

République de Côte-d'Ivoire
Union-Discipline-Travail

Ministère de l'Enseignement Supérieur,
de la Recherche et de l'Innovation Technologique

Institut National Polytechnique
Félix Houphouët-Boigny
Ecole Supérieure d'Agronomie

Institut des Forêts
Département Foresterie
IDEFOR-DFO

Mémoire de fin d'études pour l'obtention du Diplôme d'Agronomie Approfondie
(D.A.A.)

Option: Eaux et Forêts

Présenté par Germain Konan KOUADIO, élève-ingénieur des Eaux et Forêts.

**EVALUATION DES ESSAIS CLONAUX DE *Gmelina arborea* Roxb cas
de Sangoué 91: ETUDE DE LA PERFORMANCE DES CLONES AU
STADE JUVENILE 3 ET 6 ANS APRES LEUR IMPLANTATION.**

Soutenu le 19/01/1998 devant le jury composé de:

Président: - J.F. CHEVALIER.

Membres: - Ivan BEHAGHEL

- Dr Joseph KOULA

- Ginès MALDONADO

© Décembre 1997

CIRAD-Dist
UNITÉ BIBLIOTHÈQUE
Baillarguet



CIRAD

00010337

TABLE DES MATIERES

AVANT-PROPOS	1
ABREVIATIONS ET SIGLES	2
RESUME	3
ABSTRACT	4
INTRODUCTION	5
I. GENERALITES SUR LE <i>Gmelina arborea</i>	6
1.1. Aire naturelle	6
1.2. Ecologie.	6
1.3. Description de la plante.	6
1.4. Importance du <i>Gmelina</i> en Côte-d'Ivoire.	7
1.4.1. Historique	7
1.4.2. Développement des plantations industrielles de <i>Gmelina</i>	7
1.4.3. Propriétés technologiques et utilisations du bois de <i>Gmelina</i>	7
1.4.3.1. Qualités papetières du <i>Gmelina</i>	7
1.4.3.2. Sciage et déroulage	8
1.4.3.3. Utilisations du bois de <i>Gmelina</i>	8
1.5. Sylviculture du <i>Gmelina</i>	8
1.5.1. Régénération naturelle	8
1.5.2. Régénération artificielle.	8
1.5.2.1. Le semis direct en plantation	8
1.5.2.2. L'élevage de plants en pépinière	9
a. Les plants à racines nues ou stumps	9
b. plants en sachets plastiques	10
1.5.3. Multiplication végétative	10
1.5.3.1. Le greffage	10
1.5.3.2. Le bouturage	10
1.5.4. Densité de plantation	11
1.5.5. Entretiens et interventions divers	11
1.6. Situation actuelle de l'amélioration génétique du <i>Gmelina</i> en Côte-d'Ivoire. ..	11
1.6.1. Situation avant 1978	11
1.6.2. Résultats préliminaires des essais de provenance de <i>Gmelina arborea</i>	11
1.6.3. Le schéma d'amélioration génétique du <i>Gmelina</i>	12
1.6.3.1. Sélection individuelle	12
1.6.3.2. La voie générative	14
1.6.3.3. Les tests clonaux	15
II. MATERIELS ET METHODES	16
2.1. Présentation des essais	16
2.1.1. Caractéristiques des stations	16
2.1.1.1. Localisation	16
2.1.1.2. Végétation et sol	16

2.1.1.3. Données climatiques	16
2.1.2. Caractéristiques des essais	16
2.1.2.1. Le matériel végétal	16
2.1.2.2. Dispositifs expérimentaux et taille des parcelles	18
a. Dispositifs	18
b. Taille des parcelles	18
2.1.2.3. Mise en place	18
a. Préparation du terrain	18
b. Plantation	18
c. Suivi de la reprise	19
2.2. Inventaire des parcelles d'essai	21
2.2.1. Matériel d'inventaire	22
2.2.2. Caractères mesurés	22
2.3. Méthodes d'analyse.	22
2.3.1. Estimation des paramètres sylvicoles	22
2.3.1.1. Tarif de cubage	23
2.3.1.2. Limites du tarif	23
2.3.2. Analyses statistiques	24
III. RÉSULTATS	25
3.1. Taux de survie	25
3.2. Principaux paramètres sylvicoles des peuplements.	26
3.3. Etude de la vigueur générale des clones.	27
3.3.1. Circonférence et hauteur	27
3.3.2. Production	30
3.4. Liaisons entre caractères de sélection	32
3.4.1. Corrélations entre critères de sélection à 3 ans.	32
3.4.2. Corrélations entre critères de sélection à 6 ans.	33
3.4.3. Corrélation entre trois ans et six ans	34
3.5. Discussion	35
3.5.1. Etude de la croissance et de la production	35
3.5.2. Corrélation juvénile-adulte.	38
3.5.2.1. Liaisons entre caractères	38
3.5.2.2. Evolution de la physionomie de la plantation avec l'âge.	38
3.5.3. Influence du lieu de sélection sur la performance des clones.	38
3.5.4. Introduction d'une variable synthétique prenant en compte à la fois la vigueur et la forme.	39
3.5.4.1. Définition de la variable	39
3.5.4.2. Sélection des clones suivant la variable V_{mp}	39
CONCLUSION GENERALE	42
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	43
LISTE DES ANNEXES	45

AVANT-PROPOS

Les travaux du présent mémoire ont été effectués du 1^{er} mai au 25 novembre à l'IDEFOR-DFO (Institut des Forêts, Département Foresterie) dans le cadre du stage de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme d'Agronomie approfondie (D.A.A.), option "Eaux et Forêts".

Nous adressons nos sincères remerciements à tous ceux qui ont permis la réalisation de ce document.

Nos remerciements s'adressent d'abord à Messieurs Sié Koffi coordonnateur de l'IDEFOR et Balle Pity, Directeur de l'IDEFOR-DFO, qui ont bien voulu accepter que ce stage se déroule dans leur structure.

Nous exprimons notre vive reconnaissance à Monsieur Ivan Behaghel, ingénieur de recherche et chef de la Division Plantation, pour la grande disponibilité dont il a fait preuve lors de l'encadrement de ce travail.

Nous tenons à remercier Monsieur Dominique Louppe, ingénieur de recherche et chef de la division Savane, Madame N'Goran Alice, attaché de recherche à l'IDEFOR-DFO et monsieur Joseph Koula, responsable de la filière ingénieur agronome à l'I.N.P (Institut National Polytechnique), pour leur contribution à l'élaboration de ce travail et leurs nombreux et précieux conseils.

Nous témoignons enfin notre gratitude à toute l'Administration de l'IDEFOR-DFO ainsi qu'à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin au bon déroulement de ce stage.

ABRÉVIATIONS ET SIGLES

C.C.T. Plot : Correlation Curves Trend Plot

Centre DANIDA : DANIDA Forest Seed Centre

cf: confér

C.I. : Côte-d'Ivoire

C.T.F.T. : Centre Technique Forestier Tropical

F.A.O. : Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture

IDEFOR-DFO: Institut Des Forêts, Département Foresterie

N_b: nombre

S: superficie

SODEFOR: Société de Développement Des plantations Forestières

TC1: test clonal 1

TC2: test clonal 2

RESUME

Les essais de comparaison de provenances ont mis en évidence une grande variabilité inter provenance et individuelle qui constitue la base de la stratégie d'amélioration génétique de *Gmelina arborea* Roxb. en Côte-d'Ivoire.

Les premiers tests clonaux devant permettre d'évaluer les potentialités génétiques des clones ont été installés dans la région d'Oumé (zone de forêt dense semi-décidue). Les essais de la Sangoué (TC1 et TC2), disposés en 1991, comparent respectivement 11 et 29 clones plus un semis qui sert de témoin. Ce dernier est issu d'une plantation locale (Bamoro F55), identifiée comme l'une des meilleures sources de graines de reboisement en Côte-d'Ivoire.

L'évaluation de ces essais indique une faible corrélation entre 3 et 6 ans pour la plupart des critères de sélection, ce qui freine les élans vers une sortie variétale précoce pour le développement. Elle met également en évidence le mauvais comportement de la plupart des clones sélectionnés dans les essais de Rapid-Grah (zone sempervirente), ce qui, en attendant d'être confirmé par les essais clonaux de Mopri, restreint l'utilisation future des clones à la zone phytogéographique de leur sélection.

Malgré ces réserves, l'évaluation des clones révèle au stade juvénile une bonne croissance chez plusieurs d'entre eux qui se distinguent du semis de référence. Il s'agit des clones 10, 45, 50, 34, 104, 35, 41, et 94 sur l'ensemble des deux essais de la Sangoué, qui allient vigueur et qualité des tiges. Ces clones affichent des productivités supérieures à 23 m³/ha/an et des accroissements moyens supérieurs à 2,8 m/an pour la hauteur et 3 cm/an sur le diamètre.

Ces résultats suscitent enfin beaucoup d'espoir quant à l'obtention de gains importants par l'utilisation de variétés multiclonaux de *Gmelina arborea*.

Mots clés : *Gmelina arborea*, sélection, clones, test clonal, amélioration génétique.

ABSTRACT

Provenance comparison trials showed a big variability between inter-provenance and individual that sets the basis of genetic improvement strategy of *Gmelina arborea* in Côte-d'Ivoire.

The first clonal tests carried out to evaluate clones genetic potentialities were settled in the region of Oume (semi-deciduous forest area). The Sangoué trials (Clonal test 1 TC1, and Clonal test 2 TC2) installed in 1991 compare respectively 11 and 29 clones, and one reference seedling. The latter comes from a local plantation (Bamoro F55), identified as one of the best reforesting seeds source in Côte-d'Ivoire.

The trials assessment points out a low correlation between 3 and 6.years-old plantations for most selection parameters, which reduces hope for an early variety available for reforestation societies. It also indicates the bad behaviour of most clones selected in Rapid- Grah trials (evergreen forest area), which, before confirmation by Mopri trials, limits the further use of clones for the phytogeographic area of their selection.

In spite of this, the clones assessment shows a good growth at a juvenile stage for several of them that are different from the reference seedling. It concerns the clones number 10, 45, 50, 34, 104, 35, 41 et 94 on both Sangoué trials, that combine stem strength and quality. These clones productivities are superior to 23 m³/ha/yr and their average growth superior to 2,8 m/yr on the height and 3 cm on diameter.

These results offer finally much hope as for obtaining significant gains with the use of multi-varietal clones of *Gmelina arborea*.

Key-words : *Gmelina arborea*, selection, clones, clonal test, genetic improvement.

INTRODUCTION

Introduit en Côte-d'Ivoire en 1934, *Gmelina arborea* Roxb. est de plus en plus utilisé dans les reboisements avec plus de 6000 hectares plantés actuellement. Les raisons de l'intérêt des forestiers pour cette essence résident dans ses performances sylvicoles et ses qualités technologiques.

Le *Gmelina* a la possibilité d'atteindre un diamètre d'exploitabilité de 40-50 cm entre 15 et 20 ans à une densité finale de 100 à 150 tiges par hectare (Dupuy, 1987). Par ailleurs, sa relative plasticité permet de l'utiliser aussi bien en forêt dense humide sempervirente qu'en zone préforestière (Lamb, 1968).

Le *Gmelina* donne des résultats satisfaisants en sciage et en tranchage, avec des rendements bruts moyens supérieurs à 32% pour des billes de dimensions moyennes (32cm de diamètre). En plus, la densité du bois comprise entre 0,33 et 0,53 et sa couleur crème, augmentent ses possibilités d'utilisation en bois d'oeuvre (Kadio, 1995).

Le démarrage des travaux d'amélioration génétique en 1978, a conduit à la mise en place de deux essais de comparaison de provenances (ECP), l'un dans la région de San-Pédro (zone de forêt dense humide sempervirente), l'autre à Oumé, dans la station de la Sangoué (zone de forêt semi-décidue). Ces essais ont permis d'analyser la variabilité des caractères essentiels de l'espèce et d'entreprendre une sélection massale et de retenir 95 arbres remarquables sur la base des critères de vigueur et de forme (Kadio, 1990). A ces arbres "+" ont été rajoutés 25 arbres issus de quatre parcelles bien venantes de Côte-d'Ivoire : la parcelle F55 de Bamoro, la parcelle 75/4 de San-Pédro et les parcelles 64 et 66 de Céci. Ces 120 clones ont été mobilisés par greffage dans un parc à clones de 1988 à 1990, puis multipliés par bouturage pour la mise en place de : - deux vergers à graines de clones en 1991, l'un à l'Anguédédou et l'autre à la Sangoué

- sept essais clonaux dont trois à Oumé (Téné et Sangoué) et quatre à Mopri

Le but de ces tests clonaux est d'évaluer directement les aptitudes des clones. En effet l'importante variabilité phénotypique enregistrée dans les tests de comparaison des provenances (Dupuy, 1985) associée à l'excellente aptitude au bouturage de *Gmelina arborea* (Legare, 1991 a et b), permettent d'espérer des gains rapides et importants en multipliant des génotypes particulièrement intéressants. La sélection débouchera à terme sur la sortie d'une variété multiclonale performante pouvant être proposée au reboisement à grande échelle.

Le test clonal de 1990 à la Téné a déjà fait l'objet d'un inventaire, d'une éclaircie et d'une analyse comparant les 16 clones présents (Kadio, 1995). Les six autres n'ont pas encore été analysés.

Cette étude a pour principal objet, à l'issue d'un inventaire complet, l'analyse de deux autres essais (Sangoué 91, TC1 et TC2), pour évaluer les performances des clones avant l'âge adulte, dans un objectif de production de bois d'oeuvre.

Après une brève présentation de la plante, de ses caractéristiques sylvicoles et un aperçu de la situation actuelle de l'amélioration génétique de l'espèce, nous décrirons notre méthode d'étude avant d'en exposer les résultats.

I. GENERALITES SUR *Gmelina arborea*

Gmelina arborea Roxb, de la famille des Verbénacées est une essence tropicale asiatique. Son nom vernaculaire est Gumhar (Troup et al, 1921). Son nom pilote ATIBT (Association Technique Internationale des Bois Tropicaux) est "Yemane".

1.1. Aire naturelle

L'essentiel de l'aire naturelle de *Gmelina arborea* se situe dans le sous continent indien (latitude 28° Nord à 5° Sud, longitude 70° Est à 95° Est). Il est présent depuis le Pakistan jusqu'au Bangladesh, en Birmanie, au Sri-Lanka, Thaïlande, Laos, Kampuchea, Viet-Nam et les provinces du Sud-Est de la Chine. Il existe aussi en Malaisie et aux Philippines où il serait spontané (Dupuy, 85). Une aire de répartition aussi vaste suppose l'individualisation de nombreux écotypes. Trois variétés ont été identifiées en Inde : les variétés *typica*, *glaucescens* et *canescens* (cf annexe 2).

Par ailleurs, cette espèce a été introduite dans de nombreux pays de la zone tropicale humide africaine depuis plusieurs décennies.

1.2. Ecologie.

Le *Gmelina* est une essence de lumière qui, dans son aire indienne, est localisée essentiellement dans les plaines. Il est cependant doté d'une grande plasticité. Aussi le rencontre-t-on depuis le niveau de la mer jusqu'à 1500 m d'altitude ainsi que dans les zones de forêts denses sempervirentes avec des pluviométries annuelles atteignant 4500 mm, jusqu'aux zones de forêts sèches de pluviométrie ne dépassant pas 700 mm. *Gmelina arborea* supporte dans son aire d'extension des minima de température situés entre -1°C et 16°C et des maxima situés entre 38°C et 48°C.

Néanmoins les conditions climatiques favorables à sa bonne croissance sont réunies lorsque (Kouassi 1990) :

- les températures extrêmes oscillent entre 18°C et 35°C,
- les précipitations annuelles sont comprises entre 1700 et 2300 mm avec une saison sèche bien individualisée,
- une humidité relative au moins égale à 40%.

Gmelina arborea est peu exigeant quant à la qualité du sol bien qu'il préfère les sols profonds, humides et bien drainés.

1.3. Description de la plante.

Le *Gmelina* est une essence naturellement mal conformée. Il a tendance à développer de grosses branches et un tronc souvent fourchu court et rarement droit. Toutefois, c'est un arbre de belle forme lorsqu'il croît en massif.

Son écorce lisse et liégeuse, a une couleur variant du brun pâle au gris-cendré.

Les feuilles, caduques sont simples, opposées et sans stipules avec deux glandes au sommet du pétiole. Le limbe est grand (environ 8 x 15 cm), cordiforme, longuement acuminé et vert à la face supérieure qui est glabre. Les dessous de limbe, les jeunes pousses et les inflorescences sont tomenteux brun. La nervation est pennée et compte en général trois à six paires de nervures secondaires (Lamb, 1968).

La défoliation de l'arbre intervient en saison sèche. Dans son aire naturelle l'arbre fleurit en fin de saison sèche et fructifie deux mois environ après. Il existe de grandes variations inter et même intra-individuelles dans les périodes de floraison et de fructification.

L'inflorescence du *Gmelina* est une cyme terminale bipare; les fleurs sont jaunes et marrons et l'ovaire supère à placentation axile. La pollinisation est probablement entomophile (Dupuy, 1987).

Le fruit est une drupe charnue de 25 mm de diamètre, vert à l'état immature et jaune à maturité, il contient un noyau dur et ovale doté de plusieurs graines; généralement deux, parfois trois. Le maximum de fructification est enregistré environ un mois après l'apogée de la floraison. Cela correspond à la période de décembre-février dans la moitié sud de la Côte-d'Ivoire où la fructification s'étale de décembre à juin (Dupuy, 1985).

1.4. Importance du *Gmelina* en Côte-d'Ivoire.

1.4.1. Historique

Gmelina arborea Roxb., a été introduit en Côte-d'Ivoire depuis 1934 dans la forêt du Banco, en zone de forêt dense humide sempervirente. La première parcelle expérimentale d'une superficie de 666 m² fut créée dans la forêt du Banco à partir de graines reçues de la Sierra-Léone (De La Mensbrughe, 1956).

1.4.2. Développement des plantations industrielles de *Gmelina*.

Dix ans après son introduction, on réalise les premières plantations à grande échelle, en zone préforestière, dans la région de Bouaké. Plus de 880 ha seront réalisés entre 1935 et 1966. Entre 1966 et 1984 seulement 108 ha de *Gmelina* ont été plantés. Les plus grandes plantations industrielles de *Gmelina* ont été réalisées à partir de 1985 au total 4722 ha plantés entre 1985 et 1996 (cf annexe 1).

1.4.3. Propriétés technologiques et utilisations du bois de *Gmelina*

1.4.3.1. Qualités papetières du *Gmelina*

Plusieurs essais de fabrication de pâte papetière ont été réalisés avec le *Gmelina*. Ces essais ont donné satisfaction dans l'ensemble et les résultats enregistrés ont montré que les possibilités d'emploi de cette essence sont nombreuses (Boulet-Gercourt, 1977).

Le *Gmelina* peut être utilisé pour la fabrication de pâte Kraft blanchie ayant une blancheur élevée, une bonne opacité et des caractéristiques mécaniques comparables à celles des feuillus tempérés (Bouleau ou hêtre par exemple).

1.4.3.2. Sciage et déroulage

Le bois du *Gmelina* se prête bien au sciage et se rabote aisément sans émousser les outils. Néanmoins, la présence de contrefils donne parfois un aspect pelucheux aux sciages (Gasnier, 1981).

Le *Gmelina* se déroule également bien à froid, donnant des feuilles solides permettant de faire un contreplaqué de deuxième choix. La qualité des feuilles déroulées ou tranchées est cependant fortement affectée par la présence de noeuds non adhérents.

1.4.3.3. Utilisations du bois de *Gmelina*

Des essais menés au CTFT-CI ont montré que le *Gmelina* produit un bon bois d'oeuvre. Ses utilisations les plus courantes sont: constructions légères, charpente, petit mobilier, emballage. Le bois de *Gmelina* se ponce, se colle et se vernit bien. Le bois prend également bien la teinture (annexe 15).

Ses emplois traditionnels se rencontrent surtout dans son aire d'origine (Boulet-Gercourt, 1977) où le *Gmelina* est un véritable matériau à tout faire: sabots, tambour, embarcation, panneaux de portes, etc. Le *Gmelina* n'est pas particulièrement bon pour les poteaux (mauvaise rectitude en général, imprégnation difficile) et pour la production de bois de feu (pouvoir calorifique moyen).

1.5. Sylviculture du *Gmelina*

Très souvent introduit dans des expérimentations de reboisement à courte révolution (moins de 30 ans), le *Gmelina* est une essence à croissance rapide.

1.5.1. Régénération naturelle

La régénération est abondante dans les trouées et sur les bordures de certaines plantations établies sur sols pauvres.

Le fruit du *Gmelina* a besoin, pour germer, d'un apport considérable d'humidité et de chaleur. Pour cette raison, la germination sous couvert est quasiment impossible. De plus, il semble bien que les noyaux doivent être partiellement enterrés pour germer (Lamb, 1968).

1.5.2. Régénération artificielle.

1.5.2.1. Le semis direct en plantation

La pratique du semis direct a été utilisée avec succès dans plusieurs pays. Les meilleurs résultats ont été obtenus sur des stations bien défrichées et nettoyées par le feu, en utilisant des graines fraîches placées dans des poquets.

En Sierra Leone, on a montré qu'un semis direct avec poquets espacés de 2m et 4 ou 5 noyaux par poquets peut donner en fin de saison des pluies des plants de 3,5m de haut. D'autres essais réalisés sur un même type de sol ont montré que semé à la volée, à la densité de 50 kg par ha, il donne après 6 mois de saison pluvieuse des plants de 2,5m avec un couvert fermé (Boulet-Gercourt, 1977).

La graine doit être nettoyée avant le semis. Pour cela on plonge le fruit dans l'eau pendant 48 heures pour amollir la pulpe, ensuite le noyau est extrait par pinçage ou à l'aide d'un couteau. La graine contient 2 à 3 embryons qui peuvent tous germer mais généralement un seul devient vigoureux. Le pouvoir germinatif est assez élevé quand elle est semée relativement fraîche mais diminue vite avec le temps de conservation à température ambiante. Il semble possible d'obtenir 60% de germination après un an de conservation si l'on trempe les graines dans de l'eau pendant 48 heures (Loupe, 1978).

Le semis direct en plantation, nécessite un suivi particulier dans les premiers mois de plantation vis à vis de l'envahissement des mauvaises herbes et des attaques des rongeurs. De plus il faut un bon calage de la période de semis. De ce fait il est délaissé au profit de la plantation de plants conduits en pépinière.

1.5.2.2. L'élevage de plants en pépinière

C'est la technique de loin la plus utilisée, comme pour la plupart des essences de reboisement actuelles. Suivant les conditions climatiques locales, plusieurs modalités de cette technique sont appliquées pour le *Gmelina*.

a. Les plants à racines nues ou stumps

Cette variante convient aux stations humides avec une pluviométrie supérieure à 1300 mm/an. Elle a cependant été utilisée avec succès dans des zones plus sèches notamment au Burkina Faso et au Mali (Loupe, 1978).

On sème soit directement dans les planches où on élèvera les plants jusqu'au moment de l'arrachage, soit tout d'abord dans des germoirs pour repiquer ensuite les plants nouvellement germés dans des planches.

Dans tous les cas on utilise pour la transplantation en champ des plants en hautes tiges effeuillées, soit en stumps. Il est souhaitable de planter des stumps de petit diamètre donc qu'en conséquence il faut semer les plants au bon moment ou en plus forte densité (Loupe et al, 1991).

L'utilisation des stumps conduit à l'apparition de tiges multiples lors de la reprise qu'il faudra très rapidement démarier dans le cas de la production de bois d'oeuvre mais qui peuvent constituer un avantage pour la production de bois de feu ou de service (Loupe, 1978). Cette technique a des avantages incontestables qui sont:

- transport facile et peu coûteux;
- mise en place facile après trouaison préalable;
- bonne reprise en général.

b. plants en sachets plastiques

C'est la technique la plus courante, conseillée pour les boutures. Comme pour les plants à racines nues, on pourra soit semer directement dans les sachets, soit dans des germeoirs puis repiquer dans des sachets, soit encore mettre en sachet des plants de bouture préalablement sevrés et éduqués. Ces sachets plastiques, n'étant pas biodégradables, sont à enlever lors de la mise en place de plants au champ. Il faut couper la base du fond de pot pour éviter l'étranglement des racines. Il faudra également éviter que la terre autour des racines ne s'effrite lors du transport et de la transplantation et éviter l'étêtage des plants trop grands. Quand la technique est bien conduite, on obtient un bon pourcentage de reprise.

1.5.3. Multiplication végétative

1.5.3.1. Le greffage

Tout comme chez de nombreuses espèces forestières, la meilleure période de greffage pour le *Gmelina* est celle qui précède la reprise d'activité des bourgeons, ce qui correspond à la période allant de fin février à début mars dans la moitié sud du pays, ou juste après l'allongement des bourgeons dormants (avril).

Les meilleurs greffons pour l'écussonnage ou le placage simple sont constitués par les bourgeons dormants ou en débourrements situés à l'aisselle des feuilles ou au niveau des cicatrices foliaires (Kadio, 1991).

Les résultats obtenus donnent des taux de réussite supérieurs à 56%, toutes techniques confondues. Ces taux dépendent essentiellement du stade végétatif du greffon. Les méthodes d'écussonnage et de placage simple sont celles utilisées pour la mobilisation des clones, eu égard à leur facilité d'exécution et leur taux de réussite qui dépassent 70%.

1.5.3.2. Le bouturage

Les boutures sont réalisées avec des rejets de recépage de deux à trois semaines constitués par les extrémités des pousses portant le bourgeon terminal. Elles sont longues de 12 cm et portent 4 à 6 feuilles réduites aux 2/3 environ de leurs dimensions pour limiter la transpiration et l'encombrement des bacs de bouturage.

Les boutures subissent un traitement antifongique par trempage rapide dans une solution contenant 0,6g/l de Benlate à 50% de Bénomyl (Kadio, 1990), avant d'être placées sous "mist" de nébulation à une hygrométrie proche de la saturation. L'induction de la rhizogénèse est obtenue sur sable de lagune puis les boutures enracinées sont repiquées en pots d'un litre contenant de la terre humifère. Les résultats obtenus pour l'ensemble donnent des taux d'enracinement supérieurs à 70%.

Par ailleurs, le bouturage direct en sachets contenant des mélanges de substrats organiques riches en éléments nutritifs (terre humifère, bourre de coco, balle de riz, parche de café) a été entrepris avec succès par la SODEFOR (Kadio, 1990).

1.5.4. Densité de plantation

On relève dans la littérature une gamme relativement large de densités de plantation. On retiendra simplement que la densité de plantation du *Gmelina* dépend de la station et des objectifs recherchés. Dans les stations ouvertes et en plantation monospécifique il est préconisé des densités élevées, supérieures à 1111 tiges/ha (écartement ne dépassant pas 3 m x 3 m). Ce choix permet non seulement de lutter contre l'enherbement auquel le *Gmelina* est sensible dans son jeune âge mais également de favoriser l'élagage car le *Gmelina* a une branchaison abondante.

1.5.5. Entretien et interventions divers

Les entretiens et autres soins à la plantation doivent être effectués rapidement. Ils consistent en l'élimination des défauts tels que les grosses branches basses latérales, les doubles tiges, les fourches, et les tiges déformées. Ces entretiens seront rarement nécessaires après la seconde année de plantation.

1.6. Situation actuelle de l'amélioration génétique du *Gmelina* en Côte-d'Ivoire.

1.6.1. Situation avant 1978

Dix ans après son introduction en Côte-d'Ivoire, soit en 1944, on réalise les premières plantations à grande échelle de *Gmelina*, en zones préforestières sur sols jugés impropres au reboisement en Teck. A partir donc de cette date, plusieurs parcelles seront installées pour étudier la productivité de *Gmelina arborea* en plantation. Il s'agit des parcelles de Kokondékro (1944), de Bamoro (1955) et de Bennafoko (1959).

C'est finalement à la faveur de la mise en place des essais internationaux de comparaison de provenances, sur initiative de la F.A.O. et avec la coordination du centre DANIDA (Danemark) en 1978, que démarre le programme d'amélioration génétique du *Gmelina* en Côte-d'Ivoire. Ainsi deux essais de provenances seront réalisés en Côte-d'Ivoire, l'un en zone sempervirente (Rapid-Grah), dans la région de San-Pédro et l'autre en zone de forêt semi-décidue (Sangoué), près d'Oumé.

Six provenances originaires d'Asie, auxquelles a été rajoutée une provenance de Côte-d'Ivoire (Bamoro), ont été testées dans l'essai de la Sangoué. Quant à l'essai de Rapid-Grah, il comparait neuf provenances d'origine indienne, auxquelles on a rajouté la même provenance ivoirienne testée à la Sangoué (cf annexe 3 et 4).

1.6.2. Résultats préliminaires des essais de provenances de *Gmelina arborea*

En 1984, des inventaires ont été réalisés dans les essais comparatifs de provenances de la Sangoué et de Rapid-Grah. L'analyse des données de ces inventaires a conduit aux conclusions suivantes (Kadio, 1991):

- en zone de forêt dense semi-décidue, les meilleures provenances sont celles de Bamoro (Côte-d'Ivoire), Shikaribari (Inde) et Baramura (Inde). En effet, elles allient une bonne vigueur avec des critères de forme bons (pour la rectitude) à moyens (pour la cylindricité).

- en zone de forêt humide sempervirente, les provenances Bamoro, Meghalaya (Inde) et Kundrukutu sont les meilleures avec une bonne vigueur, une bonne rectitude, une bonne cylindricité et un élagage moyen.

Par ailleurs, à l'exclusion de la rectitude du fût, les variables qualitatives (cylindricité, surface des noeuds, quantité des noeuds, et qualité de l'élagage) empirent avec l'augmentation de la vigueur (hauteur totale et circonférence) (KADIO, 1990).

En outre les variables qualitatives sont positivement corrélées entre elles, à l'exception de la qualité de l'élagage et de la surface des noeuds qui sont négativement corrélées.

La sélection des meilleures provenances a été effectuée sur les critères suivants: cylindricité, rectitude, qualité de l'élagage naturel, hauteur de fourchaison et tiges multiples.

En zone de forêt dense humide sempervirente, les meilleures provenances testées sont:

- Tamil Nadu (Inde), avec une très bonne vigueur mais branchue,
- Bamoro (Côte-d'Ivoire) et Kundrukutu (Inde), avec une bonne rectitude, une bonne cylindricité, une bonne vigueur et un élagage moyen.

En zone de forêt dense humide semi- décidue, les meilleures provenances testées sont: Baramura (Inde), Shikaribari (Inde) et Bamoro (Côte-d'Ivoire) qui allient une bonne vigueur avec des critères de forme bons à moyens.

En ce qui concerne les problèmes de forme, les premières observations réalisées dans les tests de provenances installés en Côte-d'Ivoire montrent que:

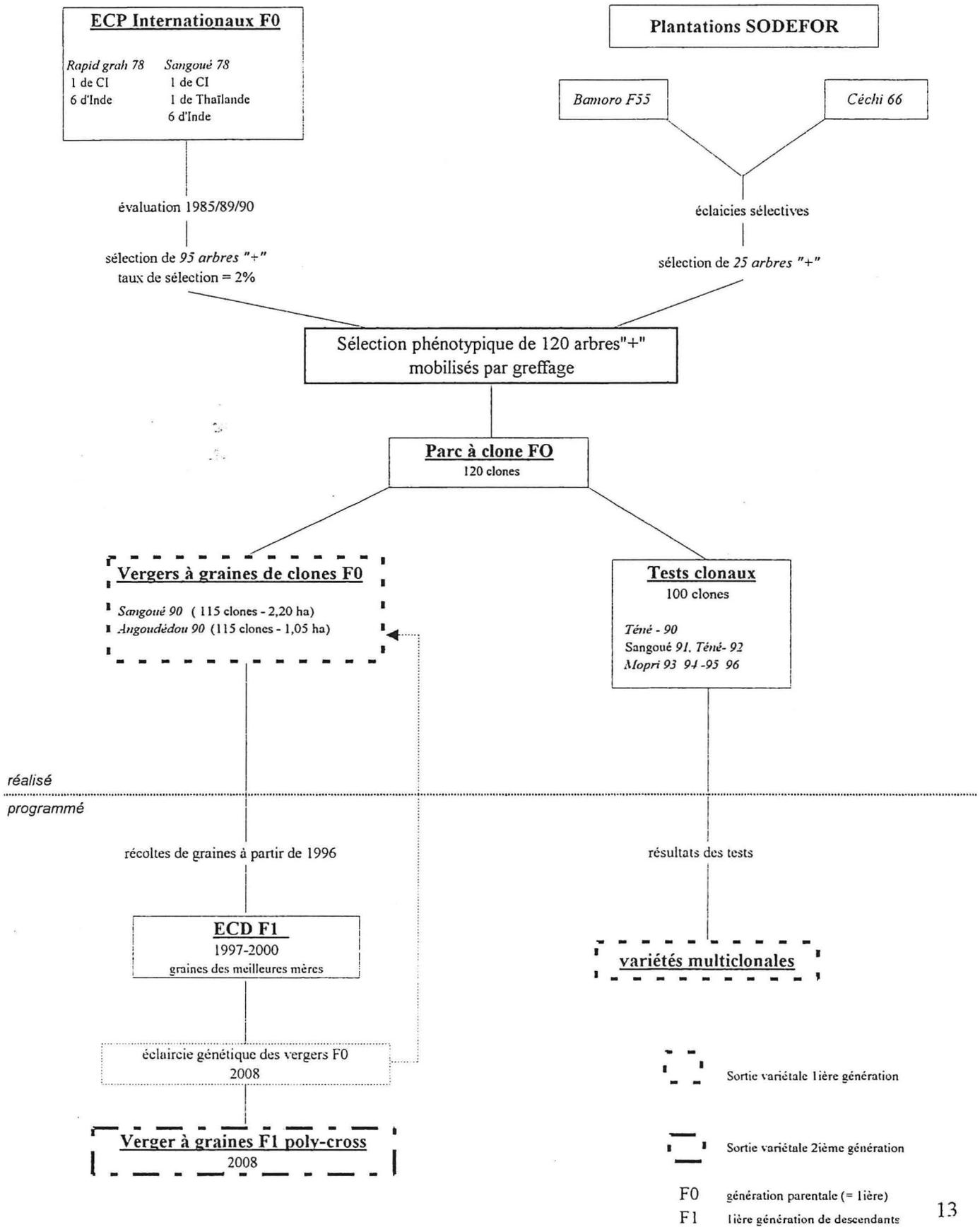
- le critère tige multiple, fréquent chez le *Gmelina* est indépendant de la provenance mais semble lié à la station (type de plant, sol, ...),
- les arbres cylindriques sont droits, verticaux et bien élagués,
- la rectitude, la présence de chicots et la dimension des noeuds sont indépendantes de la station.

Ces analyses suggèrent en conclusion que l'amélioration des caractères qualitatifs s'accompagnerait d'une perte de vigueur. Cependant l'amélioration de l'une des variables qualitatives peut avoir des effets synergiques sur l'ensemble des autres (Kadio, 1990).

1.6.3. Le schéma d'amélioration génétique du *Gmelina*

1.6.3.1. Sélection individuelle

Les évaluations des essais de provenances mettent en évidence une grande variabilité génétique chez *Gmelina arborea*, ce qui permet d'espérer des gains importants en sélection. Aussi en 1990, réalise-t-on dans les essais de provenances, une sélection phénotypique des arbres remarquables appelés "arbres +" (cf photo page 15), basée sur des critères qualitatifs (rectitude, cylindricité, élagage, branchaison et absence de fourche) et de vigueur (circonférence à 1,30 m et hauteur de fût). L'objectif de cette sélection est de tirer meilleur parti des différences individuelles importantes relevées dans les essais de provenances et d'espérer des gains génétiques importants par la sélection clonale (cf schéma).



Les sélections sont intervenues dans les meilleures provenances de l'aire d'origine du *Gmelina arborea* (Shikaribari, Baramura, Maghalaya et Kundrukutu) ainsi que dans les descendances de Bamoro. Au total, 95 arbres ont ainsi été sélectionnés dans les deux essais de comparaison de provenances de 1978 dont nous avons parlé plus haut.

En effet, les inventaires de 1984 ont permis la présélection des arbres dans les essais comparatifs de provenance. Les performances de l'arbre présélectionné sont ensuite comparées à celles de ses huit voisins immédiats pour pondérer l'effet milieu. Si l'individu présélectionné est inférieur pour deux caractères au moins à l'un de ses voisins, il est systématiquement éliminé.

Des sélections complémentaires basées sur le même principe ont été effectuées dans la parcelle F55 de Bamoro, dans la parcelle 75/4 de San-Pédro ainsi que dans les reboisements industriels bienvenants de 1964 et 1966 à Céci (descendance Bamoro).

En mars 1990, une étude des caractéristiques technologiques des arbres + issus des essais comparatifs de provenances a été initiée en collaboration avec la division technologie du bois de l'IDEFOR-DFO, afin d'évaluer les propriétés physiques et mécaniques du *Gmelina arborea*. Les résultats de cette étude montrent que les caractéristiques technologiques des arbres remarquables restent relativement homogènes entre les provenances et confirment que le *Gmelina* donne un bon bois d'oeuvre (Kouassi, 1990).

Au total, 120 arbres + ont été mobilisés par greffage puis multipliés par bouturage, pour constituer le parc à clones d'Abidjan (Kadio 90) dont une partie a été par la suite transférée à l'Anguédédou (20 km d'Abidjan).

A partir de cette étape, deux voies de sélection ont été entamées: la voie générative et la voie végétative.

1.6.3.2. La voie générative

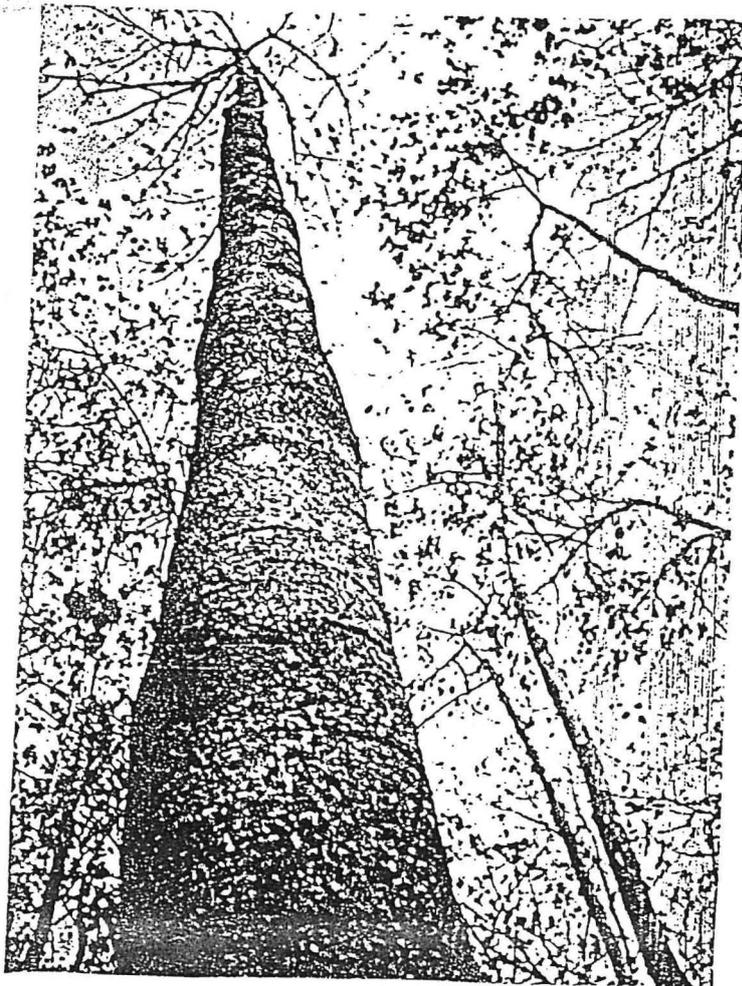
Cette partie du programme d'amélioration génétique sera entamée par la réalisation en 1991 de deux vergers à graines de clones d'arbres plus de *Gmelina arborea* dont l'un à l'Anguédédou (zone sempervirente) et l'autre à la Sangoué (zone semi-décidue). Le verger à graines de l'Anguédédou comporte 115 clones et couvre une superficie de 10305m². Celui de la Sangoué qui couvre une superficie de 2,2ha, a été réalisé avec les mêmes clones utilisés à l'Anguédédou (115 clones). Ces deux vergers ont été réalisés à partir de boutures de greffes des arbres sélectionnés.

L'objectif de ces vergers à graines est de permettre d'évaluer l'héritabilité des potentialités génétiques des clones sélectionnés à travers l'étude des descendances de clones par des tests de descendance. Cette voie doit aboutir à l'obtention d'une population améliorée de seconde génération (Kadio, 1995). Pour l'heure, les tests de descendances n'ont pas encore été réalisés du fait d'une fructification insuffisante du verger.

1.6.3.3. Les tests clonaux

Les test clonaux constituent la voie végétative de la stratégie d'amélioration génétique. Ils ont pour but d'évaluer directement les performances des clones sélectionnés dans deux zones climatiques différentes. En zone de forêt dense semi-décidue ont été réalisé 5 essais clonaux dans la région d'Oumé. Trois de ces essais se trouvent à la Téné, à savoir: Téné 90, Téné 92 (TC1 et TC2); les deux autres se trouvant à la Sangoué (Sangoué 91, TC1 et TC2). D'autres essais similaires ont été par la suite réalisés entre 1993 et 1996 à Mopri dans la zone sempervirente. Tous ces essais doivent déboucher à terme sur la sortie de variétés multiclonales très performantes pour soutenir le reboisement intensif.

Les chapitres qui suivent s'inscrivent dans cette dernière voie d'amélioration et concernent précisément la phase d'évaluation de ces tests clonaux, avant l'âge adulte.



Arbre"" de Rapid-Grah
(Photo: Ahoba, 1990)

II. MATERIELS ET METHODES

2.1. Présentation des essais

2.1.1. Caractéristiques des stations

2.1.1.1. Localisation

Les essais de clones de la Sangoué ont été installés dans la parcelle 1991 du chantier de reboisement de la SODEFOR, situé à 200m d'altitude, 6°20 de latitude Nord et à 5°30 de longitude Ouest (Kadio et al, 1991):

2.1.1.2. Végétation et sol

Les stations de la Sangoué et de la Téné sont situées dans la zone de forêt dense humide semi-décidue. Le sol est de type ferrallitique moyennement désaturé sur roche mère granitique. Les essais de la Sangoué ont été installés à l'emplacement d'anciennes plantations de Fraké détruites par le feu.

2.1.1.3. Données climatiques

Le climat est de type subéquatorial avec deux saisons de pluies et deux saisons sèches. La pluviométrie totale annuelle enregistrée sur le campement SODEFOR de la Sangoué varie entre 1100 mm et 1800 mm, avec une moyenne annuelle de 1350 mm. Le déficit hydrique cumulé atteint 300 mm en 4 mois de saison sèche. Les mois de décembre à février peuvent être considérés comme écologiquement secs (cf annexe 6).

La température moyenne annuelle est de 26,5°C avec un maximum de 28°C en mars et un minimum de 24°C en octobre. Les écarts notables sont dus à l'harmattan (décembre-février) avec un minimum absolu pouvant atteindre 15°C.

2.1.2. Caractéristiques des essais

2.1.2.1. Le matériel végétal

Des têtes de clones livrées à la pépinière de la SODEFOR à la Téné en Janvier 1991 ont été multipliées en vue de leur utilisation dans les essais clonaux . Ces plants représentent 40% du matériel végétal mis en place dans ces tests; les autres plants ont été produits par la pépinière IDEFOR à partir des pieds mères du parc à clones d'Abidjan (cf tableaux n°1 et 2). Ces plants ont été obtenus par bouturage herbacé de rejets de recépage conformément à la technique décrite dans le paragraphe 1.5.3.2.

Des semis de *Gmelina arborea* issus de la pépinière de Bamoro et produits par la SODEFOR (pépinière de la Téné) ont été utilisés dans les essais comme traitement témoin. Les deux dispositifs de *Gmelina* ont été délimités par une ligne de plantation de Samba (*Triplochiton scleroxylon*).

Tableau n° 1: Liste des clones utilisés dans le test clonal 1 (TC1) de Sangoué 91 avec leur provenance et leur lieu de sélection

Clones	Site de sélection	Provenances
10	ECP 78 - Sangoué	BARAMURA, Tripura (Inde)
28; 29; 30; 40; 41	ECP 78 - Sangoué	SHIKARIBARI, Tripura (Inde)
34; 37	ECP 78 - Sangoué	BAMORO (Côte-d'Ivoire)
38; 45	ECP 78 - Sangoué	KUNDRUKUTU, Bihar (Inde)
93	ECP 78 - San Pédro	NONGPOH, Meghalaya (Inde)

Kadio et al, 1991.

Tableau n° 2: Liste des clones utilisés dans le test clonal 2 (TC2) de Sangoué 91 avec leur provenance et leur lieu de sélection

Clones	Sites de sélection	Provenances
5; 28; 30; 40; 41	ECP 78 - Sangoué	SHIKARIBARI, Tripura (Inde)
10; 24; 25; 26	ECP 78 - Sangoué	BARAMURA, Tripura (Inde)
22; 34; 35; 37; 50	ECP 78 - Sangoué	BAMORO (Côte-d'Ivoire)
27; 47	ECP 78 - Sangoué	MAHILONG, Bihar (Inde)
38; 44	ECP 78 - Sangoué	KUNDRUKUTU, Bihar (Inde)
54	ECP 78 - Sangoué	THITHIMATHI, Karnataka (Inde)
60	ECP 78 - San Pédro	SOUTH DANGS, Gujarat (Inde)
70; 90	ECP 78 - San Pédro	ODAH ASSAM (Inde)
84	ECP 78 - San Pédro	MT STUART, Tamil Nadu (Inde)
93	ECP 78 - San Pédro	NONGPOH, Meghalaya (Inde)
73	ECP 78 - San Pédro	BAMORO (Côte-d'Ivoire)
104	Bouaké - Bamoro	F55- Bamoro
112	SOTROPAL - Céchi	Descendance Bamoro

Kadio et al, 1991.

2.1.2.2. Dispositifs expérimentaux et tailles des parcelles

a. Dispositifs

Les tests clonaux 1 et 2 (TC1 et TC2) de la Sangoué mettent en comparaison respectivement 11 et 29 clones soit au total 12 et 30 traitements en comptant le semis, disposés en blocs complets équilibrés avec 4 répétitions (cf annexe 7).

b. Tailles des parcelles

Tous les essais ont été réalisés à la densité de plantation de 1111 tiges à l'hectare soit un écartement entre les plants de 3m x 3m. Dans le TC2, les parcelles unitaires comportent chacune 10 plants disposés sur une ligne. Le nombre de plant par parcelle unitaire dans le TC1 est de 25, disposés sur 5 lignes et 5 rangs (cf tableau n°3).

Tableau n° 3: Taille et nombre de plants dans les essais clonaux de Sangoué 91

	Sangoué 91 (TC1)		Sangoué 91 (TC2)	
	S (m ²)	N _b plants	S (m ²)	N _b plants
Parcelles unitaires	225	25	90	10
Bloc (répétition)	2700	300	2700	300
Total dispositif	12096	1348	12096	1348
-Sans bordure	10800	1200	10800	1200
-Avec bordure	12096	1348	12096	1348

(Kadio et al, 1991)

2.1.2.3. Mise en place

a. Préparation du terrain

La parcelle est une ancienne plantation de Fraké (*Terminalia superba*) parcourue à plusieurs reprises par des feux de brousse. Le terrain a été préparé par abattage manuel des pieds subsistants suivi du brûlage, sans labour. Une trouaison préalable a été effectuée par les équipes de la SODEFOR. Les dimensions des trous sont de 20 cm x 20 cm x 20cm.

b. Plantation

La distribution des plants sur le terrain et la plantation proprement dite sont intervenues successivement le 29 mai 1991 pour le test clonal 1 (TC1) et le 30 mai 1991 pour le test clonal 2 (TC2).

c. Suivi de la reprise

Le premier entretien de la plantation a été réalisé juste avant le regarnissage par une équipe de l'IDEFOR-DFO et consistait au fauchage en plein de toutes les mauvaises herbes ainsi qu'au démariage des tiges multiples. Les autres entretiens ont été effectués par la SODEFOR/ Division de la Sangoué suivant la norme de 2 à 3 passages par an avant l'âge de deux ans et d'un passage par an après cet âge.

Un comptage de la mortalité a été effectué le 23/08/91, environ 3 mois après la plantation. Des regarnis ont été réalisés le 18/09/91, trois mois et demi après la plantation. Les tableaux 6 et 7 résument les mortalités et les regarnis réalisés dans les essais (cf tableaux n° 4 et 5).

Tableau n° 4: Nombre de plants morts et remplacés par clones 3 mois et demi après la plantation dans le test clonal 1 (TC1) de Sangoué 91.

N° clone	Blocs				Total (sur 100)
	I	II	III	IV	
10	3	6	1	3	13
28	4	2	0	0	6
29	5	7	1	3	16
30	5	11	3	9	28
34	0	0	0	0	0
37	6	5	2	4	17
38	2	2	2	1	7
40	3	1	0	2	6
41	1	1	0	2	4
45	0	1	0	0	1
93	7	3	4	1	15
SEMIS	3	7	2	3	15
Total bloc	39	46	15	28	128
%	13	15,3	5	9,3	10,7

(Kadio et al, 1991)

Tableau n°5: Nombre de plants morts et remplacés par clone 3 mois et demi après plantation dans le test clonal 2 (TC2) de Sangoué 91.

N° clone	Blocs				Total	
	I	II	III	IV	Nbre	%
SEMIS	2	3	3	3	11	27,5
50	1	0	0	0	1	2,5
44	0	2	2	1	5	12,5
93	3	2	1	0	6	15
10	1	3	1	1	6	15
41	1	0	1	1	3	7,5
28	2	6	0	0	8	20
30	2	3	3	3	11	27,5
94	0	1	0	0	1	2,5
22	0	0	1	1	2	5
37	1	2	2	3	8	20
73	2	2	4	2	11	27,5
60	0	3	0	1	3	7,5
5	6	2	5	2	16	40
84	2	3	4	1	8	20
27	0	1	0	2	2	5
26	0	0	1	0	2	5
54	1	1	3	0	6	15
35	0	2	1	0	3	7,5
104	2	3	1	3	9	22,5
25	1	2	0	1	4	10
67	1	0	4	1	6	15
90	0	3	0	3	6	15
47	0	0	0	0	0	0
70	0	1	3	1	5	12,5
112	0	1	3	1	5	12,5
24	3	1	3	2	9	22,5
40	0	3	0	2	5	12,5
34	5	5	2	0	12	30
61	1	3	4	3	11	27,5
Total	37	58	52	38	185	
%	12,3	19,3	17,3	12,7	15,4	

Kadio et al, 1991

2.2. Inventaire des parcelles d'essai

Les inventaires ont été réalisés dans le cadre de la mission qui s'est déroulée du 17 au 22 septembre 1997 inclus à Oumé (Sangoué et Téné) avec une équipe de 7 personnes parties d'Abidjan (équipe dont nous faisons partie).

Le premier jour de travail a été consacré à l'inventaire de la parcelle clonale de *Gmelina* de Téné 90 pour laquelle seule la circonférence des arbres a été mesurée et qui a mobilisé 6 personnes organisées comme suit:

- cinq personnes pour la mesure des circonférences et
- un pointeur.

Par la suite, l'équipe de l'IDEFOR s'est scindée en deux groupes auxquels ont été rajoutés des manoeuvres recrutés au campement SODEFOR de la Téné. L'un des groupes était chargé d'inventorier des essais d'autres espèces notamment de Teck (*Tectona grandis*) et de Cedrela (*Cedrela angustifolia*). L'équipe avec laquelle nous avons principalement travaillé était chargée de l'inventaire autres tests clonaux de la Téné (Téné 92 TC1 et TC2), d'une superficie de 2 ha. Elle était composée de 7 personnes dont 4 de l'IDEFOR et 3 manoeuvres, et dont les rôles ont été les suivants:

- 2 personnes pour la mesure des hauteurs des arbres dont l'une pour la mesure effective et l'autre pour tenir la mire,
- 1 personne pour la mesure de la circonférence,
- 2 personnes pour l'appréciation des caractères de forme; l'une d'entre elles jouant également le rôle de pointeur,
- 2 personnes pour la désignation et le griffage des arbres à éclaircir.

Les inventaires des parcelles clonales de *Gmelina* de la Sangoué (1991) ont été réalisés pendant les deux derniers jours de la mission. L'équipe de l'IDEFOR, afin de gagner du temps, a été à cet effet complétée par 4 manoeuvres recrutés au campement SODEFOR de la Sangoué. Ce sont deux parcelles TC1 et TC2 qui seront étudiés dans ce document. L'organisation de l'équipe était la suivante:

- 6 personnes pour la mesure des hauteurs des arbres dont 3 pour la mesure effective, les 3 autres tenant les mires,
- 2 personnes pour la mesure de la circonférence,
- 2 personnes pour l'appréciation des caractères de forme
- 1 pointeur.

Les inventaires des parcelles de *Gmelina* ont été réalisés en cinq journées de travail.

2.2.1. Matériel d'inventaire

Il s'agit d'un inventaire complet au cours duquel tous les arbres ont été mesurés individuellement. Le matériel utilisé se compose comme suit:

- des mètres rubans pour la mesure des circonférences,
- des dendromètres de Blume-leiss et des dendromètres Suunto pour la mesure des hauteurs.

2.2.2. Caractères mesurés

La vigueur est appréciée par la mesure de la hauteur totale et de la circonférence à 1,30m du sol, effectuée pour tous les arbres du peuplement. Ces caractères ont été mesurés à 3 ans et à 6 ans pour les tests clonaux de la Sangoué (cf annexe 8 et 9).

La forme de la tige est caractérisée par les cotations à 4 classes de trois caractères à savoir la rectitude, la cylindricité et la grosseur des branches. Les classes de cotation ont été constituées comme l'indique le tableau suivant:

Tableau n°6: Classes des cotations retenues lors des inventaires 94 et 96 pour les caractères qualitatifs dans les tests clonaux de *Gmelina arborea* de Sangoué 91.

	Classe 0	Classe1	Classe2	Classe3
Rectitude	pas de courbure	1 courbure légère	2 courbures prononcées	3 courbures et plus
Cylindricité	cylindricité parfaite	1 méplat	2 méplats	3 méplats et plus
Grosseur de branches	branches très fines	branches fines	branches moyennes	grosses branches ou bas fourchu

Les données de 1994 traités dans ce document proviennent de l'inventaire réalisé en octobre 1994 par l'équipe de la division Amélioration Génétique de l'IDEFOR-DFO. C'était également un inventaire complet identique à celui que nous avons réalisé aussi bien pour le matériel utilisé que pour les variables mesurées.

2.3. Méthodes d'analyse.

2.3.1. Estimation des paramètres sylvicoles

Les principaux paramètres sylvicoles ont été calculés par programmation sur le logiciel SAS/STAT à partir du fichier de données individuelles saisies sur tableur Excel 5.0. Nous avons ainsi calculé les surfaces terrières, les hauteurs moyennes ainsi que les hauteurs dominantes à 3 ans et à 6 ans pour les parcelles clonales de la Sangoué.

Les volumes ont été calculés à partir du tarif de cubage que nous avons établi en collaboration avec G. Maldonado (novembre 1997) pour le volume bois fort. Ce tarif a été réalisé à partir des données ayant servi à établir en 1987 par N'Guessan, un tarif à une entrée qui surestime quelque peu les volumes dans les classes de diamètre qui concernent notre peuplement.

2.3.1.1. Tarif de cubage

Le tarif de cubage a été établi à partir d'un échantillon de 546 arbres dont les circonférences sont comprises entre 22 et 110cm. Ces arbres proviennent de l'essai CCT.Plot de la Sangoué (N'Guessan, 1987).

Le tarif ayant servi aux calculs des volumes est le suivant ¹:

$$V_{bf} = -0,1163 + 0,1091 \cdot \sqrt{C^2H} + 0,0109 \cdot C^2H \quad (1) \quad \text{pour} \quad C^2H > 16$$

$$V_{bf} = 0,0085 \cdot \sqrt{C^2H} + 0,0296 \cdot C^2H \quad (2) \quad \text{pour} \quad C^2H \leq 16$$

V_{bf} = Volume bois fort

Il s'agit d'un tarif à deux entrées ($V=f(C,H)$) qui a été établi à l'aide de deux méthodes. Nous avons d'abord utilisé la méthode de régression simple de type polynomial du logiciel Excel (version 5.0), qui nous a donné l'équation (1). Cependant, la distribution des résidus nous a permis de nous rendre compte que le poids des tiges de grandes dimensions entraîne une mauvaise estimation du volume des petites tiges; or l'échantillon contient peu de gros arbres. Nous avons alors utilisé la méthode de pondération de Caillez (1979) qui nous a permis d'obtenir l'équation (2), qui donne une bien meilleure répartition des résidus pour les petites tiges (cf annexe 10 a).

Ces deux équations ne sont utilisables que pour les arbres de circonférence comprise entre 22 et 110 cm.

2.3.1.2. Limites du tarif

L'observation de la distribution des circonférences par rapport aux volumes montre nettement la présence de deux nuages de points bien distincts, preuve d'une hétérogénéité manifeste au niveau des données recueillies. Les tarifs à une entrée du type $V=f(C,C^2)$ surestiment systématiquement un groupe de données pour lesquelles le nuage de points se trouve détaché du groupe principal (cf annexe 10 b). Le tarif à deux entrées retenu indique également au niveau de la distribution des résidus, un autre groupe de points qui se retrouvent cette fois-ci au dessus du nuage principal. L'effet de ce groupe relativement moins important a été négligé.

¹Note sur l'établissement de tarifs de cubage pour *Gmelina arborea*, IDEFOR-DFO novembre 1997 (à paraître)

2.3.2. Analyses statistiques

Pour chacune des variables quantitatives étudiées, une analyse de variance a été réalisée à partir des données individuelles, pour tester l'existence éventuelle de différences significatives entre clones. Les données ont été analysées avec le logiciel SAS/STAT version 6.10 (SAS Institute Inc, 1988). Les analyses de variance ont été réalisées à l'aide de la procédure GLM couplée à une comparaison multiple de moyennes suivant la méthode de Student-Newman-Keuls à 5% pour la vigueur et la production (cf annexe 14). Il en est de même du taux de survie préalablement transformé suivant la formule:

$$2 \cdot \text{Arcsin} \sqrt{\% \text{Viv}} \quad \text{avec \%Viv: taux de survie en 1994}$$

Le modèle utilisé pour les analyses de variance est le suivant: $Y_{ij} = \mu + b_i + c_j + e_{ijk}$.

b_i : effet bloc

c_j : effet clone

e_{ijk} : résiduelle

Les analyses de variance sur la circonférence ont été réalisées préférentiellement avec la circonférence de l'arbre de surface terrière moyenne (C_g) calculée de la manière suivante:

$$C_g = \sqrt{\frac{\sum C_i^2}{n}}$$

avec C_i = circonférence de chaque arbre et n l'effectif des arbres.

Les raisons de ce choix résident dans le fait que C_g est à la fois fonction de la surface terrière et de l'effectif, mais surtout dans le fait que cette variable permet de rééquilibrer les peuplements en accordant plus de poids aux plus grosses tiges.

Les analyses de variances ont été réalisées en considérant le semis comme un traitement équivalent aux clones, ce qui constitue un biais. En effet, la variance au sein du semis est le fait à la fois de la variance génotypique et de la variance due à l'environnement alors qu'au sein d'un clone elle est exclusivement due au milieu.

III. RÉSULTATS

3.1. Taux de survie

L'analyse de variance a été réalisée sur la transformation angulaire des taux de survie par parcelle et par bloc. Elle indique un effet bloc non significatif mais un effet clone hautement significatif au seuil de 1% aussi bien pour le TC1 que pour TC2.

Tableau n°7: Résultat du test de Student-Newman-Keuls (5%) pour les taux de survie dans les tests clonaux de la Sangoué (91) à 3 ans.

TC1			TC2		
N° clone	% survies		N° clone	% survie	
45	97	a ²	50	95	a
34*	96	a	27	92,5	a b
41*	94	a	47	90	a b c
10*	91	a b	41*	90	a b c d
SEMIS*	88	a b	10*	87,5	a b c d
38	71	b c	<u>90</u>	80	a b c d
28*	65	b c	SEMIS*	80	a b c d
40*	58	b c	34*	80	a b c d
<u>93*</u>	46	c d	104	80	a b c d
37*	39	d	22	77,5	a b c d
29	26	d	44	75	a b c d
30*	24	d	35	75	a b c d
			<u>94</u>	75	a b c d
			26	72,5	a b c d
			<u>70</u>	70	a b c d
			28*	70	a b c d
			112	57,5	a b c d
			40*	55	a b c d
			<u>93*</u>	55	a b c d
			30*	52,5	a b c d
			<u>60</u>	52,5	a b c d
			54	52,5	a b c d
			25	45	a b c d
			37*	35	b c d
			<u>61</u>	32,5	b c d
			24	32,5	c d
			<u>84</u>	25	d
			5	25	d
			<u>73</u>	22,5	d

* clone présent dans les deux essais

73 clone sélectionné dans les ECP 78 de Rapid-Grah, San-Pédro (zone de forêt dense sempervirente)

Les taux de survie après trois années de plantation varient entre 22,5% et 95% dans le test clonal 1 et de 24% à 97% dans le test clonal 2. Ils sont cependant relativement homogènes pour les clones qui se retrouvent dans les deux essais (cf tableau n°7).

² Dans tout ce qui suit, les moyennes accompagnées des mêmes lettres ne sont pas significativement différentes.

Le taux de survie du semis est parmi les plus élevés: 88% dans le TC1 et 80% dans le TC2. Le classement des clones communs est à peu près identique dans les deux essais.

Tous les clones sélectionnés dans les ECP 78 de Rapid-Grah ont généralement des taux de survie en plantation inférieurs à 80% sur l'ensemble des deux essais.

3.2. Principaux paramètres sylvicoles des peuplements.

Les peuplements dont il s'agit sont les deux tests clonaux à savoir TC1 et TC2 ayant chacun une superficie totale de 10800 m². Ils se situent à l'intérieur d'une parcelle SODEFOR du même âge (6 ans) couvrant au total 24 ha. Aussi les deux parcelles d'essai n'ont-elles pas été épargnées lors de l'éclaircie effectuée en 1995 par la SODEFOR-Division de la Sangoué. Les paramètres sylvicoles estimés après éclaircie par un échantillonnage au taux de 4%, de la superficie totale sont les suivants³:

densité 347 tiges/ha

diamètre moyen 14cm soit 43,9 cm de circonférence moyenne

volume bois fort: 43m³/ha.

Les inventaires complets réalisés en 1994 et en 1997 nous permettent de ressortir les paramètres sylvicoles résumés dans les tableaux n° 8 et 9. Les données détaillées par clone figurent en annexes 11 et 12.

Tableau n°8: Données sylvicoles moyennes du test clonal 1 (Sangoué 91)

Age (ans)	N (tiges/ha)	C _m (cm)	H _m (m)	G (m ² /ha)	C _g (cm)	H _o (m)	C _o (cm)	V (m ³ /ha)
3	730	28,7	6,6	5,54	31,1	10,4	47,4	-
6	523	59,7	14,3	16,08	62,1	15,6	83	98,17
AM ₃		9,6	2,2	1,85	10,4	3,5	15,8	-
AM ₆		9,95	2,4	5,36	10,4	2,6	13,8	16,36
AC ₃₋₆		10,3	2,6	3,51	10,3	1,6	11,8	-

C_m: circonférence moyenne

H_m: hauteur moyenne

H_o: hauteur dominante

C_o: circonférence de hauteur dominante

G: surface terrière

N: densité

V: volume

C_g: circonférence de l'arbre de surface terrière moyenne

AM₃: accroissement moyen entre 0 et 3 ans

AM₆: accroissement moyen annuel entre 0 et 6 ans

AC₃₋₆: accroissement courant annuel entre 3 et 6 ans

Il ressort de ces deux tableaux que les paramètres sylvicoles obtenus dans les deux tests clonaux sont meilleurs que ceux estimés par la SODEFOR. Pour preuve:

- la densité après éclaircie qui est de 533 tiges/ha dans les tests clonaux au lieu des 347 tiges/ha indiqués par la SODEFOR pour l'ensemble du peuplement.

- Le volume bois fort obtenu après éclaircie est de 43 m³/ha contre 98,17 m³/ha et 115,52 m³/ha respectivement pour le TC1 et le TC2, seulement un an après éclaircie.

³Source: SODEFOR-Division de la Sangoué

Tableau n°9: Données sylvicoles moyennes du test clonal 2 (Sangoué 91)

Age (ans)	N (tiges/ha)	C _m (cm)	H _m (m)	G (m ² /ha)	C _g (cm)	H _o (m)	C _o (cm)	V (m ³ /ha)
3	799	32	6,9	6,74	34,8	10,1	52,6	-
6	533	62	15,2	17,49	64,2	16,8	83	115,52
AM ₃		10,7	2,3	2,25	11,6	3,4	17,5	-
AM ₆		10,3	2,5	2,91	10,7	2,8	13,8	19,25
AC ₃₋₆		10,0	2,8	3,58	9,8	2,2	10,1	-

Ces différences observées au niveau des paramètres estimés sont soit le fait que nous avons utilisé des méthodes d'inventaire différentes, soit le fait de la supériorité du matériel végétal utilisé dans les tests clonaux; cette dernière hypothèse étant la plus probable.

En appliquant l'accroissement moyen annuel de la circonférence entre zéro et six ans à la période qui précède l'éclaircie, nous estimons les prélèvements à 5,40 m²/ha dans le TC1 et 5,09 m²/ha dans le TC2, soit respectivement 38,0% et 32,5% de taux de prélèvement. Il est clair que cette hypothèse introduit un biais dans l'estimation des volumes prélevés, dû au fait que les accroissements ne sont pas uniformes dans le jeune âge, mais elle permet tout de même d'en obtenir un ordre de grandeur.

3.3. Etude de la vigueur générale des clones.

L'analyse de variance sur les principaux critères sylvicoles donne un effet clone hautement significatif aussi bien pour la vigueur (circonférence et hauteur) que pour la productivité.

3.3.1. Circonférence et hauteur

A niveau du test clonal 1, les circonférences de l'arbre de surface terrière moyenne varient de 21,4 cm à 39,1cm et de 54,0cm à 70,3cm indiquant un écart moins important entre les clones à 6 ans. A trois ans, seuls trois clones se distinguent très nettement en tête. Il s'agit des clones 45, 10 et 41 avec respectivement 39,1; 36,2 et 35,7cm de circonférence moyenne (C_g). Il sont suivis par le semis (témoin) avec 29,9cm de circonférence moyenne. A six ans, le nombre de clones dans le groupe de tête est de 7 même si de façon générale, la distinction entre les différents groupes est moins nette. A cet âge, le semis avec une circonférence moyenne (C_g) de 58,1cm, a un classement moyen dans l'ensemble (cf tableau n°10).

Tableau n°10: Résultat du test de Student-Newman-Keuls à 5% pour la circonférence l'arbre de surface terrière moyenne à 3 ans et à 6 ans dans le test clonal 1 (Sangoué 91).

Clones	C _g 3		Clones	C _g 6	
45	39,1	A	41	70,3	A
10	36,2	B	45	68,6	A B
41	35,7	B	28	66,9	A B C
SEMIS	31,9	C	10	64,5	A B C D
38	29,1	C D	38	61,6	B C D E
34	28	C D E	29	59,7	C D E
28	27,3	C D E F	34	58,2	C D E
29	27,2	C D E F	SEMIS	58,1	C D E
37	25,7	D E F	30	57,2	D E
93	23	E F	93	56,9	D E
30	21,8	F	40	56,4	D E
40	21,4	F	37	54	E

C_g3: circonférence de l'arbre de surface terrière moyenne à trois ans

C_g6: circonférence de l'arbre de surface terrière moyenne à six ans

Tableau n°11: Résultat du test de Student-Newman-Keuls à 5% pour la hauteur à 3ans et à 6 ans dans le test clonal 1 (Sangoué 91).

clones	Ht3		Clones	Ht6	
10	9,1	A	45	15,3	A
45	8,8	A	10	15,3	A
41	7,9	B	41	15,3	A
SEMIS	7,2	B	93	15,1	A
34	6,3	C	SEMIS	14,6	A B
37	6	C D	38	14	A B
38	5,7	C D E	34	13,9	A B
28	5,2	D E	37	13,8	A B
29	5,1	D E	30	13,6	A B
30	4,9	E	28	13,4	A B
93	4	F	40	12,6	A B
40	3,7	F	29	11,7	B

Ht3: Hauteur totale moyenne à trois ans

Ht6: Hauteur totale moyenne à six ans

La circonférence de l'arbre de surface terrière moyenne varie de 16,1 à 42,1 cm à trois ans et de 42,9 à 73,9 cm à six ans pour les clones du TC2. Cela montre un écart plus important entre les clones avec l'âge (cf tableau n°12). La ségrégation est peu prononcée entre les groupes homogènes de Student-Newman-Keuls. Aussi, sans pouvoir rigoureusement l'affirmer, observons nous que plusieurs clones ont des performances supérieures à celle du semis. Les circonférences moyennes de ce dernier sont de 34,6 cm et de 64,2 cm respectivement à trois ans et à six ans.

Les hauteurs totales varient entre 3,4m et 8,8m à 3 ans et entre 12m et 16,9m à 6 ans dans le TC1. Dans le TC2 les variations vont de 3,4 à 8,8m à 3 ans et de 12 à 16,9 m à 6 ans. Cela indique un écart plus réduit entre les clones avec l'âge conformément dans les deux essais (cf tableaux n°11 et 13).

Tableau n°12: Résultat du test de Student-Newman-Keuls à 5% pour la circonférence de l'arbre de surface terrière moyenne à 3ans et à 6 ans dans le test clonal 2 (Sangoué 91).

Clones	C _g 3 (cm)		Clones	C _g 6 (cm)	
50	42,1	A	10	73,9	A
70	41,4	AB	104	73,6	ABC
47	41,2	AB	90	71,9	ABC
94	39,6	ABC	26	70,9	ABC
41	38,7	ABC	50	70,4	ABC
35	37,9	ABCD	94	69,6	ABC
10	37,8	ABCD	41	69,3	ABC
112	37,3	ABCDE	47	68,3	ABCD
90	37,2	ABCDE	112	68,2	ABCD
28	36,6	ABCDE	22	67	ABCDE
44	36,2	ABCDE	70	66,2	ABCDEF
22	35,7	ABCDE	28	66,2	ABCDEF
34	35,5	ABCDE	27	64,7	ABCDEF
104	35,2	ABCDE	SEMIS	64,2	ABCDEF
SEMIS	34,6	ABCDE	34	64	ABCDEF
26	33,6	ABCDE	35	63,7	ABCDEF
27	32,9	ABCDEF	40	61,2	ABCDEF
73	32,2	BCDEF	44	60,6	ABCDEF
54	31,3	CDEF	73	60,4	BCDEF
40	31	CDEF	67	58,8	CDEF
67	30,7	CDEF	84	57,8	CDEF
24	30,3	CDEF	54	57,6	CDEF
30	29,9	CDEF	37	53	DEF
25	27,1	DEFG	5	52,2	DEFG
93	26,6	EFG	60	51,7	EFG
61	26,5	EFG	24	49,5	F
5	21,6	F	61	48,6	F
60	21,4	F	93	46,3	G
37	17	G	25	44,9	G
84	16,1	G	30	42,9	H

C_g3: circonférence de l'arbre de surface terrière moyenne à trois ans

C_g6: circonférence de l'arbre de surface terrière moyenne à six ans

Tableau n°13: Résultat du test de Student-Newman-Keuls pour la hauteur à 3 ans et à 6 ans dans le test clonal 2 (Sangoué 91).

Clones	Ht3		Clones	Ht6	
47	8,8	A	112	16,9	A
50	8,7	A	10	16,7	A
70	8,2	A B	73	16,6	A
44	8,1	A B	41	16,5	A B
94	7,9	A B C	104	16,4	A B
73	7,8	A B C	47	16,4	A B
10	7,8	A B C	50	16,3	A B
28	7,5	A B C D	94	16,1	A B C
112	7,4	A B C D	44	16	A B C D
41	7,4	A B C D E	26	15,8	A B C D E
35	7,3	A B C D E	SEMIS	15,8	A B C D E
54	7,3	A B C D E	34	15,6	A B C D E
104	6,9	B C D E F	28	15,5	A B C D E
22	6,9	B C D E F	27	15,3	A B C D E
24	6,9	B C D E F	70	15,3	A B C D E
25	6,8	B C D E F G	90	15,1	A B C D E
26	6,6	B C D E F G	35	14,9	A B C D E F
67	6,4	C D E F G	22	14,8	A B C D E F
34	6,4	C D E F G	5	14,3	A B C D E F G
SEMIS	6,3	C D E F G	37	14,2	A B C D E F G
90	6,2	C D E F G	40	14,1	A B C D E F G
40	6,2	C D E F G	25	13,8	B C D E F G
30	6,1	D E F G	54	13,7	B C D E F G
27	5,9	D E F G H	67	13,4	C D E F G
93	5,7	E F G H	60	13,3	D E F G
61	5,4	F G H	84	13,1	E F G
5	5,2	G H	30	12,5	F G
60	4,6	H I	93	12,1	G
37	3,8	I J	24	12	G
84	3,4	J	61	12	G

Ht3: Hauteur totale moyenne à trois ans

Ht6: Hauteur totale moyenne à six ans

3.3.2. Production

Les productivités à 6 ans des clones vont de 6,58 m³/ha/an à 28,17m³/ha/an dans le test clonal 1, soit un écart de 21,6 m³/ha/an (cf tableau n°14). Les clones 41, 45 et 10 se distinguent sensiblement des autres avec respectivement; 28,17; 26,65 et 25,67 m³/ha/an.

Tableau n°14: Résultat du test de Student-Newman-Keuls à 5% pour la production moyenne à six ans dans le test clonal 1 (Sangoué 91).

Clones	AM ₆ (m ³ /ha/an)	
41	28,17	A
45	26,65	A
10	25,67	A
34	19,68	B
SEMIS	18,36	B
28	18,23	B
38	18,18	B
40	10,25	C
93	9,05	C
37	8,15	C
29	7,38	C
30	6,58	C

Tableau n°15: Résultat du test de Student-Newman-Keuls à 5% pour la production moyenne à six ans dans le test clonal 2 (Sangoué 91).

Clones	AM ₆ (m ³ /ha/an)	
10	35,60	A
104	35,29	A
50	33,61	A B
47	33,11	A B C
94	30,26	A B C
27	28,93	A B C
41	28,22	A B C
26	27,97	A B C
22	27,74	A B C
28	27,42	A B C
35	25,77	A B C
SEMIS	25,76	A B C
44	24,47	B C D
90	24,03	B C D
34	23,85	B C D
112	23,52	B C D
70	22,18	C D
40	15,38	D E
67	10,67	E F
54	10,00	E F
60	8,91	E F
84	7,37	E F
93	6,89	E F
73	6,62	E F
25	6,59	E F
61	6,49	E F
37	6,31	E F
5	5,64	E F
24	5,31	E F
30	4,30	F

Au total 4 clones dans le TC1 ont une productivité supérieure au semis dont l'accroissement moyen annuel est de 18,36m³/ha/an.

Les accroissements moyens annuels varient dans le test clonal 2 entre 4,3 m³/ha/an (clone 30) et 35,6 m³/ha/an (clone 10); ce qui représente un écart de 31,3m³/ha/an. Deux grands groupes sont à distinguer (cf tableau n°15). Il s'agit d'une part des clones de productivité supérieure à 22m³/ha/an, groupe dans lequel se trouve le semis avec 25,76m³/ha/an. Et d'autre part les clones de productivité inférieure à 16m³/ha/an. En somme, dix clones sont meilleurs au semis même si statistiquement ils ne sont pas rigoureusement distincts.

3.4. Liaisons entre caractères de sélection

3.4.1. Corrélations entre les critères de sélection à 3 ans.

Dans l'ensemble, les caractères de forme sont très faiblement corrélés entre eux. Les coefficients de corrélation enregistrés dans les deux essais sont inférieurs à 0,3 en ce qui concerne ces critères. Ils sont par ailleurs indépendants de la vigueur, excepté la grosseur des branches qui semble augmenter avec la circonférence: les coefficients de corrélation sont de 0,535 et 0,628 respectivement dans le TC1 et le TC2 (cf tableaux n°16 et 17).

A cet âge, la liaison entre caractères de vigueur, à savoir la circonférence et la hauteur est respectivement de 0,868 et de 0,856 respectivement dans les deux dispositifs.

Tableau 16: Matrice des corrélations entre critères de sélection à 3 ans dans le test clonal 1 (Sangoué 91).

	Circ3	Ht3	Rec3	Cyl3	Gbr3	
Circ3	1 ⁴ (0,0) ⁵					circ3: circonférence à trois ans
Ht3	0,868 (0,0001)	1 (0,0)				ht3: hauteur à trois ans
Rec3	-0,050 (0,277)	-0,095 (0,039)	1 (0,0)			rec3: rectitude à trois ans
Cyl3	0,254 (0,0001)	0,250 (0,0001)	0,217 (0,0001)	1 (0,0)		cyl3: cylindricité à trois ans
Gbr3	0,536 (0,0001)	0,361 (0,0001)	0,127 (0,006)	0,196 (0,0001)	1 (0,0)	gbr3: grosseur des branches à trois ans

 bonne corrélation

⁴ Coefficient de corrélation de Pearson: plus il est proche de 1 en valeur absolue, meilleure est la corrélation.

⁵ Probabilité associée au test de nullité du coefficient de Pearson: plus sa valeur est faible, plus le coefficient est significatif, nous avons fixé notre seuil à 5%.

Tableau 17: Matrice des corrélations entre critères de sélection à 3 ans dans le test clonal 2 (Sangoué 91).

	Circ3	Ht3	Rec3	Cyl3	Gbr3	
Circ3	1 (0,0)					circ3: circonférence à trois ans
Ht3	0,856 (0,0001)	1 (0,0)				ht3: hauteur à trois ans
Rec3	0,099 (0,034)	-0,009 (0,851)	1 (0,0)			rec3: rectitude à trois ans
Cyl3	0,244 (0,0001)	0,178 (0,0001)	0,251 (0,0001)	1 (0,0)		cyl3: cylindricité à trois ans
Gbr3	0,628 (0,0001)	0,459 (0,0001)	0,180 (0,0001)	0,249 (0,0001)	1 (0,0)	gbr3: grosseur des branches à trois ans

 bonne corrélation

* Coefficient de corrélation de Pearson.

** Probabilité associée au test de nullité du coefficient de Pearson.

3.4.2. Corrélations entre critères de sélection à 6 ans.

On observe une bonne corrélation entre les caractères de vigueur (hauteur circonférence) même si la liaison est moins forte qu'à trois ans.

Tableau 18: Matrice des corrélations entre critères de sélection à 6 ans dans le test clonal 1 (Sangoué 91).

	Circ6	Ht6	Rec6	Cyl6	Gbr6	
Circ6	1 (0,0)					circ6: circonférence à six ans
Ht6	0,660 (0,0001)	1 (0,0)				ht6: hauteur à six ans
Rec6	-0,005 (0,912)	-0,157 (0,0006)	1 (0,0)			rec6: rectitude à six ans
Cyl6	-0,096 (0,035)	-0,090 (0,049)	0,264 (0,0001)	1 (0,0)		cyl6: cylindricité à six ans
Gbr6	0,379 (0,0001)	0,072 (0,1185)	0,379 (0,0001)	0,121 (0,008)	1 (0,0)	gbr6: grosseur des branches à six ans

 bonne corrélation

Le coefficient de corrélation est de 0,66 dans le TC1 et de 0,647 dans le TC2. Les critères qualitatifs restent indépendants les uns des autres ainsi que de la vigueur. La branchaison semble cependant augmenter avec la circonférence (cf tableaux n° 18 et 19).

Tableau 19: Matrice des corrélations entre critères de sélection à 6 ans dans le test clonal 2 (Sangoué 91)

	Circ6	Ht6	Rec6	Cyl6	Gbr6	
Circ6	1 (0,0)					circ6: circonférence à six ans
Ht6	0,647 (0,0001)	1 (0,0)				ht6: hauteur à six ans
Rec6	0,065 (0,158)	-0,085 (0,066)	1 (0,0)			rec6: rectitude à six ans
Cyl6	-0,038 (0,405)	-0,012 (0,786)	0,270 (0,0001)	1 (0,0)		cyl6: cylindricité à six ans
Gbr6	0,478 (0,0001)	0,221 (0,0001)	0,364 (0,0001)	0,110 (0,017)	1 (0,0)	gbr6: grosseur des branches à six ans

 bonne corrélation

3.4.3. Corrélation entre trois ans et six ans

Les caractères de forme sont de manière générale très faiblement corrélés entre trois et six ans. Les coefficients de corrélation ne dépassent pas 0,3 mais demeurent pour la plupart très significatifs. La liaison est très moyenne entre les caractères de vigueur (cf tableau n°20). Les coefficients (très significatifs) sont de 0,495 pour la circonférence et de 0,489 pour la hauteur dans le TC1 contre respectivement 0,421 et 0,408 dans le TC2.

Tableau 20: Matrice des corrélations entre critères de sélection entre 3 et 6 ans (Sangoué 91)

TC1	Circ6	Ht6	Rec6	Cyl6	Gbr6
Circ3	0,495***	0,488***	-0,021ns	-0,101ns	0,093ns
Ht3	0,373***	0,489***	-0,047ns	-0,046ns	0,006ns
Rec3	0,000ns	-0,143**	0,183***	0,061ns	0,039ns
Cyl3	0,068ns	0,043ns	0,083ns	0,091ns	0,078ns
Gbr3	0,322***	0,208***	0,090ns	-0,053ns	0,188***

TC2	Circ6	Ht6	Rec6	Cyl6	Gbr6
Circ3	0,421***	0,440***	-0,052ns	-0,008ns	0,259***
Ht3	0,278***	0,408***	-0,064ns	-0,021ns	0,141**
Rec3	0,051ns	0,053ns	0,148**	0,095ns	0,052ns
Cyl3	0,174***	0,110*	0,180***	0,144*	0,187***
Gbr3	0,317***	0,233***	0,080ns	0,083ns	0,276***

***: très hautement significatif

*: significatif

** : hautement significatif

ns: non significatif

3.5. Discussion

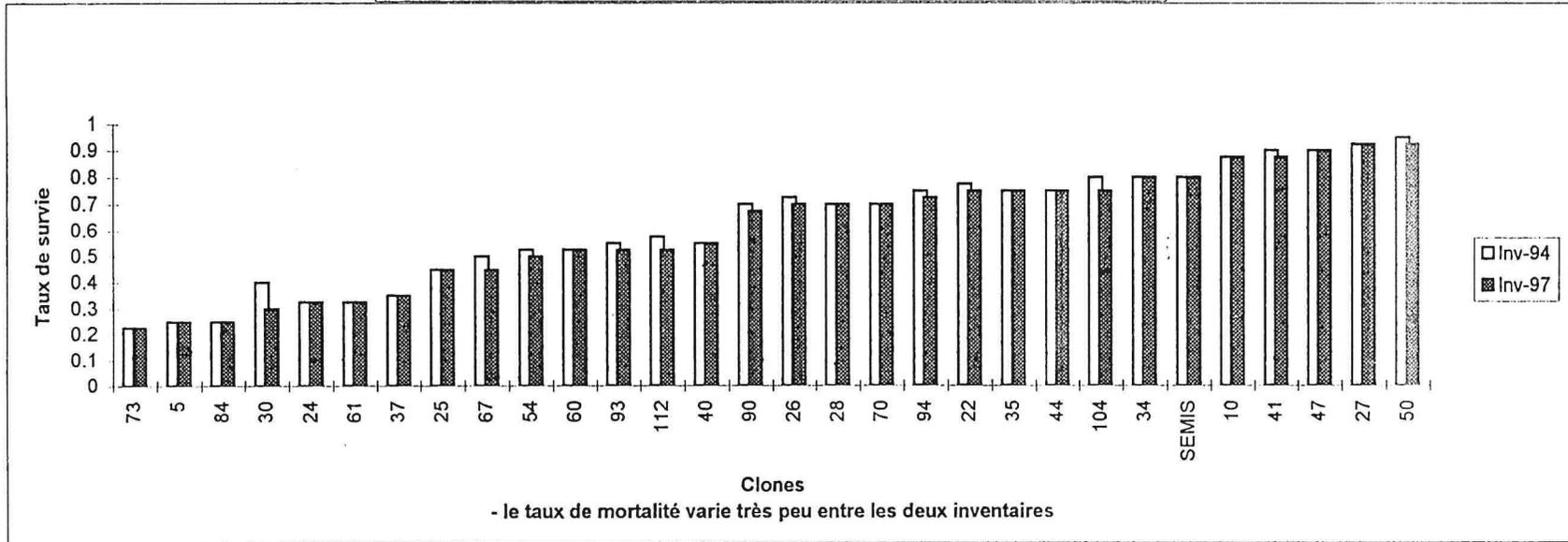
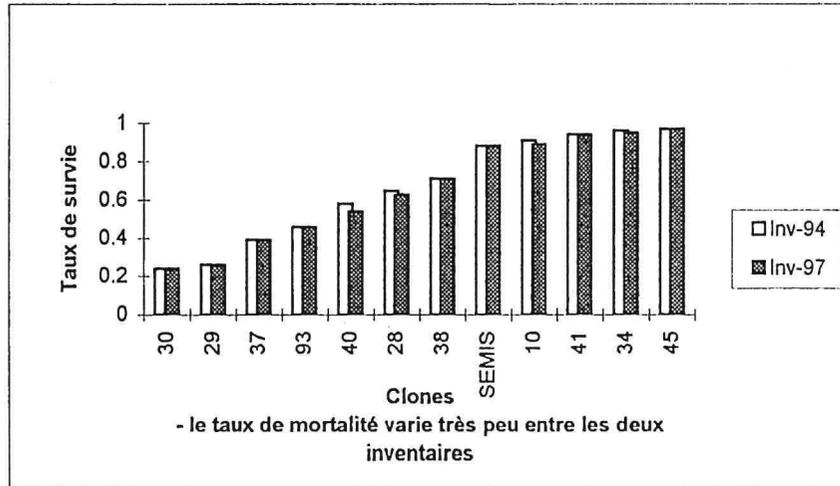
3.5.1. Etude de la croissance et de la production

L'énorme variabilité entre les clones concernant le taux de survie et donc de la densité nous a amené à étudier l'influence de la densité sur l'accroissement des arbres (cf graphes 1 et 2). Il ressort de cette étude que dans l'ensemble l'accroissement en diamètre semble indépendant de la densité des clones. Le taux de mortalité varie très peu entre l'inventaire réalisé à trois ans et celui fait à six ans, ce qui confirme le fait que la mortalité dans les peuplements de *Gmelina* ne s'observe principalement que dans les deux premières années de plantation (Kadio, 1995).

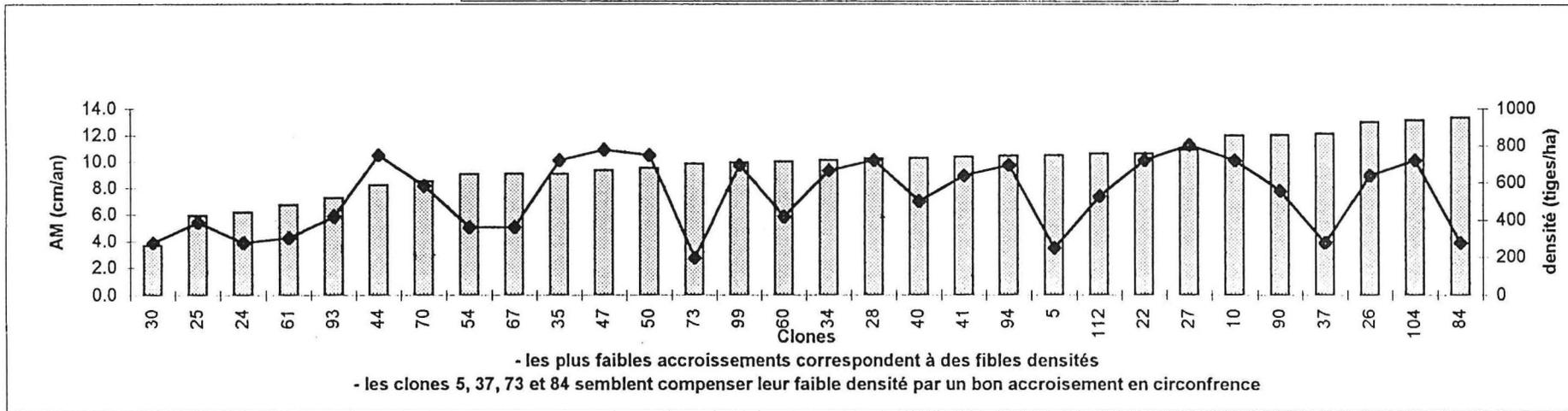
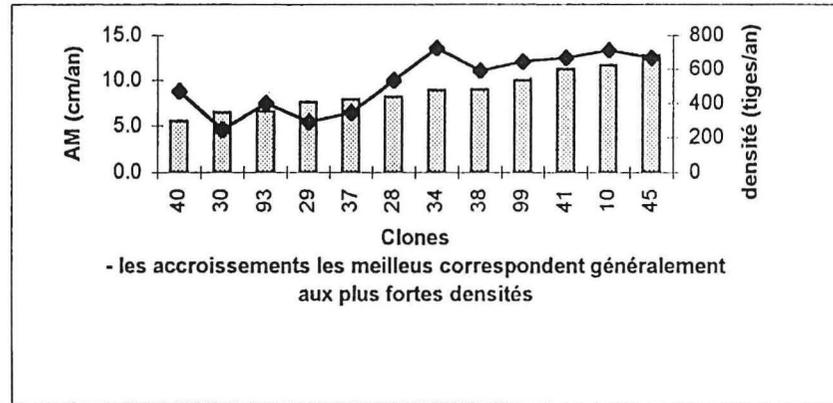
Les faibles densités ne sont donc pas compensées par une plus grande croissance en circonférence. Ces résultats sont en contradiction avec ceux obtenus dans les dispositifs expérimentaux d'étude de la concurrence chez *Gmelina arborea* (Dupuy, 1987). Cette contradiction est l'oeuvre de l'expression d'un matériel génétique hétérogène (cf graphe 2).

Les accroissements et les productivités obtenus pour les meilleurs clones à 6 ans sont très intéressants. En effet Dupuy (1991) indique les accroissements moyens suivants pour une densité de 250 à 350 tiges/ha en zone semi-décidue et à l'âge de 11 ans: 2,2 à 2,7cm/an pour le diamètre, 2,5 à 3 m/an pour la hauteur et 20 à 25 m³/ha/an. Nous obtenons en zone de forêt semi-décidue, à 6 ans pour les meilleurs clones, une productivité allant de 25,7 m³/ha/an à 35,60 m³/ha/an avec des accroissements en diamètre de 3 cm/an à 4,2 cm/an. Les accroissements en hauteur sont supérieurs à 2,8 m/an. Les meilleurs clones semblent donc très prometteurs d'autant plus qu'ils sont à une densité plus forte (>600 tiges/ha), quoique la productivité soit très étroitement liée à la fertilité de la station.

Graphe 1: Variation du taux de survie entre les inventaires de 1994 et de 1997 dans les tests clonaux de Sangoué 91; TC1(a) et TC2(b)



Graphe 2: Densité et accroissement moyen de la circonférence dans les tests clonaux de Sangoué 91 à 6 ans; TC1 (a) et TC2 (b)



3.5.2. Corrélation juvénile-adulte.

3.5.2.1. Liaisons entre caractères

Les résultats obtenus en ce qui concerne la liaison entre critères de sélection sont conformes à ceux obtenus par Kadio en 1995 dans le test clonal de la Téné (1990) à 4 ans. En effet il souligne une bonne corrélation entre les critères de vigueur mais les liaisons vigueur/forme demeurent faibles mais significatives exceptée la rectitude qui est indépendante de la vigueur.

Toutes les corrélations entre caractères qualitatifs, même faibles, sont positives et significativement non nulles. De plus cette corrélation s'améliore à 6 ans, ce qui laisse entrevoir qu'une amélioration portant sur l'un de ces caractères pourrait avoir une incidence positive et significative sur les autres.

3.5.2.2. Evolution de la physionomie de la plantation avec l'âge.

La sélection s'effectuant à un stade juvénile dans un objectif de production de bois d'oeuvre de qualité en 15 à 20 ans, il est important d'être en mesure de prévoir la physionomie du peuplement adulte à partir de celle du stade juvénile. Aussi avons-nous étudié les corrélations entre les critères de sélection entre trois et six ans. Les résultats sont quelque peu décevants vu les faibles coefficients de Pearson pour les caractères de forme, relatifs à la corrélation 3 ans/6 ans. Cela nous amène à dire que la forme à trois ans ne laisserait rien présager de celle à six ans. Le stade très juvénile à trois ans n'est donc pas un bon indicateur de la physionomie du peuplement futur.

Les inventaires à venir devront donc à nouveau prendre en compte l'ensemble des critères de sélection afin de déterminer l'âge qui donne la meilleure image du peuplement adulte.

3.5.3. Influence du lieu de sélection sur la performance des clones.

Hormis les clones 90 et 94, tous les clones issus des provenances de Rapid-Grah enregistrent des performances inférieures à celles du semis et se retrouvent pour la plupart en queue de classement. Par ailleurs, leur taux de survie en plantation sont parmi les plus faibles (inférieur à 70%). Il en est de même pour le clone 112 sélectionné à Céchi.

Ces observations suggèrent ainsi une influence du lieu de sélection des clones sur les performances de ces derniers. En clair, les clones sélectionnés dans l'ECP de Sangoué se comporteraient mieux dans cette zone phytogéographique que les autres. En attendant de le confirmer par l'analyse des essais clonaux de Mopri (zone de forêt dense sempervirente), les perspectives d'utilisation des clones sélectionnés se heurtent déjà à la question de leur stabilité vis à vis des conditions écologiques.

3.5.4. Introduction d'une variable synthétique prenant en compte à la fois la vigueur et la forme.

3.5.4.1. Définition de la variable

Le chapitre 1 met en évidence une différence significative de la mortalité entre clones. En plus ce taux est indépendant de la vigueur des clones qui est elle-même très peu liée à la forme de la tige. Toutefois tous ces caractères ont effet significatif au niveau des clones. Par ailleurs, les critères qui ont prévalu lors de la sélection des clones sont: une bonne rectitude, une cylindricité bonne à moyenne et un élagage bon à moyen (Dupuy, 1985; Kadio, 1990).

Traduits en terme de cotations, ces critères de sélection donnent 15 combinaisons des trois caractères qualitatifs étudiés (cf annexe 13). Nous avons alors créé une nouvelle variable appelée "choix" qui est égale à 1 quand l'une des combinaisons est vérifiée par une tige et à 2 dans le cas contraire.

Le volume individuel des arbres a par la suite été pondéré par les transformations angulaires du pourcentage de tiges de choix 1 et du taux de survie par clone suivant la formule:

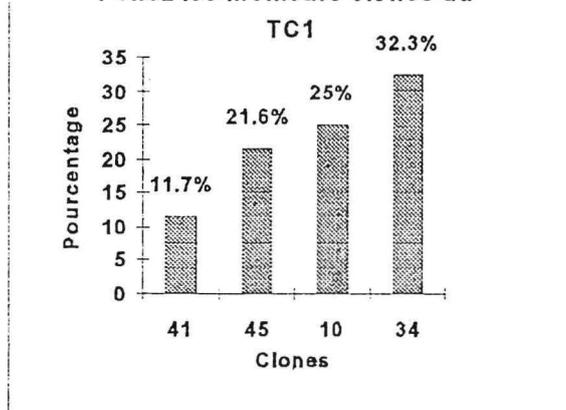
$$V_{mp} = V_i \cdot [2 \cdot \text{Arcsin}(\sqrt{\% \text{choix} 1}) \cdot 2 \cdot \text{Arcsin}(\sqrt{\% \text{Viv}})]$$

Les clones sélectionnés sur la base de ce nouveau critère V_{mp} (Volume moyen pondéré) seront non seulement les plus vigoureux et les plus productifs, mais également ceux qui seront dotés d'une bonne vitalité et ayant une bonne proportion de tiges de bonne conformation.

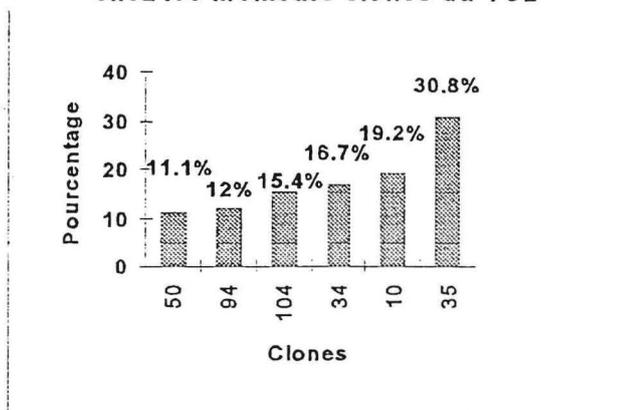
3.5.4.2. Sélection des clones suivant la variable V_{mp}

L'analyse de variance donne un effet significatif entre clones à 6 ans aussi bien dans le TC1 que dans le TC2. Les tests de comparaison des moyennes à 5% permet de distinguer les clones 45, 10, 34 et 41 dans le TC1 d'une part et les clones 10, 50, 104, 94, 35, 34 et 41 dans le TC2 qui se distinguent par leur vigueur leur vitalité et leur bonne qualité des tiges à 6 ans.

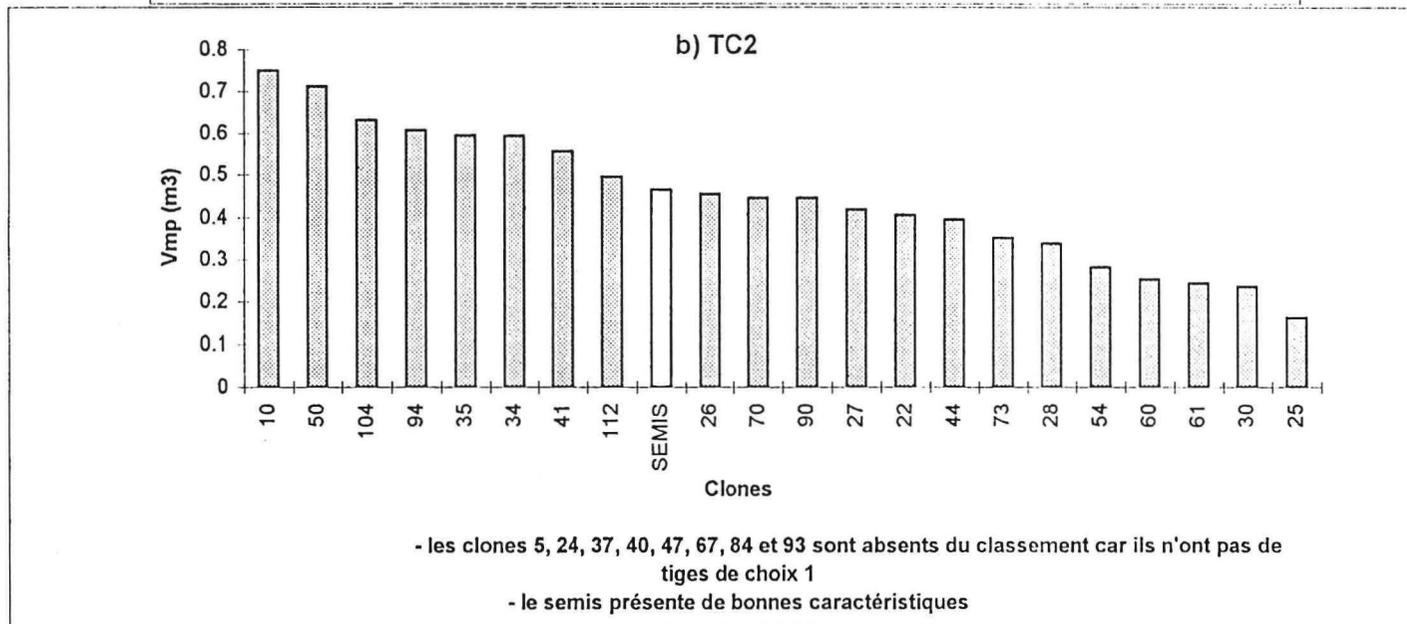
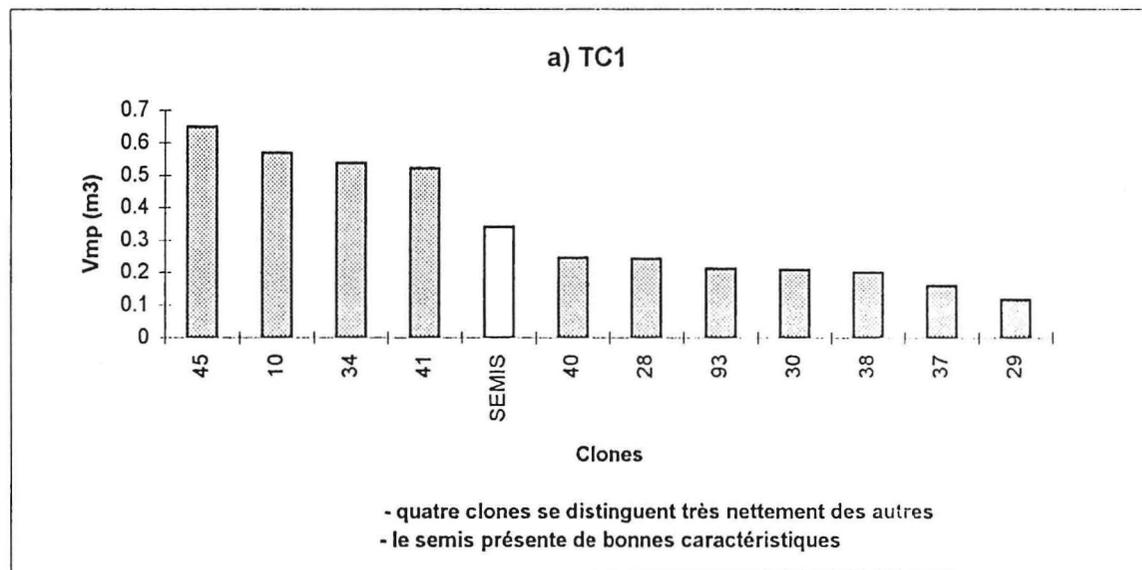
Graphe 3: Pourcentage de tiges de choix 1 chez les meilleurs clones du TC1



Graphe 4: Pourcentage de tiges de choix 1 chez les meilleurs clones du TC2



Graph 5: Classement des clones selon la variable V_{mp} (volume moyen pondéré) dans les tests clonaux de Sangoué 91 à 6 ans; TC1(a) et TC2(b)



Les clones qui s'illustrent bien dans l'un des essais ont le même comportement lorsqu'ils sont présents dans l'autre; c'est le cas des clones 10 et 34 (cf graphes 3, 4 et 5). Les clones 41 et 50 sont plus remarquables par leur vigueur que par leur proportion de tiges de belle forme. Le clone 50 a par ailleurs été identifié dans l'essai de la Téné (Téné 90) comme faisant partie des clones d'élite à 4 ans (Kadio, 1995).

Plusieurs clones affichent à la fois une bonne proportion de tiges de choix 1 et un bon taux de survie à 6 ans mais sont très moyens en ce qui concerne la vigueur. Les plus remarquables sont les clones 44 et 22 avec respectivement 22,2% et 11,5% de tiges de choix 1. Ces deux clones se sont particulièrement bien illustrés à 4 ans dans l'essai Téné 90.

Par ailleurs les clones 47 et 22 qui sont parmi les meilleurs à 3 ans à la fois pour leur vigueur et la qualité de leur tige, se classent moins bien que le semis à six ans. Ces deux clones se sont révélés parmi les plus performants dans l'essai de la Téné 90 (évaluation à 4 ans).

CONCLUSION GENERALE

Les résultats à trois et à six ans, indiquent des différences significatives au niveau des clones pour l'ensemble des caractères étudiés. Les performances de plusieurs clones sont significativement meilleures que celle du semis. Cependant, le semis s'est révélé dans l'ensemble comme étant un assez bon matériel génétique.

Les taux de survie sont très variables entre clones et révèlent une différence de vitalité entre les clones qui serait relative à leur différents milieux d'origine. Les clones sélectionnés dans la zone sempervirente semblent présenter les plus faibles taux de survie. Ce résultat qui devra être confirmé par l'analyse des autres essais soulève la question de l'adaptabilité des clones aux conditions du milieu.

Les modifications d'ordre dans le classement des clones au fil du temps concernant aussi bien la vigueur que la qualité de la tige d'une part et d'autre part la faible corrélation entre caractères de sélection, nous imposent une certaine prudence quant à un choix précoce des meilleurs clones au profit du reboiseur.

Les clones ayant les meilleures performances à un stade juvénile à six ans sont par ordre de préférence les clones 10, 45, 50, 34, 104, 35, 41, et 94. Ces derniers allient une bonne vigueur et une bonne productivité à une bonne qualité de tiges. Leur confirmation à travers les analyses à venir permettra de réaliser des gains importants dans la perspective de leur utilisation dans les reboisements industriels.

Cette première phase d'analyse à un stade juvénile des tests clonaux permet de pressentir une part génétique dans la variabilité observée. Les calculs d'héritabilité des caractères génétiques n'ayant pas pu être effectués, puisque les clones ont pour origine des provenances diverses et surtout, ils ne sont pas issus d'une population panmictique, hypothèse de base pour les calculs d'héritabilité. Cette évaluation pourra être effectuée dans les années à venir avec les tests de descendance des vergers à graines de clones.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 1 - **BOULET - GERCOURT** (1977): Monographie du *Gmelina arborea*, Bois et Forêts des Tropiques n° 172 mars-avril 23pp.
- 2 - **CAILLET F. et PLAN N.** (1979): Description du programme de calcul de tarifs de cubage d'arbre-note statistique n°17, C.T.F.T. Nogent/Marne 58p.
- 3 - **DE LA MENSBRUGE G.** (1954): Note sur l'introduction de *Gmelina arborea* en Côte-d'Ivoire. 9pp.
- 4 - **DUPUY B.** (1985): Tests de provenances de *Gmelina arborea* en Côte-d'Ivoire: premiers résultats C.T.F.T-C.I. Abidjan, 17 pp
- 5 - **DUPUY B.** (1987): Le *Gmelina arborea*: une essence de reboisement d'avenir, C.T.F.T-C.I. Abidjan 10 pp.
- 6 - **DURAND P.** (1985): Quelques résultats d'essais technologiques concernant les principales essences de reboisement de Côte-d'Ivoire, C.T.F.T-C.I. Abidjan 11 pp.
- 7 - **GASNIER J.L.** (1981): Etude du sciage du *Gmelina* (Bamoro 1948 et 1953). C.T.F.T-C.I. Abidjan 10 pp
- 8 - **KADIO A.** (1990): Amélioration génétique du *Gmelina arborea* en Côte-d'Ivoire: bilan et perspectives C.T.F.T. C.I. Abidjan 14 pp.
- 9 - **KADIO A.** (1991): Essai comparatif de provenances de *Gmelina* (*Gmelina arborea*) Sangoué 78: résultats des inventaires à dix ans, C.T.F.T-C.I. Abidjan 18 pp.
- 10 - **KADIO A.** (1995): Résultats préliminaires d'un test clonal de 4 ans de *Gmelina arborea* en Côte-d'Ivoire. XX^e Congrès mondial IUFRO, Tampéré FINLAND, 6-12 Août 1995 15 pp.
- 11 - **KADIO A. & MAHAN E, KOUABLAN A.** (1991): Note de mise en place d'essais de *Gmelina arborea* à la Sangoué: tests clonaux, essais de descendance C.T.F.T. C.I. Abidjan 13 pp.
- 12 - **KOUASSI K.M.** (1990): Etude comparative de provenances de *Gmelina arborea* à partir des paramètres technologiques: cas des essais de Rapid-Grah et de la Sangoué (1978). *Mémoire de fin d'études pour l'obtention du Diplôme d'Ingénieur Agronome, option Eaux et Forêt*, ENSA de Yamoussoukro 81 pp.

13 - **LAMB A.F.A.** (1968): *Gmelina arborea*. Fast growing timber trees of the lowland tropics. N°1 CFI, Oxford 21 pp.

14 - **LEGARE D.** (1991a): Bouturage du *Gmelina arborea* à la pépinières du Bandama: recherche et production. Période de février à septembre 1990 C.T.F.T-C.I.Abidjan 33pp.

15 - **LEGARE D.** (1991b): Bouturage du *Gmelina arborea* à la pépinières du Bandama: recherche et production. Campagne 90/91 (Période d'Octobre 1990 à Avril 1991) C.T.F.T-C.I.Abidjan. 29 pp.

16 - **LOUPPE D.** (1978): Les techniques de pépinière et de plantation forestières utilisées à Dinderesso, F.A.O. Ouagadougou 63 pp.

17 - **SAS Institute Inc.** (1988), *SAS/STAT User's guide, Release 6.03 Edition*. Cary, NC: SAS Institute Inc., 1028 pp.

18 - **TROUP R.S., M.A., C.I.E.** (1921): The Sylviculture of indian trees, *Oxford University Press*, 783 pp.

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1: Superficies des reboisements en Côte-d'Ivoire

Annexe 2: Aire naturelle de répartition du *Gmelina arborea*

Annexe 3: Carte de localisation des essais de *Gmelina*

Annexe 4: Caractéristiques des provenances testées dans les essais de comparaisons de provenances de 1978.

Annexe 5 : Plan de la Station SODEFOR de la Sangoué avec positionnement des essais.

Annexe 6: Relevé pluviométrique de la station de la Sangoué

Annexe 7: Plan des parcelles clonales de *Gmelina arborea* à la Sangoué

Annexe 8: Fiche d'inventaire du test clonal n°1 de Sangoué 91.

Annexe 9: Fiche d'inventaire du test clonal n°2 de Sangoué 91

Annexe 10: Courbes de régression pour l'établissement du tarif da cubage

Annexe 11: Caractéristiques dendrométriques générales du test clonal 1

Annexe 12: Caractéristiques dendrométriques générales du test clonal 2

Annexe 13: Combinaisons retenues pour les tiges de choix 1

Annexe 14: Listing de la programmation SAS.

Annexes 15: Fiche technique du *Gmelina*.

Annexe 1: SUPERFICIE REBOISEE EN COTE D'IVOIRE
données SODEFOR

07-Jan-97

Année	Eucalyptus	Pins	Niangon	Sipo	Acajou	Divers	Samba	Framiré	Fraké	Cedrela	Teck	Gmélina	TOTAL	% teck
	Eucalyptus spp.*	Pinus spp.**	Heritiera utilis	Entandrophragma utile	Khaya ivorensis	***	Triplochiton scleroxylon	Terminalia ivorensis	Terminalia superba	Cedrela odorata	Tectona grandis	Gmelina arborea		
1935-1966						1931					5311	880	8123	65.4%
1966			117		23	31		66					237	0.0%
1967						263	130	302	5	76			776	0.0%
1968			176	46	48	50	168	660	0	0	436		1584	27.5%
1969			336	92	153	95	166	616	59	39	1057		2613	40.5%
1970			183	156	528	135	29	486	20	60	1213		2810	43.2%
1971			227	542	216	4	33	530	15		1180		2747	43.0%
1972			15	446	149	147	12	785	10		1071		2635	40.6%
1973			85	91	34	208	73	1057	308		1349		3205	42.1%
1974			41	79	157	140	34	301	271	6	1333		2362	56.4%
1975	69	26	17	63	124	149	80	269	187	88	642		1714	37.5%
1976	156	134	21	32	232	269	23	4	458	71	416	63	1879	22.1%
1977	196	134				323	15	43	402	214	206	20	1553	13.3%
1978						29	8	0	1000	563	55	6	1661	3.3%
1979						13	364	87	2038	554			3056	0.0%
1980						16	43	2	2146	1793			4000	0.0%
1981						29	192	216	2904	1396		6	4743	0.0%
1982					3	1	257	114	1975	1556			3906	0.0%
1983					20	8	27	412	3763	734		10	4974	0.0%
1984						64		50	117		2335	3	2569	90.9%
1985		7				145	2	578	988	164	2677	222	4783	56.0%
1986		55	33			145		694	1013	332	1050	212	3534	29.7%
1987		106	24			228	217	744	1288	432	1516	471	5026	30.2%
1988		77	12			191	51	832	595	158	1395	752	4063	34.3%
1989		20				138	43	725	568	153	1653	701	4001	41.3%
1990		21					180	333	494	197	1235	409	2869	43.0%
1991							234	202			317	302	1055	30.0%
1992							41	323		137	2319	509	3329	69.7%
1993							125	166		213	3481	500	4485	77.6%
1994			1		26	11	63	197	58	77	4226	476	5135	82.3%
1995			48		14	104	20			63	4261	315	4825	88.3%
1996						68	16			12	1266	277	1639	77.2%
% 1996						4.1%	1.0%			0.7%	77.2%	16.9%		
TOTAL	421	580	1336	1547	1727	4935	2646	10794	20682	9088	42001	6134	101891	
%	0.4	0.6	1.3	1.5	1.7	4.8	2.6	10.6	20.3	8.9	41.2	6.0	100.0	

* deglupta surtout + alba, tereticornis, urophylla...

** caribaea essentiellement

*** Makoré, Badi (ou Bilinga), Okoumé, Bété, Tiama

= Thieghemelea heckelii, Nauclea Diderichii, Aucoumea klaineana, Mansonia altissima, Entandrophragma angolense de 1935 à 1966. les essences ne sont pas identifiées dans la rubrique divers

Annexe 2: Aire naturelle de répartition du *Gmelina arborea*

**TYPE DE FORETS
EN INDE d'après champion et
Seth 1968**



Forêt semi sempervirente



Forêt humide décidue

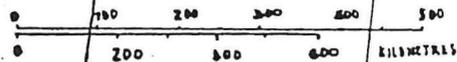


Forêt sèche décidue



Extension de l'aire naturelle

échelle



**AIRE DE DISTRIBUTION
DU *GMELINA ARBOREA***



Gmelina arborea var.
glaucescens Mook



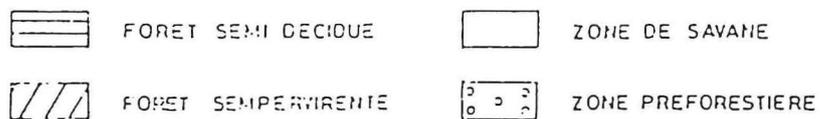
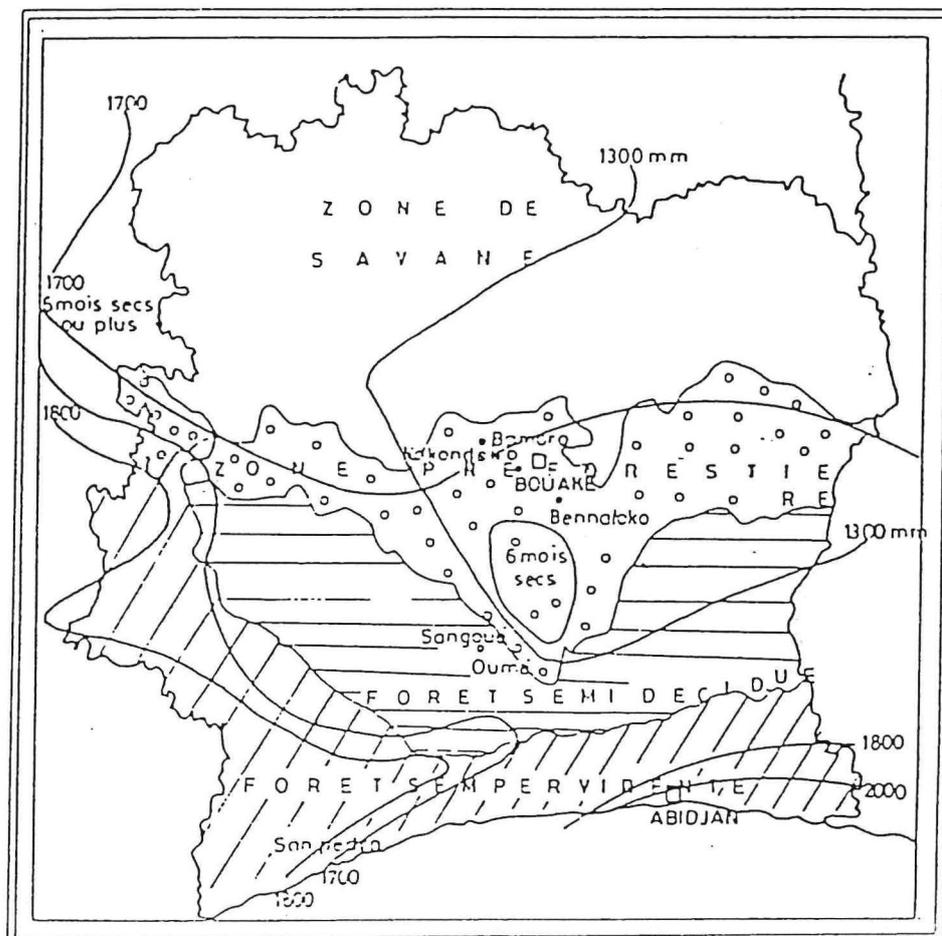
Gmelina arborea var.
canescens Haines



Gmelina arborea var.
glaucescens Hook

PROVENANCES REÇUES PAR LA

Annexe 3: Localisation des parcelles et plantations expérimentales



CIRAD-Dist
 UNITÉ BIBLIOTHÈQUE
 Baillarguet

Annexe 4 : CARACTERISTIQUES DES PROVENANCES TESTEES

- Essai comparatif de Provenances de la SANGOUE.

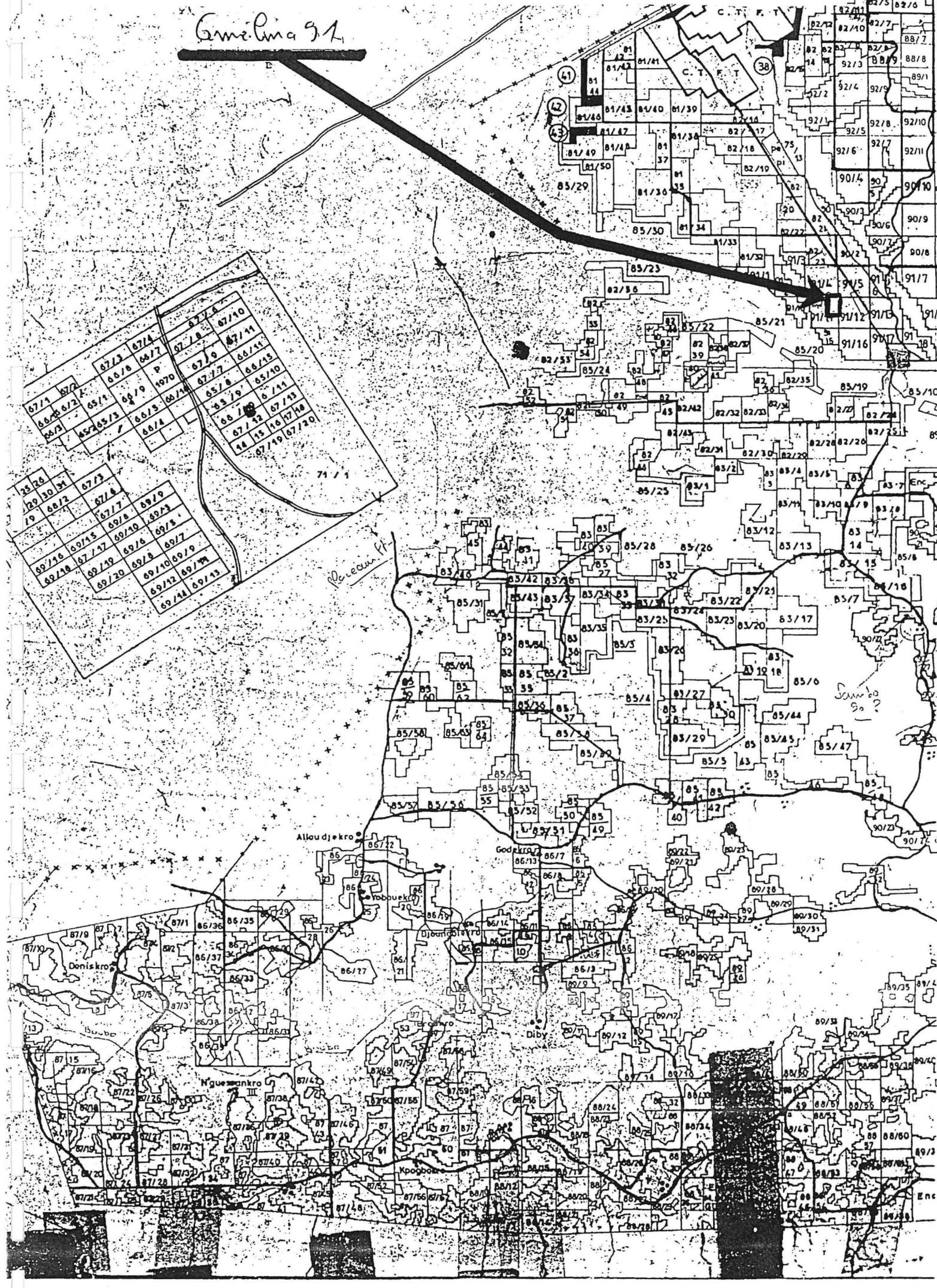
N° CIFT	N° FAO	provenances	Lat.	Long.	Alt. (m)	Pluv. (mm)
1	4002	MUANG LEK (Thaïlande)	14°37' N	101°07' E	250	1200
2	4006	MAHILONG, Bihar (Inde)	23°30' N	85°30' E	600	1442
3	4008	GHOTIL-18, Maharashtra (Inde)	17°14' N	73°57' E	1000	850
4	4011	BILASPUR (Inde)	22°23' N	82° E	-	1500
5	4016 *	KUNDRUKUTU, Bihar (Inde)	20°30' N	85°20' E	600	1400
6	4024	THITHIMATHI, Karnataka (Inde)	12°12' N	76°05' E	850	1400
7	4027 *	BARANURA, Tripura (Inde)	23°46' N	91°34' E	120	2200
8	4028	SHIKARIBARI, Tripura (Inde)	24°13' N	92°07' E	200	2300
9	4035 *	BANORO, (Côte d'Ivoire)	7°50' N	5°04' W	330	1110

- Essai comparatif de Provenances Rapid-Grah. (SAN PEDRO)

N° CIFT	N° FAO	Provenances	Lat.	Long.	Alt. (m)	Pluv. (mm.)
16	4016 *	KUNDRUKUTU, Bihar (Inde)	20°30'	85°20'	600	1400
17	4017	MEGHALAYA, Nongpoh (Inde)	25°46'	91°46'	500	2500
20	4020	SOUTH DANGS, Gujarat (Inde)	20°44'	73°41'	400	2000
27	4027 *	BARANURA, Tripura (Inde)	23°46'	91°34'	120	2200
30	4030	ODAH, Assam (Inde)	26°	93°	100	1700
33	4033	TAMILNADU, (Inde)	10°27'	76°51'	600	1700
C.I.	4035 *	BANORO (Côte d'Ivoire)	7°50'	5°04'	330	1110

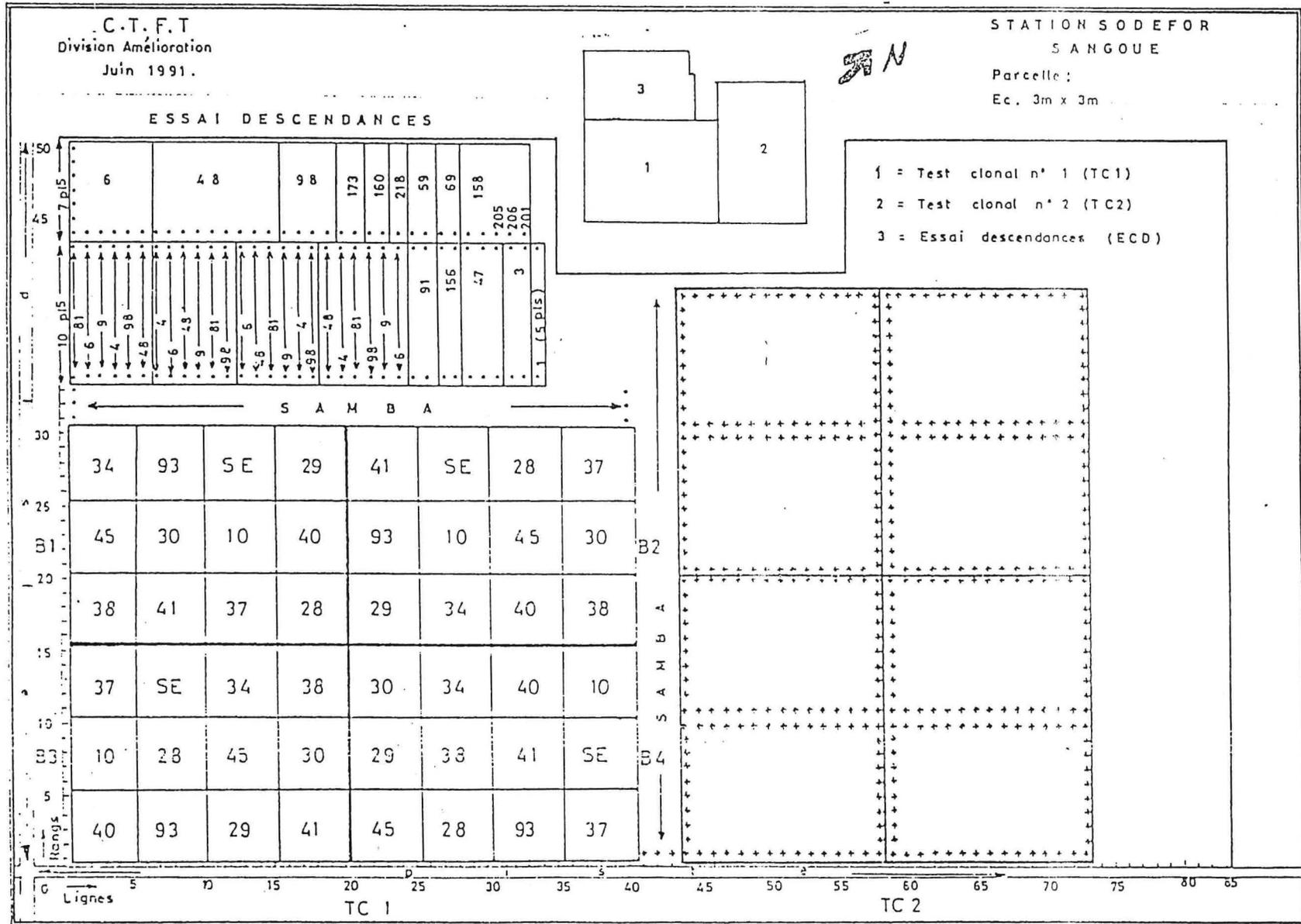
* Provenances représentées dans les deux essais.

Amelina 91



Annexe 6: Pluviométrie totale mensuelle enregistrée à la
Sangoué de 1981 à 1989.
(Source SODEFOR)

Année Mois	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
Janvier	0	0	0	8	33,2	0	18,2	40,5	18,2	0
Février	25	109,5	34,2	46,5	64	75,4	75,7	50,2	25,3	41,5
Mars	162,5	85,2	79,4	120,7	107,8	141,1	115	240,2	136,3	70,2
Avril	60,7	113	101,7	123,2	166,6	95,2	94,1	208,6	266,7	256,9
Mai	80	308,6	203,5	268,6	105,7	171	125,9	139,3	20,3	145,2
Juin	141	126	263,7	226,7	178,1	125,8	254,7	253,9	305,2	113
Juillet	68,7	65,6	109,2	253,9	17,5	12,2	60,9	79,4	231	2
Août	49,9	16,5	0	94,2	306,9	92,5	79,3	99,5	212	26
Septembre	177	41	48	179,5	76,2	96	536	263,4	266,9	105,6
Octobre	171,8	160,9	18,6	274,6	125,1	194,3	207	109	139,3	157,2
Novembre	18,7	129	139,3	6,3	66,4	15,1	0	146,2	71	117,7
Décembre	60,4	0	151,7	33	0	0	11	0	70	65
Total	1015,7	1155,3	1149,3	1635,2	1247,5	1018,7	1517,8	1630,2	1762,2	1100,3



GMELINA 91 SODEFOR

TECK 91 SODEFOR

CLONE: 40

N° 1

OK

BLOC: 3

INVENTAIRE 1997 des Parcelles clonales					Essence: <i>Gmelina arborea</i>				
Date: 24/09/95		TC1		SANGOUÉ-91		Equipe d'inventaire:			
Ligne	rang	nt	circ1,30m	HT	rec	cyl	gbr	expt	OBSERVATIONS
1	1		M		2	2	2		
1	2		52	11	2	2	3		
1	3		11						
1	4		50	10	2	1	1		
1	5		E		1	1	1		
2	5		40	9	3	1	2		
2	4		E						
2	3		50	12	0	1	1		
2	2		39	11	3	1	3		
2	1		18	5	3	1	1		
3	1		20		1	1	3		
3	2		E		—	—	—		
3	3		E		—	—	—		
3	4		32	11	2	1	1		
3	5		E						
4	5		11		2	2	2		
4	4		59	13	2	1	3		
4	3		57	10,5	2	2	2		
4	2		54	10	1	0	1		
4	1		M		—	—	—		
5	1		62	10	2	1	1		
5	2		11						
5	3		11						
5	4		E						
5	5		47	9,5	1	1	1		

Annexe 9: Fiche d'inventaire du test clonal n°2 de Sangoué 91

N°: 1

OK

Bloc: 3		INVENTAIRE 1997 des Parcelles clonales					Essence: <i>Gmelina arborea</i>				
Date: 22-10-97		TC2		SANGOUE-91			Equipe d'inventaire:				
Ligne	rang	Int	circ1,30m	HT	rec	cyl	gbr	expt	OBSERVATIONS		
Clone: 99 (semis)	1	1	M								
	1	2	M								
	1	3	42	12		3	2	2			
	1	4	E								
	1	5	68	12,5		2	3	3			
	1	6	70	18		3	2	1			
	1	7	14	5		3	1	1			
	1	8	51	17		3	2	2			
	1	9	76	17		3	1	3			
	1	10	M								
Clone: 61	1	1	M								
	1	2	27-67	16		3	2	2			
	1	3	65	16		2	2	1			
	1	4	M								
	1	5	M								
	1	6	M								
	1	7	55	16		2	3	1			
	1	8	M								
	1	9	M								
	1	10	M								
Clone: 34	1	10	42	14		2	1	1			
	1	5	E								
	1		60	16		2	2	1			
	1		E								
	1		61	15		3	2	2			
	1		83	17		2	1	3			
	1		79	15		2	2	3			
	1		M								
	1		70	16,5		2	1	1			
	1		E								
Clone: 50	1	10	83	14,5		3	1	3			
	1		70	18		1	1	1			
	1		E								
	1		48	15		3	3	1			
	1		M								
	1		76	16,5		3	1	3			
	1		47	14		1	1	1			
	1		E								
	1		77	15		2	2	3			
	1		74	16		2	1	3			

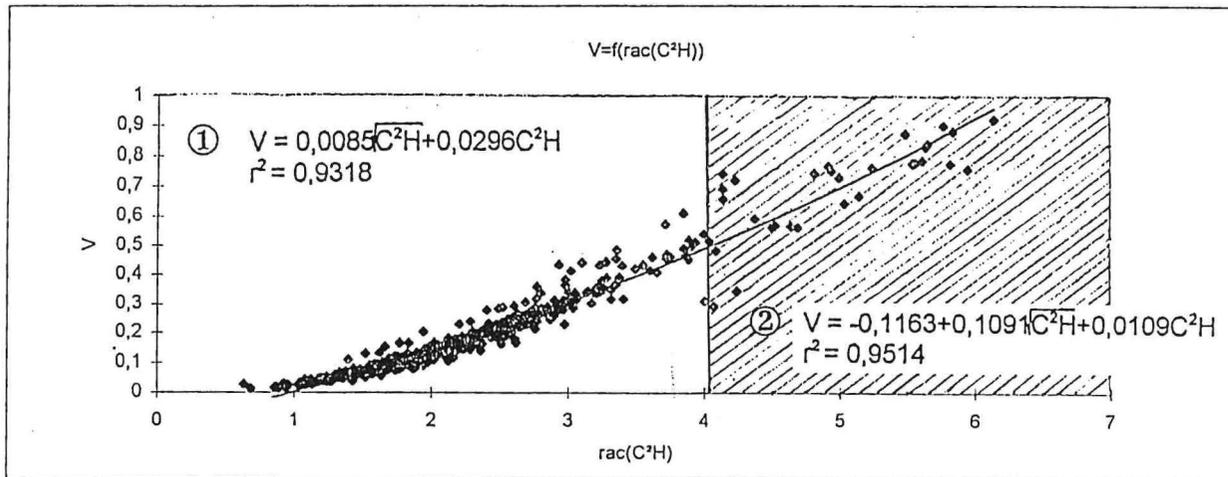
✓

Equations de tarifs de cubage pour le Gmelina arborea

n° Tarif	hypothèse proportionnalité	tarif non pondéré	r ²	Tarif pondéré	r ²
4	var(V)=k.C ² H	V = 0,00459912 + 0,76909463.C ² H	0,9287	V _{pond} = -0,0029+0,0342 C ² H	0,9288
5	var(V)=k.(C ² H) ²	V = - 0,00289931+0,0001187√C ² H+0,03416313 C ² H	0,9318	V _{pond} = 0,0085√C ² H+0,0296 C ² H	0,9318
6	var(V)=k.C ² H	V = - 0,04821185+0,051998038√C ² H+0,021152814 C ² H	0,9447	V _{pond} = 0,0038 C ² H+0,0353√C ² H	0,9275
8	-	V = 0,029 + 0,0279.C ² H	0,9288	V _{pond} = -0,0029+0,0342 C ² H	0,9288
9	=	V = - 0,1163+0,1091√C ² H+0,0109 C ² H	0,9514	V _{pond} = 0,0085√C ² H+0,0296 C ² H	0,9318

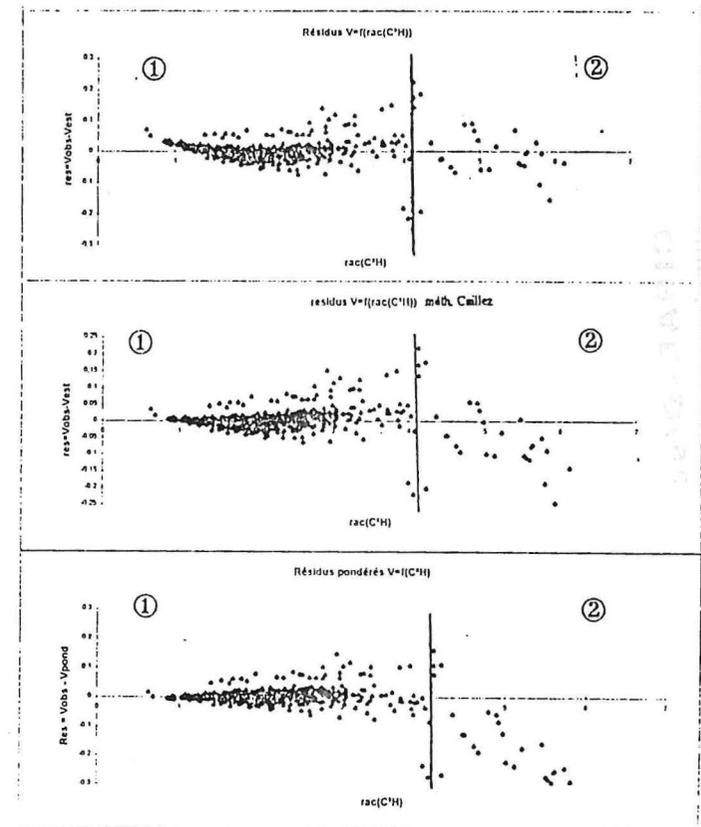
tarif retenu

Domaines de validité des régressions :

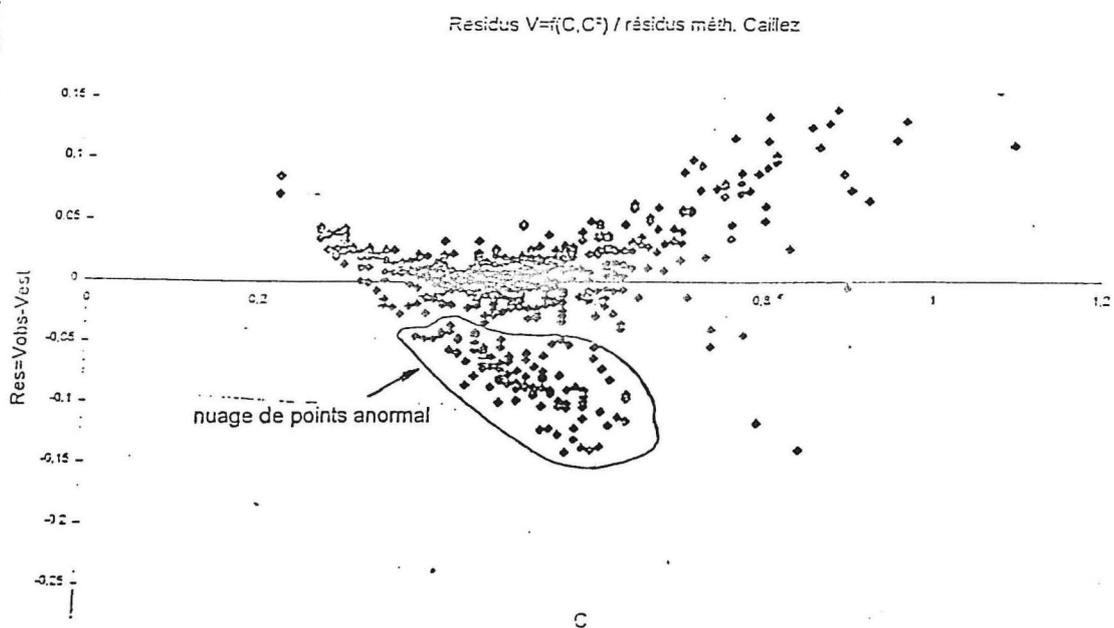
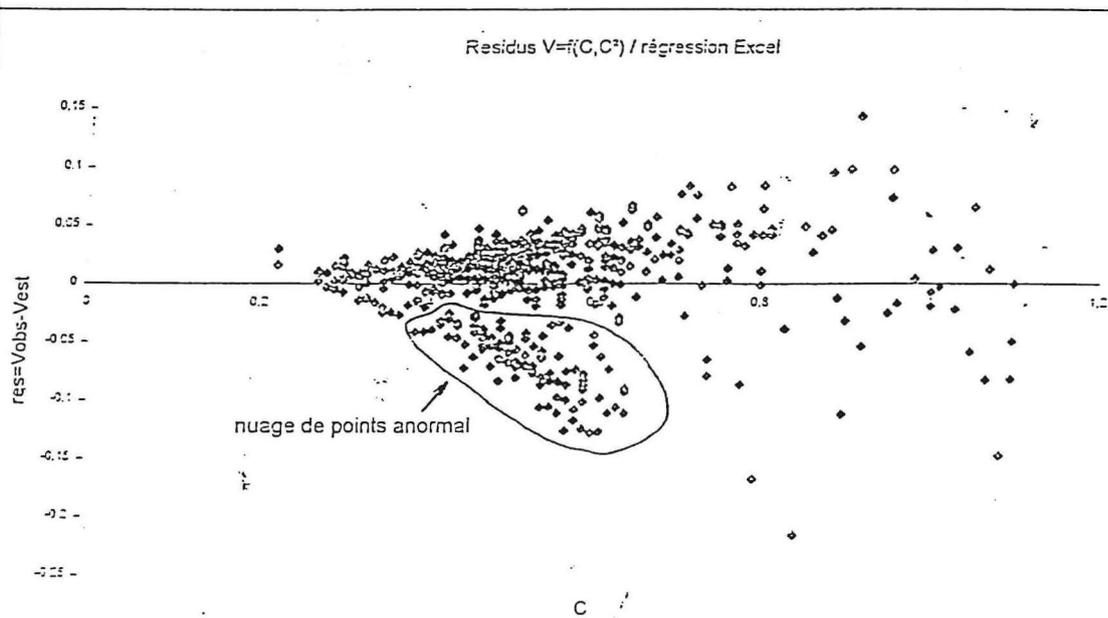
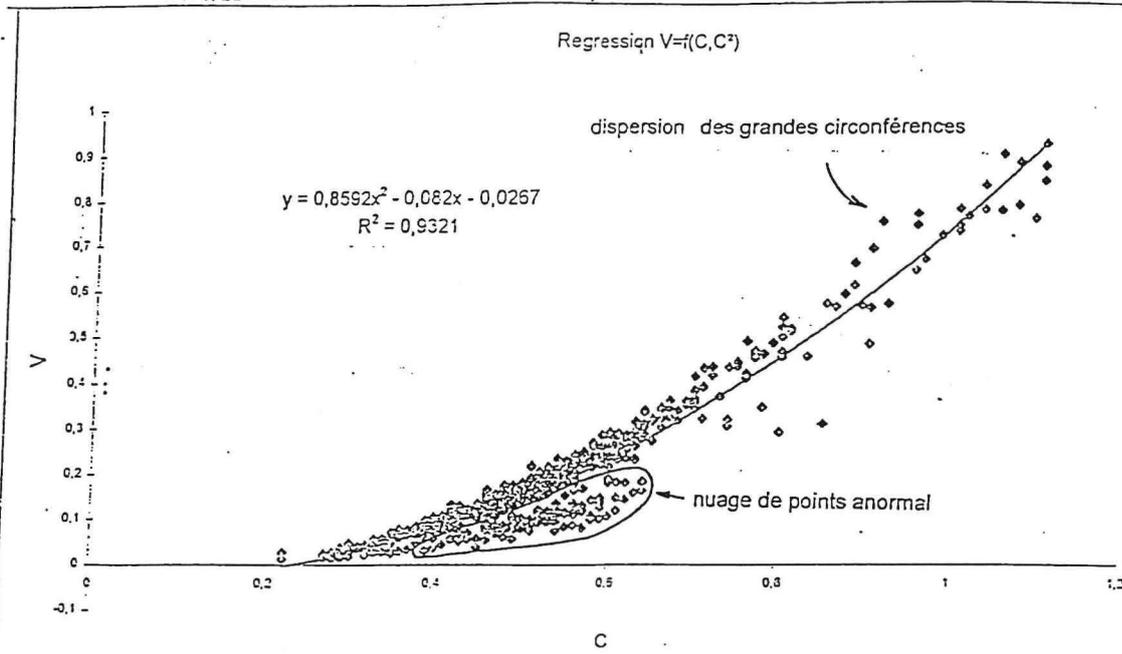


Graph 2 : Représentation graphique du tarif de cubage

Schéma des résidus



Annexe 10 b: Représentation des volumes en fonction des circonférences
Résultats des régressions $V=f(C, C^2)$



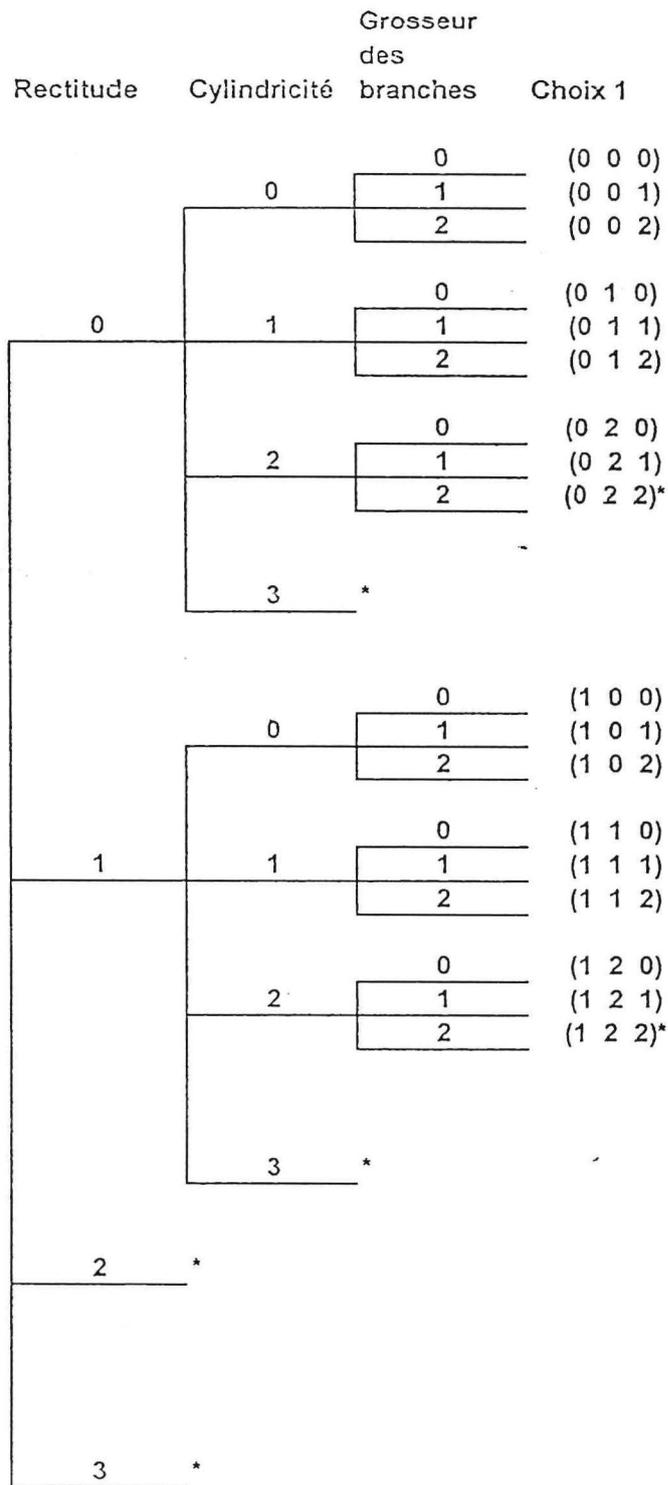
Annexe 11: Données sylvicoles générales pour l'ensemble des clones du test clonal n°1 de Sangoué 91 à 3 ans et à 6 ans

Age (ans)	Clone	N (tiges/ha)	C _m (cm)	H _m (m)	G (m ² /ha)	C _g (cm)	V (m ³ /ha)	Accroissement moyen			
								C (cm/an)	C _g (cm/an)	H (m/an)	V (m ³ /ha/an)
3	10	1011	35	9.1	10.58	36.2	-	11.7	12.1	3.0	-
	28	722	24.6	5.2	4.37	27.3	-	8.2	9.1	1.7	-
	29	289	22.8	5.1	1.83	27.2	-	7.6	9.1	1.7	-
	30	267	19.3	4.9	1.01	21.8	-	6.4	7.3	1.6	-
	34	1067	26.7	6.3	6.67	28	-	8.9	9.3	2.1	-
	37	433	23.6	6	2.28	25.7	-	7.9	8.6	2.0	-
	38	789	26.9	5.7	5.39	29.1	-	9.0	9.7	1.9	-
	40	644	16.7	3.7	2.11	21.4	-	5.6	7.1	1.2	-
	41	1044	33.7	7.9	10.59	35.7	-	11.2	11.9	2.6	-
	45	1078	38.3	8.8	13.15	39.1	-	12.8	13.0	2.9	-
	93	511	19.8	4	2.24	23	-	6.6	7.7	1.3	-
	semis	978	29.9	7.2	7.9	31.9	-	10.0	10.6	2.4	-
6	10	711	63.1	15.3	23.57	64.5	161.75	11.7	10.8	3.0	26.959
	28	533	64.9	13.4	18.98	66.9	113.47	8.2	11.2	1.7	18.911
	29	289	53.6	11.7	8.19	59.7	38.094	7.6	10.0	1.7	6.349
	30	244	54.6	13.6	6.36	57.2	39.714	6.4	9.5	1.6	6.619
	34	722	56.8	13.9	19.5	58.2	123.38	8.9	9.7	2.1	20.563
	37	344	51.8	13.8	7.99	54	49.224	7.9	9.0	2.0	8.204
	38	589	59.8	14	17.81	61.6	112.86	9.0	10.3	1.9	18.81
	40	467	53.4	12.6	11.84	56.4	59.898	5.6	9.4	1.2	9.983
	41	667	68.8	15.3	26.23	70.3	176.17	11.2	11.7	2.6	29.361
	45	667	67.3	15.3	24.96	68.6	168.46	12.8	11.4	2.9	28.077
	93	400	51.2	15.1	10.32	56.9	48.636	6.6	9.5	1.3	8.106
	semis	644	56.7	14.6	17.34	58.1	113.07	10.0	9.7	2.4	18.845

Annexe 12: Données sylvicoles générales pour l'ensemble des clones du test clonal n°2 de Sangoué 91 à 3 ans et à 6 ans.

Age (ans)	Clone	Densité (tiges/ha)	C _m (cm)	H _m (m)	G (m ² /ha)	C _g (cm)	V (m ³ /ha)	Accroissement moyen			
								C (cm/an)	C _g (cm)	H (m/an)	V (m ³ /ha/an)
3	5	278	19,6	5,3	1.03	21.1	-	6.5	7.0	1.8	-
	10	972	36,6	7,8	11.08	37.8	-	12.2	12.6	2.6	-
	22	861	33	6,9	8.73	35.7	-	11.0	11.9	2.3	-
	24	361	28,1	6,9	2.65	30.3	-	9.4	10.1	2.3	-
	25	500	25,8	6,8	2.93	27.1	-	8.6	9.0	2.3	-
	26	806	31,4	6,7	7.22	33.6	-	10.5	11.2	2.2	-
	27	1028	31,4	5,9	8.85	32.9	-	10.5	11.0	2.0	-
	28	778	34,4	7,6	8.27	36.6	-	11.5	12.2	2.5	-
	30	583	28,6	6,1	4.14	29.9	-	9.5	10.0	2.0	-
	34	889	32,6	6,4	8.9	35.5	-	10.9	11.8	2.1	-
	35	833	33,9	7,3	9.53	37.9	-	11.3	12.6	2.4	-
	37	389	14,9	3,8	0.9	17	-	5.0	5.7	1.3	-
	40	611	28,2	6,2	4.69	31	-	9.4	10.3	2.1	-
	41	1000	36,2	7,4	11.95	38.7	-	12.1	12.9	2.5	-
	44	833	35,3	8,1	8.71	36.2	-	11.8	12.1	2.7	-
	47	1000	39	8,8	13.5	41.2	-	13.0	13.7	2.9	-
	50	1056	40,7	8,7	14.93	42.1	-	13.6	14.0	2.9	-
	54	583	27,7	7,3	4.54	31.3	-	9.2	10.4	2.4	-
	60	583	19,7	4,6	2.13	21.4	-	6.6	7.1	1.5	-
	61	361	22,4	5,4	2.01	26.5	-	7.5	8.8	1.8	-
67	611	28,2	6,5	4.37	30.7	-	9.4	10.2	2.2	-	
70	778	38,8	8,3	10.64	41.4	-	12.9	13.8	2.8	-	
73	250	30,3	7,8	2.06	32.2	-	10.1	10.7	2.6	-	
84	278	13,9	3,4	0.57	16.1	-	4.6	5.4	1.1	-	
90	889	33,2	6,2	9.79	37.2	-	11.1	12.4	2.1	-	
93	611	22,8	5,7	3.43	26.6	-	7.6	8.9	1.9	-	
94	833	36,8	7,8	10.39	39.6	-	12.3	13.2	2.6	-	
semis	889	32,5	6,3	8.47	34.6	-	10.8	11.5	2.1	-	
104	889	33,7	6,9	8.75	35.2	-	11.2	11.7	2.3	-	
112	639	33,7	7,4	7.07	37.3	-	11.2	12.4	2.5	-	
6	5	250	51.1	14.3	5.417	52.2	34.95	10.5	8.7	3.0	5.825
	10	722	72.6	16.7	31.41	73.9	222.528	12.0	12.3	3.0	37.088
	22	722	64.9	14.8	25.8	67	171.252	10.6	11.2	2.6	28.542
	24	278	46.6	12	5.42	49.5	28.98	6.2	8.3	1.7	4.83
	25	389	43.6	13.8	6.23	44.9	37.116	5.9	7.5	2.3	6.186
	26	639	70.3	15.8	25.73	70.9	177.072	13.0	11.8	3.0	29.512
	27	806	64.1	15.3	26.82	64.7	185.052	10.9	10.8	3.1	30.842
	28	722	65.1	15.5	25.19	66.2	173.28	10.2	11.0	2.6	28.88
	30	278	39.7	12.5	4.06	42.9	20.46	3.7	7.2	2.1	3.41
	34	667	62.9	15.6	21.74	64	151.68	10.1	10.7	3.1	25.28
	35	722	61.1	14.9	23.3	63.7	157.428	9.1	10.6	2.5	26.238
	37	278	51.3	14.2	6.21	53	38.724	12.1	8.8	3.5	6.454
	40	500	59	14.1	14.91	61.2	94.866	10.3	10.2	2.6	15.811
	41	639	67.3	16.5	24.42	69.3	174.456	10.4	11.6	3.0	29.076
	44	750	59.9	16	21.91	60.6	157.158	8.2	10.1	2.6	26.193
	47	778	67.1	16.4	28.91	68.3	207.414	9.4	11.4	2.5	34.569
	50	750	69.3	16.3	29.57	70.4	209.802	9.5	11.7	2.5	34.967
	54	361	54.8	13.7	9.53	57.6	59.922	9.0	9.6	2.1	9.987
	60	417	49.7	13.3	8.88	51.7	52.794	10.0	8.6	2.9	8.799
	61	306	42.6	12	5.73	48.6	33.786	6.7	8.1	2.2	5.631
67	361	55.4	13.4	9.93	58.8	61.854	9.1	9.8	2.3	10.309	
70	583	64.3	15.3	20.36	66.2	138.006	8.5	11.0	2.3	23.001	
73	194	59.8	13.8	5.85	50.4	42.46	9.8	10.1	2.9	7.08	
84	278	53.9	13.1	7.37	57.8	43.05	13.3	9.6	3.2	7.175	
90	556	69.3	15.1	22.88	71.9	148.062	12.0	12.0	3.0	24.677	
93	417	44.5	12.1	7.12	46.3	36.984	7.2	7.7	2.1	6.164	
94	694	68.1	16.1	26.74	69.6	188.868	10.4	11.6	2.8	31.478	
semis	694	62.3	15.8	22.75	64.2	160.896	9.9	10.7	3.2	26.816	
104	722	73	16.4	31.15	73.6	220.698	13.1	12.3	3.2	36.783	
112	528	65.6	16.9	19.56	68.2	143.358	10.6	11.4	3.2	23.893	

Annexe 13: Combinaisons de caractères qualitatifs retenues pour le choix 1



* Combinaisons correspondant au choix 2

Annexe 14: Listing de la programmation SAS.

```
/******  
/* NOM : qulitte.sas */  
/* TITRE : Analyse essai Gmelina 1991 Inentaire 94 et 97 */  
/* DONNEES : iv94gm91.prn - iv97gm91.prn - iv94ten.prn - iv97tc2 */  
/* */  
/* AUTEUR : Germain KOUADIO */  
/* DATE : Novembre 1997 */  
/* MODULE : SAS/STAT */  
/* */  
/* */  
/******
```

```
data tc297;  
infile 'c:\germain\iv97tc2.prn';  
input lg rg bloc clone circ ht rec cyl gbr;  
run;  
/* ELIMINATION DES TIGES ECLAIRCIES ET CALCUL DES SURFACES TERRIERES  
*/
```

```
data tri;  
set tc297;  
gi=(circ**2)/(40000*3.14159);  
surt=gi*10000/10800;  
run;
```

```
data tri1;  
set tri;  
proc sort;  
by clone bloc;  
run;
```

```
/* CALCUL DES PARAMETRES SYLVICOLES DU PEUPEMENT */  
/* surface terrière circonférence moyenne et hauteur moyenne de la plantation */
```

```
data moyen1;  
set tri1;  
if circ=0 then delete;  
proc means mean N std sum;  
var circ ht surt;  
by clone;  
output out=moy1 N=viv mean=mcirc mht msurt;  
run;
```

```
data moyen2;  
set tri1;  
if circ=0 then delete;  
proc means mean N std sum;  
var circ ht surt;  
by clone;  
output out=moy2 N=viv mean=mcirc mht msurt;  
run;
```

```
/* CALCUL DE LA DENSITE */  
/* densité moyenne de la plantation */  
data d1;
```

```

set moy1;
dha=viv*10000/10800;
proc means mean std sum;
var dha;
run;
/* densité moyenne par clone */
data d2;
set moy2;
dpha=viv*10000/360;
proc sort;
by clone;
proc means mean std sum;
var dpha;
by clone;
run;

```

```

/* CALCUL DE LA HAUTEUR DOMINANTE */

```

```

data sylvi;
set tril ;
if circ=0 then delete;
if circ<75 then delete;
H0=ht;
proc means mean N sum std;
var H0;
run;

```

```

/* CHANGEMENT DE VARIABLE POUR LES MOYENNES REELLES DE SURFACES
TERRIERE POUR
L'ANALYSE DE VARIANCE */

```

```

data tri2;
set tril;
if circ=0 then delete;
if clone=5 then G=surt*9;
if clone=10 then G=surt*26;
if clone=22 then G=surt*26;
if clone=24 then G=surt*10;
if clone=25 then G=surt*14;
if clone=26 then G=surt*23;
if clone=27 then G=surt*29;
if clone=28 then G=surt*26;
if clone=30 then G=surt*10;
if clone=34 then G=surt*24;
if clone=35 then G=surt*26;
if clone=37 then G=surt*10;
if clone=40 then G=surt*18;
if clone=41 then G=surt*23;
if clone=44 then G=surt*27;
if clone=47 then G=surt*28;
if clone=50 then G=surt*27;
if clone=54 then G=surt*13;

```

```

if clone=60 then G=surt*15;
if clone=61 then G=surt*11;
if clone=65 then G=surt*13;
if clone=70 then G=surt*21;
if clone=73 then G=surt*7;
if clone=84 then G=surt*10;
if clone=90 then G=surt*20;
if clone=93 then G=surt*15;
if clone=94 then G=surt*25;
if clone=99 then G=surt*25;
if clone=104 then G=surt*26;
if clone=112 then G=surt*19;
proc sort;
by clone bloc;
run;
/* ANALYSE DE VARIANCE SUR LA SURFACE TERRIERE */
data surf;
set tri2;
proc glm data=surf;
class bloc clone;
model ht G=bloc clone clone*bloc;
means bloc clone/snk;
run;
/* ANALYSE DE VARIANCE SUR LA HAUTEUR TOTALE */
data hautT;
set tri2;
proc glm data=hautT;
class bloc clone;
model ht ht=bloc clone clone*bloc;
means bloc clone/snk;
run;
/* TABLEAU DES FREQUENCES PAR CLASSE DE RECTITUDES PAR CLONE ET
PAR BLOC */
proc freq data=tri1;
tables clone*rec/out=recti noprint;
by clone bloc;
run;
/* TABLEAU DES FREQUENCES PAR CLASSE DE CYLINDRICITE PAR CLONE ET
PAR BLOC */
proc freq data=tri1;
tables clone*cyl/out=cylque noprint;
by clone bloc;
run;
/* TABLEAU DES FREQUENCES PAR CLASSE DE TAILLE DES BRANCHES PAR
CLONE ET PAR BLOC */
proc freq data=tri1;
tables clone*gbr/out=branch noprint;
by clone bloc;
run;

```

```

data TABrec;
set recti;
if rec=0 then rec=1;
if rec=. or rec>1 then delete;
proc print data=TABrec;
run;
data TABcyl;
set cylque;
if rec=0 then rec=1;
if rec=. or rec>1 then delete;
proc print data=TABcyl;
run;
data TABgbr;
set branch;
if rec=0 then rec=1;
if rec=. or rec>1 then delete;
proc print data=TABgbr;
run;
/* TABLEAU CROISE DES CORRELATIONS ENTRE LES DIFFERENTS CRITERES
DE SELECTION */
data correl;
set tri1;
proc corr out=tableau1 cov;
var circ ht gi rec cyl gbr;
with circ ht gi rec cyl gbr;
run;
/*ANALYSE DE VARIANCE SUR LA PRODUCTION A 6 ANS DANS LE TC1 */
data product;
infile 'c:\germain\iv97gm91.prn';
input lg rg bloc clone circ ht rec cyl gbr;
if circ=0 then delete;
run;
data tri;
set product;
proc sort;
by clone bloc;
run;
data volume;
set tri;
vi=(0.0085*SQRT(circ*circ*ht/10000)+0.00000296*circ**2*ht)*(10000/900);
pd=vi/6;
if clone=10 then prod=pd*64;
if clone=28 then prod=pd*48;
if clone=29 then prod=pd*26;
if clone=30 then prod=pd*22;
if clone=34 then prod=pd*65;
if clone=37 then prod=pd*31;
if clone=38 then prod=pd*53;
if clone=40 then prod=pd*42;

```

```

if clone=41 then prod=pd*60;
if clone=45 then prod=pd*60;
if clone=93 then prod=pd*36;
if clone=99 then prod=pd*58;
proc means noprint;
var circ prod ht;
by clone;
output out=moy mean=mcirc mg;
proc print data=moy;
run;
data anovar;
set volume;
proc glm;
class bloc clone;
model prod=bloc clone clone*bloc;
means bloc clone /snk;
run;
/*ANALYSE DE VARIANCE SUR LA PRODUCTION A 6 ANS DANS LE TC2 */
data product;
infile 'c:\germain\iv97tc2.prn';
input lg rg bloc clone circ ht rec cyl gbr;
run;
data tri;
set product;
proc sort;
by clone bloc;
run;
data volume;
set tri;
vi=(0.0085*SQRT(circ*circ*ht/10000)+0.00000296*circ**2*ht)*27.777777777778;
pd=vi/6;
if clone=50 then prod=pd*27;
if clone=47 then prod=pd*28;
if clone=70 then prod=pd*21;
if clone=94 then prod=pd*25;
if clone=10 then prod=pd*26;
if clone=41 then prod=pd*23;
if clone=44 then prod=pd*27;
if clone=28 then prod=pd*26;
if clone=35 then prod=pd*26;
if clone=104 then prod=pd*26;
if clone=112 then prod=pd*19;
if clone=90 then prod=pd*20;
if clone=22 then prod=pd*26;
if clone=34 then prod=pd*24;
if clone=99 then prod=pd*25;
if clone=26 then prod=pd*23;
if clone=37 then prod=pd*10;
if clone=73 then prod=pd*7;

```

```

if clone=30 then prod=pd*10;
if clone=67 then prod=pd*13;
if clone=40 then prod=pd*18;
if clone=24 then prod=pd*10;
if clone=54 then prod=pd*13;
if clone=25 then prod=pd*14;
if clone=93 then prod=pd*15;
if clone=61 then prod=pd*11;
if clone=60 then prod=pd*15;
if clone=5 then prod=pd*9;
if clone=27 then prod=pd*29;
if clone=84 then prod=pd*10;
proc means noprint;
var circ prod ht;
by clone;
output out=moy mean=mcirc mg;
proc print data=moy;
run;
data anovar;
set volume;
proc glm;
class bloc clone;
model prod=bloc clone clone*bloc;
means bloc clone /snk;
run;
/* ANALYSE DE VARIANCE SUR LE VOLUME PONDERE DANS LE TC1*/
data tc297;
infile 'c:\germain\iv97gm91.prn';
input lg rg bloc clone circ ht rec cyl gbr;
if circ=0 then delete;
if rec=. or cyl=. or gbr=. then delete;
run;
data bonif2;
set tc297;
if circ=0 then delete;
vi=(0.0085*SQRT(circ*circ*ht/10000)+0.00000296*circ**2*ht);
if clone=10 then bon=vi*2.532*1.041;
if clone=28 then bon=vi*1.875*0.633;
if clone=29 then bon=vi*1.07*0.683;
if clone=30 then bon=vi*1.024*1.266;
if clone=34 then bon=vi*2.739*1.204;
if clone=37 then bon=vi*1.349*0.825;
if clone=38 then bon=vi*2.004*0.541;
if clone=40 then bon=vi*1.731*1.077;
if clone=41 then bon=vi*2.647*0.776;
if clone=45 then bon=vi*2.793*0.968;
if clone=93 then bon=vi*1.491*1.047;
if clone=99 then bon=vi*2.434*0.805;
run;

```

```

proc glm data=bonif2;
class bloc clone;
model bon=bloc clone bloc*clone;
means bloc clone/snk;
run;
/* ANALYSE DE VARIANCE SUR LE VOLUME PONDERE DANS LE TC2*/
data tc297;
infile 'c:\germain\iv97tc2.prn';
input lg rg bloc clone circ ht rec cyl gbr;
if circ=0 then delete;
if rec=. or cyl=. or gbr=. then delete;
run;
data bonif2;
set tc297;
if circ=0 then delete;
vi=(0.0085*SQRT(circ*circ*ht/10000)+0.00000296*circ**2*ht);
if clone=10 then bon=vi*2.419*1.037;
if clone=22 then bon=vi*2.153*0.819;
if clone=25 then bon=vi*1.471*1.079;
if clone=26 then bon=vi*2.038*0.851;
if clone=27 then bon=vi*2.587*0.749;
if clone=28 then bon=vi*1.982*0.749;
if clone=30 then bon=vi*1.621*1.570;
if clone=34 then bon=vi*2.214*1.249;
if clone=35 then bon=vi*2.094*1.328;
if clone=41 then bon=vi*2.498*0.841;
if clone=44 then bon=vi*2.094*0.963;
if clone=50 then bon=vi*2.691*0.984;
if clone=54 then bon=vi*1.621*1.047;
if clone=60 then bon=vi*1.621*1.231;
if clone=61 then bon=vi*1.213*1.571;
if clone=70 then bon=vi*1.982*0.987;
if clone=73 then bon=vi*0.988*1.741;
if clone=90 then bon=vi*2.214*0.775;
if clone=94 then bon=vi*2.094*1.105;
if clone=99 then bon=vi*2.214*0.943;
if clone=104 then bon=vi*2.214*0.973;
if clone=112 then bon=vi*1.721*1.079;
if clone=5 or clone=24 or clone=37 or clone=40 or clone=47 or clone=67
or clone=84 or clone=93 then delete;
run;
proc glm data=bonif2;
class bloc clone;
model bon=bloc clone bloc*clone;
means bloc clone/snk;
run;

```

NOTE SUR LE GMELINA.IDENTITE : *Gmelina arborea*

Famille des VERBENACEES

NOM PILOTE : (A.T.I.B.T.) : YEMANE.NOMS COMMERCIAUX OU VERNACULAIRES : YEMANE (Birmanie), KUMHAR, GUMHAR, SEWAN, SHIVAN, GUMADI, GOMARI (Inde et Pakistan), SAW (Thaïlande) souvent appelé en anglais "WHITE TEAK".PROPRIETES PHYSIQUES :

- Densité (à 12 %) = 0,483 (LEGER)
- Retrait volumétrique = 9,2 % (FAIBLE RETRAIT)
- Nervosité = 0,49 % (MOYENNE).

PROPRIETES MECANIQUES :

- Rupture en flexion statique ... = 899 kg/cm² (FAIBLE)
- Rupture en compression = 293 kg/cm² (FAIBLE)
- Module d'élasticité = 84 000 kg/cm² (MOYEN)
- Cote de flexion F/100 D = MOYENNE
- Cote statique C/100 D = FAIBLE
- Résilience K/D² = 0,8 (MOYENNE).

NOTA : Essais sur 3 arbres provenant de la plantation de YAPO-1967 (Age : 16 ans).DURABILITE : Le bois de GMELINA est modérément durable.ASPECT : Bois assez fin, assez dur, parfois figuré.USINAGE : Bon poli, Bon fini. Le bois prend bien la teinture.UTILISATIONS : Dans les pays d'origines, le GMELINA sert à de multiples usages, c'est un véritable matériau à tout faire. Malgré le fait que ce n'est pas un bois lourd, mais une essence de densité moyenne, le GMELINA possède les propriétés d'un bois d'utilité courante, convenable pour les travaux :

- de construction légère
- de charpente
- de petit mobilier
- d'emballage
- de déroulage.

Laboratoire de Technologie du Bois
Le Chef de laboratoire.

Jean THIEL.