1.86	Nombre de populations intéressantes
Type	Nom			
I	<i>E. urophylla</i>	1970	85	10
	<i>E. tereticornis</i>	1956	38	5
	<i>E. brassiana</i>	1973	8	2
	<i>E. alba</i>	1957	29	10
	<i>E. torelliana</i>	1967	8	2
	<i>E. cloeziana</i>	1959	47	4
II	<i>E. pellita</i>	1963	24	17
	<i>E. resinifera</i>	1959	3	1
	<i>E. pilularis</i>	1966	24	17
	<i>E. brassii</i>	1973	4	1
		1973	5	1
	<i>E. nesophila</i>	1973	17	10
	<i>E. raveretiana</i>	1973	1	1
III	<i>E. grandis</i>	1956	31	5
	<i>E. saligna</i>	1956	13	—
	<i>E. kirtoniana</i>	1957	2	1
	<i>E. robusta</i>	1957	11	1
	<i>E. citriodora</i>	1956	6	1
TOTAL	18		356	89

Obtention d'hybrides par pollinisation libre

Observation dans les parcelles expérimentales d'individus hybrides doués d'une forte vigueur.

1963, première récolte sur *E. alba* de l'hybride PF1 (considéré actuellement comme voisin d'*E. alba* × *E. urophylla*).

1970, installation de vergers à graines réunissant 2 espèces (recherche de l'hétérosis et de la complémentarité des caractères adaptation et production) :

- *E. tereticornis* (12 ABL provenance malgache),
- *E. saligna* (d'Afrique du Sud) en réalité *E. grandis*.

Les vergers installés sont toujours utilisés (tri des hybrides facile en pépinière).

Mise au point de la technique de pollinisation dirigée et obtention d'hybrides artificiels

La technique est bien maîtrisée à partir de 1978. Elle a permis la création de toute une série d'hybrides dont de

nombreuses combinaisons nouvelles avec comme parents : *E. grandis*, *E. pellita*, *E. resinifera*, *E. robusta*, *E. tereticornis*, *E. urophylla*, *E. grandis* × *tereticornis*, *E. camaldulensis*, *E. kirtoniana*, *E. cloeziana*, *E. brassiana*, *E. alba* × *E. urophylla*.

44 formules d'hybrides ont été réalisées et 90 hectares d'hybrides artificiels nouveaux implantés depuis 1978 au Congo.

Sélection d'Eucalyptus hybrides candidats au clonage

La sélection a lieu chaque année dans les parcelles d'hybrides ayant atteint un âge suffisant. L'objectif est d'augmenter le nombre de clones disponibles et la diversité génétique des plantations afin d'accroître la productivité et la capacité de résistance à d'éventuelles attaques parasitaires. Les clones retenus sont destinés aux plantations de production (pâte à papier, biomasse énergétique, poteaux de ligne).

EUCALYPTUS HYBRIDES TROPICAUX

L'état des clones au 1^{er} janvier 1986 est indiqué dans le tableau ci-contre :

Tests clonaux :

— Les tests clonaux de présélection (ou de 1^{re} génération) sont destinés à vérifier si le phénotype de l'ortet est effectivement reproduit et à comparer les différents clones entre eux.

11 tests clonaux ont été installés depuis 1975.

— Les tests clonaux de confirmation (ou de 2^e génération) : comparaison statistique et classement des meilleurs clones.

10 tests clonaux ont été établis depuis 1982.

Gains obtenus :

Dans les conditions écologiques de la région de Pointe-Noire (sols sableux pauvres), la production des meilleu-

Clones d'hybrides	Sélectionnés	Disparus (1)	TC 1 (2)	TC 2 (3)	Parc à clones ou parc multiplicatif
<i>E. PFI</i>	238	11	219	63	220
<i>E. 12 ABL × saligna</i>	337	9	300	62	296
Autres E. hybrides (*)	266	10	170	12	180
TOTAL	841	30	689	137	696

(1) Les disparus comprenant les clones qui n'ont pu être multipliés et dont l'ortet est mort.

(2) Clones figurant en test clonal primaire.

(3) Clones figurant en test clonal secondaire.

(*) 19 combinaisons différentes.

res espèces pures à 7 ans est :

- *E. urophylla* : 10 à 12 m³ suivant les provenances,
- *E. tereticornis* : 12 m³/ha/an.

Pour les meilleurs hybrides, la productivité est de 40 à 50 % supérieure à celle des meilleures provenances parentales : meilleurs clones d'hybrides à 6 ans et demi : 30 à 38 m³/ha/an (test clonal établi en 1979).

BIBLIOGRAPHIE

- CHAPERON (H.), 1977. — Amélioration des Eucalyptus hybrides au Congo. — 3^e consultation mondiale sur l'Amélioration des arbres forestiers, Canberra (Australie).
- C.T.F.T., Congo, 1983 et 1984. — Rapports annuels. Programme n° 1: Amélioration génétique de l'Eucalyptus.
- C.T.F.T., Congo, 1985. — Rapport annuel. Programme n° 2 : Bouturage et plantations clonales d'Eucalyptus.
- CORBASSON (M.), 1986. — Plantations multiclonales d'Eucalyptus hybrides réalisées par l'U.A.I.C. dans la région de Pointe-Noire (République populaire du Congo), 1978-1984. — C.T.F.T.
- DELWAULLE (J. C.), 1980. — Création et multiplication végétative par bouturage d'Eucalyptus hybrides en République populaire du Congo. — Contribution au Symposium I.U.F.R.O. de Sao Pedro, Sao Paulo, Brésil.
- DELWAULLE (J. C.), LAPLACE (Y.), QUILLET (G.), 1980. — Production massive de boutures d'Eucalyptus en République populaire du Congo. — C.T.F.T./U.A.I.C.
- DELWAULLE (J. C.), MARTIN (B.), 1983. — Stratégie d'amélioration des Eucalyptus au Congo. Contribution au Colloque international sur les Eucalyptus résistant au froid, Bordeaux.
- MARTIN (B.), 1971. — Premiers travaux d'amélioration génétique des arbres forestiers au Congo. — *Bois et Forêts des Tropiques*, n°s 137 à 140.
- MARTIN (B.), 1987. — Amélioration génétique des Eucalyptus tropicaux. Contribution majeure à la foresterie clonale. Thèse de Doctorat Université de Paris XI.
- REDDELL (P.), BOWEN (G. D.), ROBSON (A. D.), 1986. — Nodulation of *Casuarinaceae* in relation to host species and soil properties. *Australian Journal of Botany*, 34, 435-444.
- REDHEAD (J. F.), 1980. — Mycorrhiza in natural tropical forests. In *Tropical Mycorrhizal Research*, P. Mikola, ed. Clarendon Press, Oxford.
- SINGH (S.) and KUMAR (A.), 1966. — Field survey of mycorrhiza in Eucalypts and Pines. *Indian Forester*, 92, 517-520.
- TURNBULL (J. W.), PRYOR (L. D.), 1978. — Choice of species and seed sources. In : *Eucalyptus for wood production*. W. E. HILLIS and A. G. BROWN eds CSIRO, Canberra.
- UHLIG (S.), 1968. — A contribution to the mycorrhiza problem of eucalypts. *Zentralblatt für Bakteriologie, Parasitenkunde, Infektionskrankheiten und Hygiene*, Jena (Abt 2), 122, 271-274.
- VOZZO (J. A.), HACSKAYLO (E.), 1971. — Inoculation of *Pinus caribaea* with ectomycorrhizal fungi in Puerto Rico. *Forest. Sci.*, 17, 239-245.

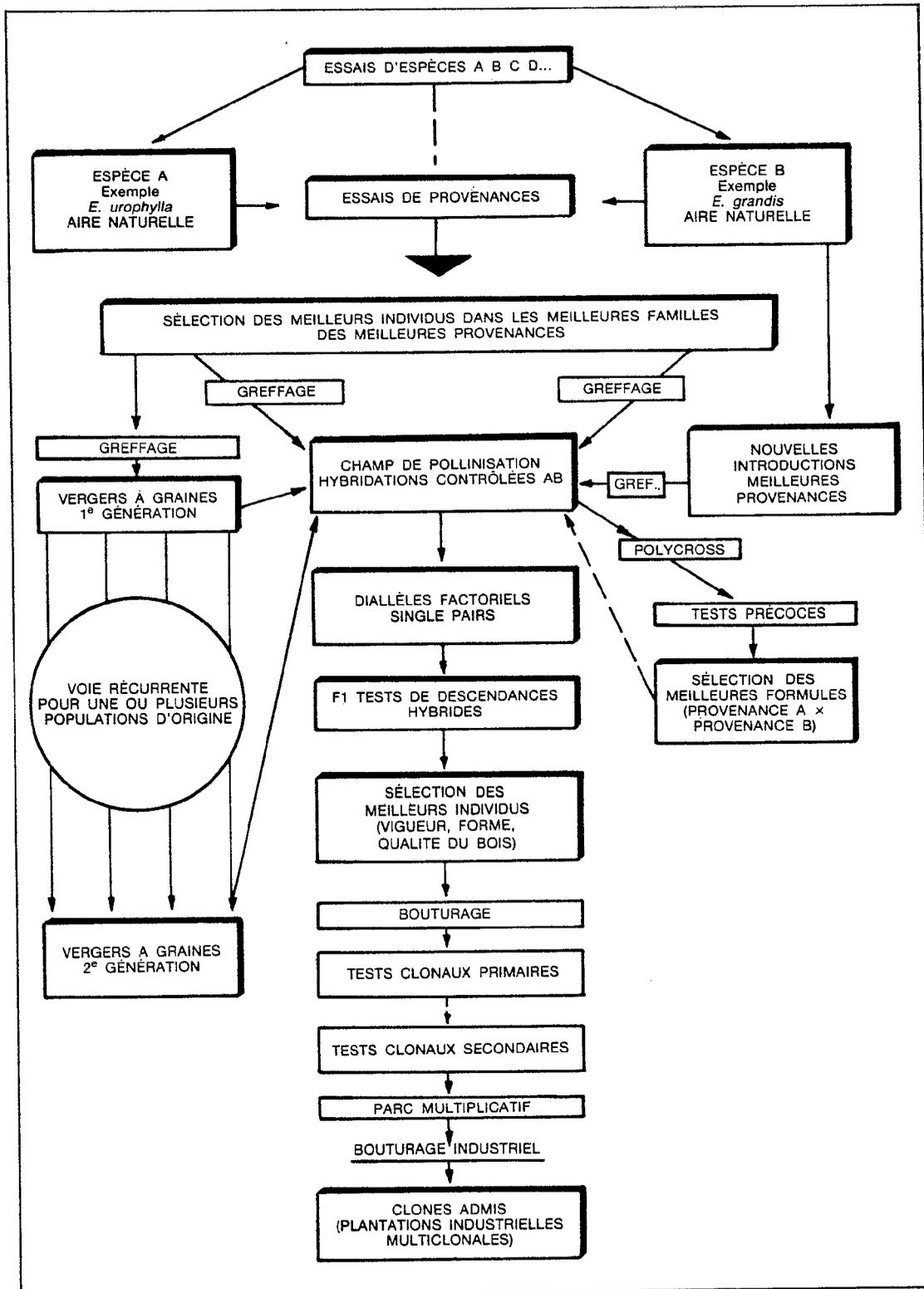


SCHÉMA SIMPLIFIÉ DE LA STRATÉGIE D'AMÉLIORATION GÉNÉTIQUE DES EUCALYPTUS HYBRIDES AU CONGO