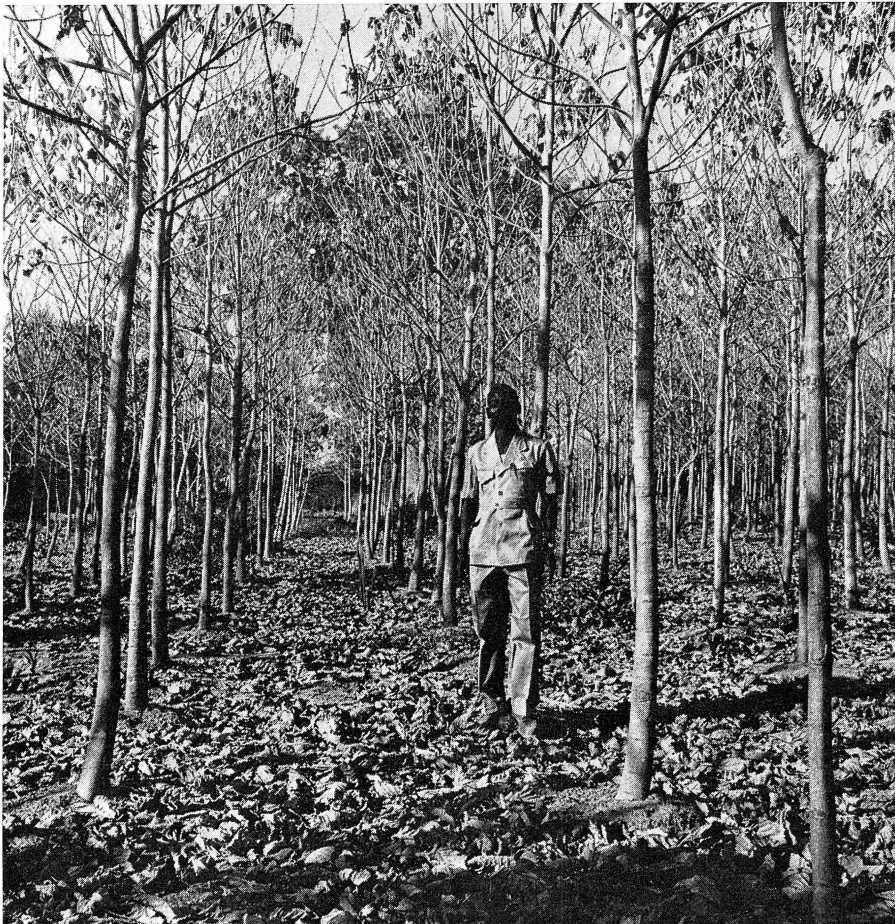


Gmelina arborea 3 ans après plantation.
Forêt du barrage. Ouagadougou. Haute Volta.

Photo Bégué.



CARACTÉRISTIQUES PAPETIÈRES D'UNE ESSENCE TROPICALE DE REBOISEMENT LE *GMELINA ARBOREA*

par Jacqueline DOAT

Ingénieur à la division

Cellulose et Chimie du Centre Technique Forestier Tropical.

SUMMARY

THE PAPERMAKING CHARACTERISTICS OF A REAFFORESTATION SPECIES : *GMELINA ARBOREA*

This article sums up the papermaking tests carried out at the C. T. F. T. over the past fifteen years on a tropical reforestation species, Gmelina arborea. This species, which has been acclimatized in many parts of the world, has given very good yields, up to 30 cubic metres per hectare per year.

From the papermaking point of view, Gmelina arborea can serve as a raw material for the production of good quality bleached chemical pulps or high-yield pulps that can be used in numerous sorts of paper and board. The use of Gmelina arborea for the production of dissolving pulp or mechanical pulp seems to be more difficult at the present stage of research.

CARACTERISTICAS PAPELERAS DE UNA ESPECIE DE REPOBLACION FORESTAL : GMELENA ARBOREA

En este artículo, se efectúa la síntesis de las pruebas papeleras llevadas a cabo en el C. T. F. T. (Centro Técnico Forestal Tropical de Francia) desde hace unos quince años, por lo que se refiere a una especie tropical de repoblación forestal, el Gmelina arborea. Esta especie, que ha sido aclimatada en numerosas regiones del mundo, ha dado rendimientos óptimos, pudiendo alcanzar hasta 30 m³ anuales por hectárea.

Desde el punto de vista papelerero, el Gmelina arborea puede ser utilizado como materia prima para la fabricación de pastas químicas blanqueadas de calidad correcta o pastas de elevado rendimiento utilizables en numerosas clases de papel y cartón. En el estado actual de las investigaciones, el empleo de Gmelina arborea para la obtención de pasta para disolver o de pasta mecánica parece resultar más difícil.

INTRODUCTION

Le *Gmelina arborea* est un arbre de 2^e grandeur qui peut atteindre, dans de bonnes conditions, 30 m de haut et 1,50 m de diamètre. C'est une essence de la forêt semi-décidue, originaire de la péninsule indienne, qui a été introduite depuis une cinquantaine d'années en Afrique de l'Ouest et en Amérique du Sud.

Dans les Etats francophones, on trouve des plantations expérimentales de *Gmelina* : au Sénégal, au Mali, en Côte-d'Ivoire, en Haute-Volta, au Dahomey, au Cameroun, au Gabon (Mbel) et au Congo (Loudima). Les résultats sont évidemment très variables suivant les conditions locales.

Le *Gmelina* est une essence rustique, peu exigeante sur la qualité des sols, à croissance rapide (8 à 9 ans pour la production de bois de pâte) et d'une introduction relativement facile. C'est un arbre à feuilles caduques, qui rejette bien de souche et dont la fructification est abondante et précoce.

Le *Gmelina* est utilisé en Asie pour des usages variés : charpentes, menuiseries, caisserie, fabrication d'allumettes. En Afrique, les plantations ont été faites dans le but de produire, soit des allumettes, soit de la pâte cellulosique et, pour cette dernière utilisation, probablement la plus importante, des essais d'introduction de *Gmelina* ont plus particulièrement été faits dans trois pays où existe actuellement un projet de construction d'usine de pâte : le Gabon, le Cameroun et la Côte-d'Ivoire.

Au Gabon, les essais de plantation ont été réalisés à Mbel ; ils remontent à 1969 et les résultats paraissent satisfaisants, tant sur l'argile que sur le sable.

Au Cameroun, ils ont été faits à partir de 1969 dans la région d'Edéa (Station de la Mangombé). Les résultats sont très favorables, malgré quelques attaques de pourridié, et la croissance est particulièrement rapide.

En Côte-d'Ivoire, l'introduction du *Gmelina arborea* remonte à 1934, mais les premières plantations, qui avaient été faites dans la réserve du Banco, c'est-à-dire en forêt dense humide, n'ont pas donné les résultats escomptés. Par contre, à partir de 1944, les essais se sont poursuivis dans la région de Bouaké,

sur des terrains de savane dégradés et dénudés et les résultats ont été excellents. C'est ainsi que l'exploitation à blanc en 1966 d'une parcelle de 1 ha, âgée de 10 ans, a produit 326 m³ de bois fort, soit 32 m³ par ha et par an. Le prix de revient de ces plantations sur cultures en savane a été estimé à 35 h/j par ha, prix auquel il convient d'ajouter les coûts de remplacement des manquants, les frais de création et d'entretien des pépinières et des pistes forestières etc... pour aboutir à un total pouvant aller jusqu'à 75 h/j à l'ha. Enfin plus récemment (1971), des essais de plantation artificielle d'essences papetières à croissance rapide ont été effectués dans la région de San Pedro et le *Gmelina* figure dans la liste des espèces retenues. Il est encore trop tôt pour pouvoir se prononcer d'une façon définitive sur le rendement en bois du *Gmelina arborea* planté dans cette région de Côte-d'Ivoire, mais les résultats obtenus jusqu'ici sont excellents puisque, après 28 mois de plantation, l'accroissement annuel moyen sur le diamètre dépasse 5 cm.

Signalons enfin les importantes plantations de *Gmelina* réalisées au Brésil à des fins papetières qui couvriraient plus de 100.000 ha.

Le *Gmelina arborea* a déjà été étudié par plusieurs chercheurs de différents pays : Grande-Bretagne, Canada, Malaisie, Philippines, Inde, Belgique, U. S. A., etc...

En France, la division Cellulose et Chimie du CENTRE TECHNIQUE FORESTIER TROPICAL s'est aussi intéressée à cette essence à la suite des résultats favorables obtenus aux essais de plantation. Une publication des premiers résultats papetiers a été faite en 1960. Cette publication avait surtout trait à l'obtention de pâtes chimiques. Ultérieurement de nouveaux tests ont été effectués pour compléter et préciser les premiers essais. En particulier on a cherché à élargir les connaissances acquises dans le domaine du blanchiment des pâtes chimiques, de la fabrication des pâtes mi-chimiques et des pâtes à haut rendement.

Le but de cet article est de faire la synthèse de tous les résultats obtenus au C. T. F. T. d'un point de vue papetier sur cette bonne essence de reboisement qu'est le *Gmelina arborea*.

CARACTÉRISTIQUES ANATOMIQUES

Six échantillons de *Gmelina arborea* provenant de la Côte-d'Ivoire ont été analysés par la Division d'Anatomie du C. T. F. T. Les longueurs et largeurs des fibres, l'épaisseur des parois et la largeur des cavités ont été mesurées. De plus, différents coefficients ont été calculés : coefficient de Runkel, coefficient de souplesse, indice de feutrage, qui sont liés aux caractéristiques papetières des pâtes. Les résultats obtenus sont donnés au tableau 1 en comparaison de deux bois feuillus européens qui servent de référence.

On remarque que les fibres de *Gmelina* sont assez courtes, leur longueur est du même ordre que celle des fibres de feuillus tempérés. Elles sont plutôt plus larges que celles des bois de référence

et elles comportent un lumen important. Leur coefficient de souplesse est donc favorable (70 à 82 selon l'échantillon). Les papiers de *Gmelina* auront vraisemblablement une bonne résistance à la longueur de rupture et à l'éclatement. Par contre, le pouvoir feutrant des fibres étant bas ou moyen, la résistance à la déchirure des papiers résultants ne sera pas très élevée.

La densité des bois se situe entre 0,38 et 0,46 soit au niveau du Peuplier mais au-dessous du Hêtre et du Bouleau. On rappelle que les bois légers sont moins avantageux que les bois lourds d'un point de vue économique (un m³ de bois correspondant à un tonnage plus faible).

TABLEAU 1. — CARACTÉRISTIQUES ANATOMIQUES

| Echantillon | <i>Gmelina arborea</i> | | | | | | Bois de référence | |
|----------------------------------|------------------------|-------------|------------|-------|-------|-------|-------------------|---------|
| | 10647 | 11437 | 11440 | 16185 | 16186 | 16187 | Hêtre | Bouleau |
| Longueur des fibres (L) (Mu) .. | 1.043 ± 174 | 1.150 ± 195 | 930 ± 160 | 1.023 | 1.045 | 1.084 | 1.000 | 1.200 |
| Largeur des fibres (l) (Mu) | 38,2 ± 5,6 | 34,5 ± 5,1 | 32,5 ± 4,5 | 23 | 25 | 24 | 18 | 35 |
| Largeur cavités (c) (Mu) | 31,1 | 28 | 29 | 16 | 20 | 19 | 6 | 15 |
| Largeur parois (2 p) (Mu) | 7,1 | 6,7 | 5,6 | 7 | 7 | 5 | 12 | 10 |
| Coefficient de Runkel (2 p/c)... | 0,22 | 0,24 | 0,19 | 0,44 | 0,34 | 0,26 | 2 | 0,66 |
| Coefficient souplesse (c/l)..... | 81,1 | 80,5 | 82,5 | 69,7 | 74,2 | 79,4 | 33 | 60 |
| Pouvoir feutrant (L/l) | 27,2 | 33,3 | 28,7 | 44,5 | 37,7 | 45,1 | 55 | 48 |
| Densité (sec 100 %) | 0,4-0,42 | 0,42 | 0,38 | — | — | 0,46 | 0,61 | 0,56 |
| Densité (à 12 % humidité) | — | — | — | 0,44 | 0,47 | 0,51 | 0,69 | — |

CARACTÉRISTIQUES CHIMIQUES

La composition chimique de quatre échantillons de *Gmelina arborea* a été déterminée. Les principaux constituants du bois ont été dosés ; extraits à l'alcool-benzène, à l'eau bouillante, à la soude à 1 % à l'ébullition, lignine (méthode de Klason), pentosanes (méthode au bromure-bromate), cellulose (méthode nitroalcoolique de Kürschner), cendres totales à 425°. Enfin, dans deux cas, la composition des cendres a été analysée et pour un échantillon, on a mesuré les taux de mannanes et de galactanes contenus dans le bois.

Les résultats enregistrés sont consignés au tableau 2 ainsi que ceux obtenus sur du Hêtre et

du Bouleau. On remarque que, dans l'ensemble, le *Gmelina arborea* contient des quantités d'extraits à l'alcool-benzène assez élevées (5 à 7 % soit cinq à six fois plus que les bois de référence) et des teneurs en lignine assez faibles pour un feuillu tropical (26 à 28,7 %), mais supérieures à celles de Hêtre et de Bouleau. A l'inverse, le *Gmelina* a beaucoup moins de pentosanes que les bois européens. Enfin, les taux de cellulose sont favorables pour le *Gmelina* qui contient peu de cendres.

Malgré sa forte teneur en produits extractibles, le bois devrait se cuire assez facilement avec des quantités normales de réactif.

TABLEAU 2. — CARACTÉRISTIQUES CHIMIQUES

| Echantillon | <i>Gmelina arborea</i> | | | | Bois de référence | |
|---|------------------------|-------|-------|-------|-------------------|---------|
| | 10647 | 16185 | 16186 | 16187 | Hêtre | Bouleau |
| Extrait alcool-benzène (%) | 5,5 | 5,05 | 6,65 | 7,2 | 0,95 | 1,3 |
| Extrait eau bouillante (%) | 2,0 | 1,5 | 1,45 | 1,3 | 1,3 | 1,75 |
| Extrait soude (1 %) (net) | 17,1 | 12,2 | 12,4 | 11,8 | 18,2 | 20,5 |
| Lignine (%) | 28,1 | 28,7 | 27,4 | 26,1 | 23,2 | 18,9 |
| Pentosanes (%) | 16,0 | 16,7 | 15,8 | 16,4 | 25,8 | 29,6 |
| Cellulose corrigée (%) | 41,4 | 42,5 | 44 | 43,5 | 40,5 | 40,9 |
| Mannanes (%) | 2,0 | — | — | — | 2,6 | — |
| Galactanes (%) | 0,25 | — | — | — | — | — |
| Cendres (%) | 0,66 | 0,76 | 0,93 | 0,45 | 0,52 | 0,44 |
| SiO ₂ (%) | 0,022 | 0,002 | 0,025 | 0,003 | 0,008 | 0,03 |
| Fe ₂ O ₃ + Al ₂ O ₃ (%) | — | 0,012 | 0,016 | — | — | — |
| Fe ₂ O ₃ (%) | — | 0,002 | 0,005 | 0,006 | — | — |
| CaO (%) | — | 0,11 | 0,25 | — | — | — |

PÂTES CHIMIQUES KRAFT

Étude de la cuisson.

L'étude a été effectuée sur le bois portant le n° C. T. F. T. 10647. Deux séries de cuissons par le procédé soude-soufre (équivalent au procédé kraft) ont été faites dans un lessiveur de 50 l à températures différentes avec des quantités croissantes de réactif dans les conditions suivantes :

NaOH introduite (% bois sec) : 18 20 22 24 26

S introduit (% bois sec) : 1,8 2 2,2 2,4 2,6
Montée en température : 1 h de 20° à 120°, puis 50° à l'heure jusqu'au palier

Palier : 155° pendant 3 h ou 170° pendant 1 h 30

Dilution $\frac{\text{liquide total}}{\text{bois}} = \frac{3,3}{1}$.

En fin de cuisson, les pâtes ont été lavées puis tamisées pour éliminer les bûchettes ou incuits éventuels.

On a déterminé les rendements, la soude restante, le photovolt, l'indice de permanganate et le D. P. des pâtes écruës.

D'autre part, chaque pâte a été blanchie en quatre stades par une technique simple (CEHH) : chloration, sodation, deux phases d'hypochlorite. Les quantités de réactifs consommées ont été dosées, on a aussi mesuré le photovolt atteint, la stabilité de la blancheur (après 3 jours à 105 °C), le D. P. et l'indice de cuivre des pâtes blanchies.

Les pâtes écruës et blanchies ont été enfin raffinées dans un Bauer de laboratoire et mises en feuilles au Rapid Kötten. Les papiers ont été analysés et leurs caractéristiques mécaniques déterminées. Le détail des chiffres enregistrés au cours de cette étude est donné au tableau 3.

On a remarqué que l'échantillonnage de *Gmelina arborea* se cuisait facilement par le procédé soude-soufre puisqu'il a été possible d'obtenir avec 18 à 20 % de soude des pâtes assez bien délignifiées ne contenant que peu ou pas d'incuits. Les rendements

en pâte sont favorables et dépassent le plus souvent 50 %. A pourcentage d'alcali égal, les pâtes cuites à 155° donnent des rendements un peu plus élevés ainsi que des indices de MnO₄K un peu moins favorables que ceux des pâtes préparées à 170°, mais à dureté égale, les résultats sont très voisins. Les caractéristiques des pâtes écruës et blanchies sont intéressantes dans leur ensemble du point de vue de la résistance à l'éclatement, à la traction et au pliage. La résistance à la déchirure est moins favorable, elle est plutôt moyenne pour une pâte de feuillu. Il semblerait qu'en écru, les pâtes obtenues à 170° pendant 1 h 30 soient un peu plus solides que celles cuites à 155° pendant 3 h. Toutefois les différences ne subsistent plus après blanchiment.

Étude du blanchiment.

Au cours des essais précédents, on a appliqué une technique de blanchiment simple à base de chlore et d'hypochlorite de sodium. Avec un traitement de ce type (CEHH), on a obtenu des blancheurs de l'ordre de 80 avec une stabilité assez moyenne. Les pâtes résultantes sont utilisables pour différentes sortes de papiers, mais elles ne possèdent pas un degré de pureté comparable à celui des pâtes de feuillu commercialisées sur un marché international. Une étude a donc été effectuée pour déterminer les conditions optimales de blanchiment des pâtes kraft de *Gmelina* pour l'obtention de photovolts élevés. Pour cela, on a essayé de modifier les conditions de traitement par une augmentation du nombre des phases de blanchiment et par l'emploi de réactifs plus sélectifs et plus favorables (tels le bioxyde de chlore et les peroxydes). Avec ces techniques on a pu fabriquer, à partir du *Gmelina*, des pâtes très blanches, de bonne qualité, ayant une stabilité satisfaisante. On se reportera au tableau 4 pour avoir les résultats comparatifs obtenus sur une pâte kraft de *Gmelina arborea* (échantillon

n° 16186) cuite avec 20 % de soude et 2 % de soufre pendant 1 h 30 à 170°, après les blanchiments multistades suivants : CEHH, CEDED, CEDPD et CPDPD.

On remarque que le remplacement de l'hypochlorite de sodium par le bioxyde de chlore et les peroxydes se traduit par un gain en blancheur et une amélioration des caractéristiques de la pâte et de sa stabilité. On peut donc préconiser pour le blanchiment des pâtes kraft de *Gmelina*, la séquence CEDED qui donnera, au moindre coût, une pâte suffisamment opaque ayant une blancheur comparable à celles des bonnes pâtes industrielles de feuillus tempérés. L'addition de peroxyde qui permet de gagner encore quelques points de photo-

volt, ne paraît en effet pas nécessaire dans le cas des pâtes de *Gmelina* qui blanchissent sans problème. On a enfin procédé au raffinage au Jokro des deux pâtes CEHH et CEDED, à leur mise en feuilles au Rapid Kötten et à la détermination des caractéristiques mécaniques des papiers qui sont données au tableau 4. En comparaison de la pâte initiale, on note alors que la pâte traitée CEDED a des caractéristiques mécaniques satisfaisantes supérieures à celles de la pâte CEHH et peu différentes de celles de la pâte écrue.

Le traitement du *Gmelina* par le procédé kraft suivi d'un blanchiment multistades CEDED peut donc être recommandé pour la fabrication de pâtes chimiques blanchies de bonne qualité.

TABLEAU 4. — ÉTUDE DU BLANCHIMENT D'UNE PÂTE KRAFT

| | | | | |
|---|---------------|-------|-------|-------|
| <i>Pâte écrue :</i> | | | | |
| NaOH int. % | 20 % | | | |
| S int. | 2 % | | | |
| Palier | 1 h 30 à 170° | | | |
| I. MnO ₄ K | 18,5 | | | |
| D. P. (écrui) | 1.120 | | | |
| <i>Caractéristiques mécaniques de la pâte écrue (40 °SR, Raffinage Jokro) :</i> | | | | |
| Longueur de rupture (m) | 10.000 | | | |
| Eclatement | 70 | | | |
| Déchirement | 72 | | | |
| Double-plis | 500 | | | |
| Allongement (%) | 5,6 | | | |
| Main | 1,15 | | | |
| <i>Blanchiment :</i> | CEHH | CEDED | CEDPD | CPDPD |
| Type de traitement | 4,75 | 4,75 | 4,75 | 4,8 |
| Cl cons. (%) | 1,75 | 1,95 | 1,95 | 2,5 |
| NaOH cons. (%) | 1,8 | — | — | — |
| ClONa cons. (% en 2 phases) (Cl actif) | — | 2,4 | 2,1 | 1,5 |
| ClO ₂ cons. (% en 2 phases) | — | — | 0,1 | 0,9 |
| H ₂ O ₂ cons. (%) | 79 | 90 | 91 | 92 |
| Photovolt | 82,5 | 87 | 86 | 85,5 |
| Stabilité (%) | 900 | 1.080 | 1.050 | 1.020 |
| D. P. (blanchi) | 0,5 | 0,55 | 0,55 | 0,5 |
| I. cuivre | | | | |
| <i>Caractéristiques mécaniques des pâtes blanchies (40 °SR, Jokro) :</i> | | | | |
| Longueur de rupture | 9.000 | 9.800 | | |
| Eclatement | 62 | 70 | | |
| Déchirement | 61 | 70 | | |
| Double-plis | 280 | 350 | | |
| Allongement (%) | 5,1 | 5,4 | | |
| Main | 10,5 | 1,05 | | |
| Porosité | 2 | 2,5 | | |
| Opacité | 64 | 63 | | |

PÂTES CHIMIQUES A LA SOUDE

Deux cuissons à la soude seule ont été faites avec 18 % et 22 % d'alcali avec les mêmes conditions de durée et de température que les cuissons kraft cuites à 170°.

Le blanchiment des pâtes a été fait en quatre

stades (CEHH). Les pâtes écrues et blanchies ont été raffinées au Bauer, mises en feuilles au Rapid Kötten et analysées.

Les résultats obtenus sont donnés au tableau 5. On remarque qu'à quantité de soude égale les cuis-

TABLEAU 3. — PATES CHIMIQUES SOUDE-SOUFRE (KRAFT)

| Température | 155° | | | | | 170° | | | | |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|
| | 3 h | | | | | 1 h 30 | | | | |
| Durée de palier | | | | | | | | | | |
| NaOH int. (%) | 18 | 20 | 22 | 24 | 26 | 18 | 20 | 22 | 24 | 26 |
| S (%) | 1,8 | 2 | 2,2 | 2,4 | 2,6 | 1,8 | 2 | 2,2 | 2,4 | 2,6 |
| <i>Résultats de cuisson :</i> | | | | | | | | | | |
| Rendement (%) } brut | 55 | 53,3 | 51,3 | 50,4 | 50,1 | 51,8 | 51,6 | 49,2 | 49,5 | 49 |
| } net | 54 | 53,3 | 51,3 | 50,4 | 50,1 | 51,2 | 51,6 | 49 | 49,5 | 49 |
| NaOH restant (g/l) | 3,8 | 8,4 | 11,6 | 13,8 | 18 | 2,2 | 2,2 | 4,4 | 11 | 13,2 |
| Indice MnO ₄ K | 27,2 | 24,9 | 22,3 | 21,6 | 17,3 | 23,5 | 19,1 | 15,7 | — | 13,6 |
| Photovolt écru | 30 | 31 | 31,5 | 31,5 | 33,5 | 32 | 30,5 | 33 | 32 | 34,5 |
| D. P. pâte écru | 1.305 | 1.190 | 1.140 | 980 | 915 | 1.170 | 1.015 | 920 | 835 | 735 |
| <i>Résultats de blanchiment :</i> | | | | | | | | | | |
| Cl cons. en 1 ^{re} phase (%) | 7,6 | 6,1 | 5,2 | 4,8 | 4,2 | 5,0 | 4,2 | 3,3 | — | 3 |
| NaOH cons. (%) | 2,7 | 2,4 | 2,4 | 2,1 | 2,0 | 2,2 | 1,7 | 1,6 | — | 1,2 |
| ClONa cons. (%) en 2 phases (Cl actif) | 1,8 | 1,65 | 1,75 | 1,75 | 1,6 | 1,9 | 1,85 | 1,85 | — | 1,85 |
| Photovolt | 80 | 80 | 80 | 80,5 | 80,5 | 79 | 78 | 78,5 | — | 79 |
| Stabilité (%) | 83,5 | 82,5 | 82,5 | 81,5 | 81,5 | 80 | 82,5 | 81,5 | — | 83,5 |
| D. P. pâte blanchie | 1.045 | 935 | 925 | 765 | 740 | 945 | 800 | 720 | — | 610 |
| I. cuivre | 0,5 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,3 | 0,4 | 0,4 | — | 0,4 |
| <i>Caractéristiques mécaniques des pâtes écru</i> (40 °SR, Bauer) | | | | | | | | | | |
| Longueur de rupture | 7.900 | 7.900 | 7.500 | 7.400 | 7.000 | 8.600 | 8.400 | 7.700 | 7.700 | 6.900 |
| Eclatement | 47 | 49 | 48 | 47 | 44 | 57 | 51 | 52 | 48 | 45 |
| Déchirement | 98 | 94 | 96 | 90 | 75 | 93 | 98 | 94 | 96 | 77 |
| D. Plis | 600 | 450 | 400 | 250 | 200 | 900 | 600 | 400 | 400 | 150 |
| Allongement (%) | 2,4 | 2 | 2,2 | 2,2 | 2 | 2,7 | 2,6 | 2,6 | 2,2 | 1,9 |
| Main | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 |
| <i>Caractéristiques mécaniques des pâtes blanchies</i> (40 °SR, Bauer) | | | | | | | | | | |
| Longueur de rupture | 8.300 | 7.900 | 7.200 | 6.500 | 6.400 | 8.000 | 8.000 | 6.100 | — | 6.100 |
| Eclatement | 52 | 53 | 54 | 46 | 40 | 57 | 50 | 45 | — | 37 |
| Déchirement | 76 | 76 | 78 | 72 | 71 | 80 | 86 | 75 | — | 70 |
| D. Plis | 650 | 600 | 400 | 250 | 150 | 600 | 250 | 200 | — | 100 |
| Allongement (%) | 2,5 | 2,8 | 2,5 | 2,3 | 1,8 | 2,5 | 2,5 | 2,1 | — | 1,8 |
| Main | 1,2 | 1,2 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | — | 1,3 |

Au Cameroun, plantation de *Gmelina arborea* de 18 mois dont les arbres atteignent 3 m de haut.

Photo Sarlin.



ons sans soufre donnent des pâtes plus dures que les cuissons soude-soufre. Il en résulte une plus grande dépense en chlore au cours du blanchiment. Les caractéristiques mécaniques des pâtes écrues sont un peu inférieures à celles des pâtes kraft mais le blanchiment entraîne, dans ce

cas, une légère amélioration de la qualité des pâtes.

Bien qu'intéressantes, on peut conclure que les pâtes à la soude semblent cependant un peu moins avantageuses que les pâtes soude-soufre pour la production de pâte chimique.

TABLEAU 5. — PÂTES CHIMIQUES A LA SOUDE

| NaOH introduit à la cuisson % | 18 | | 22 | |
|---|----------------------|------------------------|----------------------|------------------------|
| <i>Résultats de cuisson</i> | | | | |
| Rendement (%) | 52,5 | | 49,2 | |
| brut | 50,9 | | 49,2 | |
| net | 5,2 | | 13,6 | |
| NaOH restant g/l | 35,7 | | 23 | |
| I. MnO ₄ K | 28 | | 36 | |
| Photovolt é cru | 930 | | 740 | |
| D. P. pâte é crue | | | | |
| <i>Résultats de blanchiment (CEHH)</i> | | | | |
| Cl cons. (%) | 10,5 | | 5,7 | |
| NaOH cons. (%) | 3,7 | | 2,85 | |
| ClONa cons. (% en 2 phases) (Cl actif) | 2,75 | | 2,4 | |
| Photovolt blanchi | 75,5 | | 79,5 | |
| Stabilité (%) | 59 | | 82 | |
| D. P. pâte blanchie | 875 | | 610 | |
| I. cuivre | 0,5 | | 0,4 | |
| <i>Caractéristiques mécaniques (40 °SR) Bauer :</i> | | | | |
| Longueur de rupture | <i>Pâtes é crues</i> | <i>Pâtes blanchies</i> | <i>Pâtes é crues</i> | <i>Pâtes blanchies</i> |
| Eclatement | 6.800 | 7.900 | 6.300 | 7.500 |
| Déchirement | 43 | 57 | 45 | 47 |
| Double-plies | 76 | 77 | 78 | — |
| Allongement (%) | 200 | 400 | 200 | 200 |
| Main | 2,2 | 2,5 | 2 | 2,6 |
| | 1,4 | 1,3 | 1,3 | 1,3 |

PÂTES AU BISULFITE

Une première série de tests, effectuée il y a une quinzaine d'années dans un lessiveur rotatif avec du bisulfite de calcium avait conduit à des pâtes assez dures pour ce type de traitement.

Ultérieurement, on a procédé à une deuxième série d'essais en utilisant la base sodium et en travaillant en lessiveur à tubes. Cinq cuissons ont été réalisées en parallèle avec des durées de palier croissantes dans les conditions suivantes :

SO₂ total introduit : 5 % dans la liqueur (dont 1/3 combiné en sodium).

Dilution lessive/bois : 4,5.

Palier à 95° : 1 h

— à 110° : 1 h

— à 120° : 2 h

— à 130° : 2 h

— à 150° : 2 h 30, 2 h 55, 3 h 15, 3 h 30, 3 h 35.

Durée totale de la cuisson : 8 h 30, 8 h 55, 9 h 15, 9 h 30, 9 h 35.

En fin de traitement, on a dosé le réactif restant et déterminé les rendements, les indices de MnO₄K et le photovolt é cru des pâtes.

Les résultats suivants ont été enregistrés :

| Durée totale de cuisson | 8 h 30 | 8 h 55 | 9 h 15 | 9 h 30 | 9 h 35 |
|--|--------|--------|--------|--------|--------|
| SO ₂ restant (% li- queur) | 1,6 | 1,5 | 1,3 | 1,25 | 1,3 |
| pH de la lessive | 2 | 2 | 2,1 | 1,85 | 1,65 |
| Rendement brut (%) | 51,7 | 51,4 | 50,4 | 49,9 | 49,65 |
| Rendement net (%) | 50,65 | 50,85 | 49,8 | 49,4 | 49,05 |
| Incuits (%) | 10,5 | 0,55 | 0,6 | 0,5 | 0,6 |
| I. MnO ₄ K | 13,3 | 12,1 | 9,6 | 9,2 | 7,4 |
| Photovolt é cru | 60 | 62 | 63,5 | 65,5 | 67 |

On peut donc obtenir à partir du *Gmelina arborea* avec un rendement satisfaisant (de l'ordre de 50 %) une pâte au bisulfite de sodium de teinte claire. Il faut cependant noter que, malgré le faible

indice de MnO_4K , les pâtes comportaient quelques incuits dont les plus importants ont pu être éliminés au classage mais dont les plus fins subsistaient dans la pâte comme autant de tâches et points noirs.

D'autre part, une pâte correspondant à la moyenne des cuissons obtenues avec 9 h à 9 h 30 de palier a été analysée d'un point de vue mécanique après raffinage au Jokro. Elle a été blanchie selon deux schémas classiques de traitement (CEHH et CEDED) puis raffinée au Jokro et mise en feuilles. Les chiffres enregistrés au cours de ces tests sont donnés au tableau 6.

On a noté tout d'abord que le blanchiment a fait disparaître les traces d'incuits ou d'impuretés contenues dans la pâte écrue. L'inconvénient signalé ci-dessus ne persiste plus sur la pâte blanchie, quel que soit le traitement subi (CEDED ou CEHH).

La séquence CEDED permet d'atteindre des blancheurs très élevées (supérieures à 90) ce qui est normal pour ce type de pâte. La séquence CEHH est moins favorable et le photovolt et la stabilité enregistrés sont plus bas. Pour les deux séquences de blanchiment les pâtes ont enfin une opacité très satisfaisante.

En ce qui concerne les caractéristiques mécaniques des papiers, on a trouvé des valeurs un peu différentes entre pâtes écruées et blanchies mais acceptables pour des pâtes au bisulfite. Ces pâtes sont toutefois moins résistantes que les pâtes kraft ce qui est normal. Le traitement de *Gmelina arborea* au bisulfite de sodium est donc possible si l'on désire obtenir des pâtes de qualité moyenne mais facilement blanchissables et se raffinant rapidement.

TABLEAU 6. — PÂTE CHIMIQUE AU BISULFITE DE SODIUM

| | | |
|---|-------|-----------|
| <i>Pâte écrue :</i> | | |
| SO ₂ int. (% dans la liqueur) ... | | 5 |
| Rapport liquide/bois | | 4,5 |
| Durée moyenne de la cuisson .. | | 8 h 15 |
| I. MnO ₄ K | | 11,4 |
| D. P. | | 1.250 |
| <i>Caractéristiques mécaniques de la pâte écrue (40 °SR, Raffinage Jokro)</i> | | |
| Longueur de rupture (m) | | 7.300 |
| Eclatement | | 40 |
| Déchirement | | 56 |
| Double-plis | | 36 |
| Porosité | | 1,8 |
| Allongement (%) | | 4,2 |
| Main | | 1,1-1,15 |
| <i>Blanchiment :</i> | | |
| Type de traitement | CEHH | CEDED |
| Cl cons. (%) | 4,25 | 4,25 |
| NaOH cons. (%) | 2,1 | 2,1 + 0,3 |
| ClONa cons. (% en 2 phases) .. | 0,95 | — |
| ClO ₂ cons. (% en 2 phases) ... | — | 1,55 |
| Photovolt | 80 | 91 |
| Stabilité (%) | 75 | 86,5 |
| D. P. | 925 | 1.065 |
| Indice de cuivre | 0,75 | 0,55 |
| Rendement au blanchiment (%) .. | 94,2 | 95,1 |
| <i>Caractéristiques mécaniques des pâtes blanchies (40 °SR, Raffinage Jokro) :</i> | | |
| Longueur de rupture (m) | 5.200 | 5.200 |
| Eclatement | 30 | 30 |
| Déchirement | 54 | 60 |
| Double-plis | 12 | 13 |
| Porosité | 3 | 3 |
| Allongement (%) | 4,2 | 4,3 |
| Main | 1,15 | 1,15 |
| Opacité | 72 | 61,5 |

PÂTES AU SULFITE NEUTRE

Deux séries de tests ont été effectuées avec ce réactif.

La première visait à obtenir des pâtes mi-chimiques que l'on souhaitait blanchir par des procédés classiques et la deuxième à préparer des pâtes à haut rendement à éclaircir par des techniques plus simples.

Pâtes mi-chimiques.

Deux cuissons ont été réalisées sur le même échantillon que celui qui a servi de base aux cuissons kraft (n° C. T. F. T. 10647) avec deux pourcentages de réactifs (18 % et 24 % de SO₃Na₂ et 6 et 8 % de CO₃Na₂) les autres paramètres de cuisson étant les mêmes (dilution 4,5, palier intermédiaire 1 h à 110° — palier final 3 h à 165°). On a déterminé les rendements en pâte écrue, les quantités de réactif restant en fin de cuisson, la teinte et la dureté

des pâtes écruées. On a ensuite blanchi les deux pâtes en 6 stades (CECEHH), déterminé la dépense en produits de blanchiment, les photovolts atteints et analysé les pâtes d'un point de vue chimique. On a enfin raffiné au Bauer les pâtes écruées et blanchies, tiré des feuilles de papier au Rapid Kötten et mesuré leurs caractéristiques mécaniques. Le détail des résultats enregistrés est donné dans le tableau 7.

L'échantillon de *Gmelina* a donné, avec un bon rendement, de la pâte écrue de teinte claire et de qualité satisfaisante. Les résultats obtenus étant peu différents pour les deux pourcentages de réactifs, on peut supposer que des copeaux plus fins ou un temps de cuisson un peu plus long auraient conduit à des pâtes plus douces et mieux défibrées.

Le blanchiment des pâtes s'effectue sans difficulté mais la consommation en chlore est très élevée (plus de 30 %) ce qui est prohibitif et le rendement au blanchiment assez faible. Les caractéristiques

mécaniques des pâtes blanchies sont satisfaisantes elles se rapprochent de celles de pâtes kraft blanchies.

Pâte à haut rendement.

On a d'autre part traité du *Gmelina arborea* (échantillon n° 11437) avec des quantités plus faibles de sulfite et de carbonate (7 et 17 % de SO_3Na_2 et 2,3 % et 5,7 % de CO_3Na_2) dans le but de préparer des pâtes à rendement élevé.

La cuisson des copeaux a été effectuée à 165° pendant 3 h. En fin de traitement, les copeaux ont été triturés dans un Allipulper de laboratoire puis passés au défibreux Sprout-Waldron. Les pâtes résultantes ont été enfin raffinées au Bauer, mises en feuilles et analysées. On a déterminé, au cours du processus, le rendement par rapport au bois initial, le photovolt éçu et l'énergie consommée. Quelques essais d'éclaircissement de la teinte des pâtes ont

enfin été réalisés à l'aide de quantités croissantes d'hypochlorite de sodium ou de peroxyde d'hydrogène.

On se reportera au tableau 8 pour avoir le détail des résultats obtenus.

Gmelina arborea se prête bien au traitement au sulfite neutre. Il permet d'obtenir avec des rendements élevés (78 à 72 % selon les quantités de réactifs ajoutés) des pâtes ayant des caractéristiques satisfaisantes et pouvant entrer dans la composition de nombreux papiers et cartons. La préparation des pâtes au sulfite blanchi ne peut, toutefois, être recommandée car la dépense en chlore est prohibitive et le rendement en pâte blanchie correspond à celui d'une pâte chimique. Un simple éclaircissement en une phase de la teinte des pâtes peut être suffisant et des pâtes de *Gmelina* au sulfite mi-blanchies (photovolt = 60) pourraient vraisemblablement trouver des débouchés.

TABLEAU 7. — PÂTES MI-CHIMIQUES AU SO^3Na^2

| | | | | |
|---|---------------------|------------------------|---------------------|------------------------|
| SO_3Na_2 int. (%) | 18 | | 24 | |
| CO_3Na_2 int. (%) | 6 | | 8 | |
| Résultats de cuisson : | | | | |
| SO_3Na_2 restant (g/l) | 12 | | 28 | |
| Rendement net (%) | 72,7 | | 72,5 | |
| I. MnO_4K | 69,3 | | 71,6 | |
| Photovolt éçu | 45,5 | | 47,5 | |
| D. P. (sur éçu) | 1.555 | | 1.595 | |
| Résultats de blanchiment | | | | |
| Cl cons. (% en 2 phases) | 32,4 | | 33,0 | |
| NaOH cons. (% en 2 phases) | 12 | | 12,4 | |
| ClONa cons. (% en 2 phases) (Cl actif) | 0,8 | | 0,75 | |
| Photovolt | 83,5 | | 84 | |
| Stabilité (%) | 79 | | 81 | |
| D. P. | 900 | | 950 | |
| I. Cu | 0,4 | | 0,4 | |
| Rendement au blanchiment (%) | 70 | | 70 | |
| Rendement/bois (%) | 50,8 | | 50,7 | |
| Caractéristiques mécaniques (40 °SR) Bauer : | | | | |
| | <i>Pâtes écrues</i> | <i>Pâtes blanchies</i> | <i>Pâtes écrues</i> | <i>Pâtes blanchies</i> |
| Longueur de rupture | 6.000 | 8.900 | 6.000 | 8.700 |
| Eclatement | 33 | 63 | 32 | 64 |
| Déchirement | 81 | 76 | 92 | 76 |
| Double-plies | 20 | 1.600 | 40 | 1.800 |
| Allongement (%) | 1,9 | 4 | 1,7 | 4,6 |
| Main | 1,50 | 1,15 | 1,50 | 1,15 |

PÂTES A LA SOUDE A HAUT RENDEMENT

On a procédé sur l'échantillon de *Gmelina arborea* n° 11437 à des essais d'imprégnation à la soude pour la fabrication de pâte à haut rendement. Les températures d'imprégnation ont varié de 20° à 165°. Les conditions de traitement et les modes opératoires retenus étaient les suivants :

— pour les températures inférieures à 100°, 200 g de bois environ réduit à l'état d'allumettes ont été immergés dans des solutions de soude de 5 à 50 g/l. La durée totale de l'imprégnation était de 16 h pour les essais effectués à température ambiante et de 1 h, pour les tests à 80° et 95° réalisés au bain-marie.



Plantation de *Gmelina arborea* en Haute Volta.

Photo Sarlin.

TABLEAU 8. — PÂTES AU SULFITE NEUTRE A HAUT RENDEMENT

| | | | |
|---|--|-------|------|
| SO ₃ Na int. (%) | 7 | 17 | |
| CO ₃ Na ₂ int. (%) | 2,3 | 5,7 | |
| Température | 165° | 165° | |
| Durée palier | 3 h | 3 h | |
| <i>Résultats de cuisson</i> | | | |
| pH liqueur résiduaire | 6,1 | 7,7 | |
| SO ₃ Na ₂ restant (g/l) | 0 | 15,7 | |
| Rendement net (%) | 77 | 78,2 | |
| Fines (% bois sec) | 0,8 | 1,4 | |
| Energie consommée (kWh/kg bois sec) | 0,5 | 0,43 | |
| Photovolt écreu | 41,5 | 49 | |
| <i>Caractéristiques mécaniques (à 60 °SR) :</i> | | | |
| Longueur de rupture | 7.800 | 8.400 | |
| Eclatement | — | 48 | |
| Déchirement | 64 | 70 | |
| D. Plis | 18 | 40 | |
| Porosité | 0,2 | 0,25 | |
| Main | 1,35 | 1,25 | |
| Concora | 33 | 30,5 | |
| Lorentzen (tamis 100) | 70,7 | 69,7 | |
| <i>Eclaircissement des pâtes :</i> | | | |
| ClONa | | | |
| Photovolt pour | { Cl = 6 % .. | 48 | 59 |
| | { Cl = 12 % .. | 60,5 | 69,5 |
| | { Cl = 24 % .. | 67,5 | 70 |
| H ₂ O ₂ | | | |
| | { H ₂ O ₂ = 2 % | 49,5 | 60,5 |
| | { H ₂ O ₂ = 5 % | 53 | 62,5 |
| Photovolt pour | { H ₂ O ₂ = 10 % | — | 67,5 |

— pour les températures supérieures à 100° les mêmes quantités de bois ont été traitées sous pression dans le lessiveur à tubes chauffé à l'air pulsé. Chaque tube a une contenance de 2 l. La durée de cuisson était de 2 h et les quantités d'alcali 10 à 15 % par rapport au bois sec.

Pour chaque traitement, les solutions de soude ont été dosées avant et après imprégnation et les quantités de réactif consommé ont été calculées. Les copeaux imprégnés ont ensuite subi un traitement mécanique en deux stades : passage dans un triturateur Allipulper tournant à 3.000 tr/mn puis défilage de la pâte grossière au Sprout-Waldron. On a déterminé le rendement en pâte, le photovolt écreu et l'énergie consommée. La pâte résultante a été ensuite raffinée au Bauer, mise en feuilles au Rapid Kötter et analysée. Les résultats sont donnés pour des degrés d'engraissement de 60 °SR. Quelques tests d'éclaircissement en une phase des pâtes

écruées dont la teinte était trop foncée (photovolt inférieur à 60) ont aussi été réalisés avec des quantités croissantes d'hypochlorite de sodium et d'eau oxygénée. On se reportera au tableau 9 qui donne le détail des résultats obtenus.

On remarque que les rendements en pâte, la dépense en énergie, la quantité de fines et le photovolt écreu diminuent quand la température augmente. Les caractéristiques mécaniques des pâtes s'améliorent pour les imprégnations à température élevée et se rapprochent de celles des pâtes chimiques ou mi-chimiques. Par contre, la réponse au blanchiment, qui est favorable pour les pâtes imprégnées à froid et au-dessous de 100°, devient moins intéressante pour les pâtes imprégnées à haute température.

En résumé, on peut conclure que le *Gmelina* peut servir de matière première pour la fabrication de pâte à la soude à haut rendement. Le mode de trai-

TABLEAU 9. — PÂTES A LA SOUDE A HAUT RENDEMENT

| Traitement | Soude à pression atmosphérique | | | | Soude à température et pression élevées | | | |
|---|--|-----------------------|----------------------|----------------------|---|---------------------|---------------------|---------------------|
| | 20° 16 h 5 g/l | 20° 16 h 50 g/l | 80° 1 h 50 g/l | 95° 1 h 50 g/l | 110° 2 h 10 % | 120° 2 h 10 % | 165° 2 h 10 % | 165° 2 h 15 % |
| <i>Résultats d'imprégnation :</i> | | | | | | | | |
| NaOH cons. (% bois) | 3,2 | 8,2 | 6,7 | 6,1 | 7,7 | 7,7 | 9,8 | 11,2 |
| Rendement total (%) | 89 | 90 | 84 | 83 | 82,5 | — | 70,5 | 63,5 |
| Rétention Lorentzen (100) | — | — | 61 | 63 | — | 71 | 72 | 74,5 |
| Energie dépensée (kWh/kg) | 1,7 | 3,5 | 1,6 | 1,6 | 0,65 | 0,6 | 0,5 | 0,35 |
| Photovolt écri | 63,5 | 51,5 | 46 | 44,5 | 44 | 44 | 20,5 | 29,5 |
| <i>Caractéristiques mécaniques des pâtes (60 °SR) :</i> | | | | | | | | |
| Longueur de rupture (m)..... | 2.300 | 2.300 | 4.300 | 4.600 | 5.300 | 5.300 | 7.800 | 9.100 |
| Eclatement | 8 | 12 | 18 | 20 | 28 | 29 | 45 | 58 |
| Déchirement | 28 | 36 | 46 | 51 | 52 | 58 | 68 | 77 |
| Main | 2,5 | 2,2 | 1,8 | 1,9 | 1,85 | 1,95 | 1,4 | 1,25 |
| Porosité | 8 | 5,2 | 1,6 | 1,5 | 0,9 | — | 0,3 | 0,25 |
| Allongement (%) | 1,6 | 1,7 | 2,3 | 2,6 | 2,2 | 2,6 | — | — |
| Double-plies | 0 | 1 | 2 | 7 | 7 | 8 | 300 | 870 |
| <i>Eclaircissement des pâtes :</i> | | | | | | | | |
| ClONa | | | | | | | | |
| Photovolt pour | { Cl = 6 % Cl = 12 % Cl = 24 % | — | 50 | 60 | 60 | 53 | 48 | 28,5 |
| | | — | — | 69 | 69,5 | 59 | 54,5 | 36,5 |
| | | — | — | 72 | 72 | 62 | 60 | 47 |
| H ₂ O ₂ | | | | | | | | |
| Photovolt pour | { H ₂ O ₂ = 2 % H ₂ O ₂ = 5 % H ₂ O ₂ = 10 % | — | 62 | 58,5 | 56 | 52 | 48,5 | 32 |
| | | — | — | 64 | 60 | 55 | 53,5 | 35 |
| | | — | — | — | 62,5 | 56,5 | 55 | 36,5 |

tement à retenir dépendra de l'usage auquel sera destiné le papier. Si l'on ne recherche pas un produit fini de teinte claire, un traitement à chaud (120° ou plus) peut être recommandé. Si l'on

souhaite fabriquer des papiers pour l'impression-écriture, il vaut mieux retenir des températures inférieures à 100° qui donnent des pâtes plus claires et plus faciles à blanchir.

AUTRES PÂTES A HAUT RENDEMENT

D'autres réactifs ont été essayés au laboratoire pour l'obtention de pâtes à haut rendement : il s'agit tout d'abord de l'ammoniaque et du carbonate de sodium. On a ainsi procédé à des essais de fabrication de pâtes thermomécaniques c'est-à-dire des pâtes hydrolysées à température élevée et de pâtes imprégnées à la liqueur noire de cuisson kraft.

Les imprégnations ont été effectuées dans le lessiveur à tube de la division, le traitement mécanique des pâtes comportait un passage de 3 mn au Pulpeur à 3.000 tr/mn et un défibrage ultérieur au Sprout Waldron. Deux zones de température ont été retenues 110 à 120° et 160° à 165°. Les quantités de réactifs étaient respectivement de 13,3 % pour CO₃Na₂ et de 8,74 % pour NH₄OH ce qui correspond à 10 % de NaOH en équivalent OH⁻. Comme

précédemment, on a déterminé les quantités de réactif consommé, le rendement en pâte, l'énergie dépensée et le photovolt des pâtes écries. Les pâtes ont été raffinées, mises en feuilles et analysées dans les mêmes conditions que les pâtes à la soude. On a enfin essayé d'éclaircir la teinte des pâtes écries en faisant un traitement simple de blanchiment en une phase à l'aide de quantités croissantes d'hypochlorite de sodium ou de peroxyde d'hydrogène. Le détail des tests effectués et des résultats obtenus est donné dans le tableau 10. L'analyse des chiffres enregistrés permet de faire les remarques suivantes :

Dans leur ensemble les pâtes obtenues à des températures de 110° à 120° ont des caractéristiques moins favorables que les pâtes à la soude préparées dans les mêmes gammes de température. La péné-

TABLEAU 10. — PÂTES THERMOMÉCANIQUES, PÂTES A CO_3Na_2 , A NH_4OH ET A LA LIQUEUR NOIRE

| Traitement | Thermomécanique | | CO_3Na_2 | NH_4OH | | Liqueur noire |
|--|-----------------|--|--------------------------|------------------------|----------------------|--|
| | 115° 1 h | 160° 4 h | | 120° 2 h 13,3* | 110° 1 h 8,74* | |
| Température | 115° | 160° | 120° | 110° | 165° | 160° |
| Durée | 1 h | 4 h | 2 h | 1 h | 1 h | 4 h |
| Réactif int. (%) | — | — | 13,3* | 8,74* | 8,74* | — |
| <i>Résultats d'imprégnation :</i> | | | | | | |
| Réactif cons. (%) | — | — | 11 | 5 | 4 | — |
| Rendement total (%) | — | 79,5 | 87,5 | 89,5 | 86 | 87 |
| Rétention Lorentzen (100) | 39 | — | 60,9 | — | — | — |
| Energie dépensée (kWh/kg) | — | 0,8 | 2,6 | 1,2 | 0,8 | 0,7 |
| Photovolt écriu | 52 | 20 | 43,5 | 24 | 15 | 19 |
| <i>Caractéristiques des pâtes (60 °SR)</i> | | | | | | |
| Longueur de rupture (m) | 400 | 4.450 | 3.500 | 2.500 | 3.600 | 5.900 |
| Eclatement | — | 23 | 14 | 10 | 16 | 31 |
| Déchirement | 33 | 49 | 32 | 20 | 37 | 60 |
| Main | — | 1,9 | 2,2 | 1,9 | 2,05 | 1,8 |
| Porosité | — | 1,2 | 2,5 | 18 | 4,0 | 1,0 |
| Allongement (%) | — | 2,2 | 1,4 | 0,4 | 1,8 | 3 |
| Double-plis | 0 | 3 | 1 | 0 | 2 | 18 |
| <i>Eclaircissements des pâtes</i> | | | | | | |
| ClONa | | | | | | |
| Photovolt pour { Cl = 6 % | 59 | pâte très difficile à éclaircir | 48 | 27,5 | 14 | pâte très difficile à éclaircir |
| { Cl = 12 % | 60 | | 59,5 | 42,5 | 16,5 | |
| { Cl = 24 % | 62 | | 61,5 | 57,5 | 26 | |
| H ₂ O ₂ | | | | | | |
| Photovolt pour { H ₂ O ₂ = 2 % | 67 | pâte très difficile à éclaircir | 55 | 25,5 | 17 | pâte très difficile à éclaircir |
| { H ₂ O ₂ = 5 % | 70,5 | | 58,5 | 39,5 | 18,5 | |
| { H ₂ H ₂ = 10 % | 73,5 | | 61,5 | 44 | 20 | |

(*) Correspond à 10 % de NaOH en équivalent OH⁻.

tration du carbonate et de l'ammoniaque dans les bois est moins bonne que celle de la soude. Il en résulte un rendement en pâte et une dépense en énergie plus élevés, un pourcentage de fines plus important et des qualités mécaniques plus basses. En particulier la pâte thermomécanique à 115° est très peu solide.

Une augmentation de la température jusqu'à 160°-165° a permis d'améliorer les caractéristiques mécaniques des pâtes hydrolysées et des pâtes à l'ammoniaque mais, même dans ce cas, les pâtes se situent encore à un niveau un peu inférieur à celui des pâtes à la soude. Enfin, les pâtes traitées à 160°-165° sont très foncées et pratiquement impossibles à éclaircir avec des réactifs habituels de blanchiment.

En ce qui concerne les pâtes à la liqueur noire, on peut signaler que l'imprégnation des copeaux s'effectue de façon sélective et hétérogène. L'extérieur des

copeaux devient très brun alors que le cœur reste assez clair. Ceci est dû à une différence dans la vitesse de diffusion des composés minéraux et des matières organiques constituant la liqueur résiduaire kraft ; les premiers (soude, sulfures, carbonates...) arrivant à pénétrer à l'intérieur des copeaux alors que les dernières (grosses molécules dégradées) s'incrustent au pourtour du copeau en formant une sorte de barrière. Toutefois, après défibrage et raffinage, on arrive à une pâte homogène mais de teinte très sombre, pour laquelle l'emploi d'hypochlorites ou de peroxydes est pratiquement sans effet sur le photovolt. Cependant, les caractéristiques mécaniques sont tout à fait valables pour une pâte dont le rendement est supérieur à 85 %. Cette technique de fabrication pourrait donc être retenue pour la production de pâte à haut rendement pour laquelle une teinte foncée ne présenterait pas d'inconvénient.

PÂTES A USAGE CHIMIQUE

Une étude systématique des possibilités de préparation de pâtes à dissoudre n'a pas été faite.

On citera tout de même les quelques tests réalisés au laboratoire il y a plus de 10 ans car ils donnent

des indications sur les problèmes auxquels pourraient se heurter les chercheurs souhaitant analyser ce problème.

L'obtention de pâtes à usage chimique à partir des bois se fait généralement à l'aide de deux procédés : cuisson kraft avec préhydrolyse ou cuisson au bisulfite. Le but de ces traitements est d'éliminer, non seulement la lignine des bois, mais aussi les pentosanes, les cendres, les résines etc... de façon à préparer une cellulose pure. Pratiquement, les pâtes à rayonne contiennent toujours une petite fraction de ces composés, mais leur teneur ne doit pas dépasser certaines limites.

En ce qui concerne *Gmelina arborea*, on a choisi d'effectuer un essai de cuisson kraft avec préhydrolyse. Après quelques tests préliminaires, les conditions retenues ont été les suivantes :

préhydrolyse : traitement à l'eau à 170° pendant 2 h

cuisson : NaOH : 22 %, S : 2,2 %, 170° pendant 1 h 30

blanchiment : en cinq stades (CEHHD ou CEHHP) suivi d'un traitement à ClH pour solubiliser les cendres.

Les pâtes blanchies ont été analysées et le détail des résultats obtenus est donné dans le tableau 11.

Les pâtes ont, malgré un degré de polymérisation un peu bas, qui aurait pu être amélioré en remplaçant ClONa par ClO₂ des caractéristiques chimiques plutôt satisfaisantes. Les teneurs en alpha cellulose sont élevées (de l'ordre de 94 %), les quantités de pentosanes sont inférieures à 3,5 % ce qui reste dans des limites acceptables et les taux de matières minérales sont faibles. Cependant, l'extrait à l'alcool-éther est anormalement élevé pour une pâte à usage chimique (4 % alors que les seuils de tolérance pour ce type de pâte se situent autour de quelques dixièmes de %). Ce point représente donc un facteur très défavorable pour la pâte de *Gmelina*.

Le bois de *Gmelina arborea*, riche en extraits qui s'éliminent mal au cours de la cuisson et du blanchiment, conduit donc à des pâtes, contenant elles aussi beaucoup de résines.

On a cherché à suivre l'évolution des taux de résines, au cours des cuissons acides et alcalines et des blanchiments en dosant systématiquement,

à chaque étape du processus, les quantités d'extraits à l'alcool-éther.

On a ensuite exprimé les chiffres trouvés en % des résines contenues dans le bois initial et trouvé les valeurs indiquées dans le tableau n° 12.

On voit que l'on retrouve dans la pâte au bisulfite environ la moitié des résines initiales du bois, dans la pâte kraft préhydrolysée le tiers et dans la pâte papetière kraft le quart. Ceci semble prouver que les traitements acides, qui sont pourtant nécessaires pour l'élimination des pentosanes, empêchent la solubilisation des résines de *Gmelina arborea* dont il serait intéressant de connaître la nature.

Enfin, le blanchiment élimine un peu de ces produits extractibles mais la solubilisation reste très faible (de l'ordre de 5 %).

L'étude de l'élimination des résines n'a pas été poursuivie. Peut-être que des tests d'anoblissement alcalin ou l'addition de produits tensio-actifs auraient permis d'améliorer un peu les pâtes de ce

TABLEAU 11. — PATE KRAFT PRÉHYDROLYSÉE POUR USAGE CHIMIQUE

| Pâte écrue | à l'eau 2 h à 170° | |
|---|---|-------|
| Préhydrolyse | | |
| Cuisson | NaOH S = 2,2 % = 22 % 1 h 30 à 170° | |
| <i>Blanchiment</i> | A | B |
| Chlore consommé (%) | 2,6 | 2,6 |
| NaOH consommée (%) | 0,9 | 0,9 |
| ClONa cons. (%) (Cl actif) | 1,35 | 1,35 |
| ClO ₂ cons. (%) (Cl actif) | 2,5 | — |
| O ₂ Na ₂ cons. (%) | — | 0,75 |
| Rendement $\frac{\text{pâte blanchie \%}}{\text{bois}}$ | 37 | 37 |
| <i>Caractéristiques de la pâte</i> | | |
| Blancheur | 87 | 86,5 |
| Stabilité (%) | 88,5 | 89,5 |
| D. P. | 550 | 570 |
| Indice de cuivre | 0,5 | 0,35 |
| Alpha cellulose (%) | 93,8 | 93,9 |
| Pentosanes (%) | 3,45 | 3,35 |
| Cendres totales (%) | 0,06 | 0,08 |
| SiO ₂ (%) | 0,025 | 0,025 |
| Fe ₂ O ₃ (%) | 0,012 | 0,020 |
| Extrait à l'alcool-éther (%) | 4,0 | 3,9 |

TABLEAU 12

| Bois | 100 % des résines initiales | — |
|-----------------------------------|-----------------------------|---------------------|
| Pâte kraft écrue | 25 % des résines initiales | soit 75 % éliminées |
| Pâte kraft blanchie | 20 % — — | soit 80 % éliminées |
| Pâte kraft préhydrolysée écrue | 32 % — — | soit 68 % éliminées |
| Pâte kraft préhydrolysée blanchie | 28 % — — | soit 72 % éliminées |
| Pâte bisulfite écrue | 57 % — — | soit 43 % éliminées |
| Pâte bisulfite blanchie | 42 % — — | soit 58 % éliminées |

point de vue. Il semble toutefois difficile d'arriver à partir du *Gmelina arborea* à des pâtes exemptes

de composés extractibles à l'alcool-éther, donc très intéressantes pour un usage chimique.

CONCLUSION

Les différents essais d'obtention de pâte papetière effectués à partir de *Gmelina arborea* ont donné satisfaction dans leur ensemble et les résultats enregistrés ont montré que les possibilités d'emploi de cette essence étaient nombreuses.

Le *Gmelina* peut être utilisé en particulier pour la fabrication de pâte kraft blanchie ayant une blancheur élevée, une bonne opacité et des caractéristiques mécaniques comparables à celles du Bouleau scandinave et souvent supérieures à celles d'un Hêtre français de très bonne qualité (voir graphiques ci-joints).

On peut aussi préparer à partir de ce bois, des pâtes chimiques au bisulfite de qualité satisfaisante pour ce type de traitement.

De plus, le *Gmelina*, traité au sulfite neutre, peut donner des pâtes mi-chimiques ayant une très bonne solidité, utilisables en écru pour la cannelure ou après éclaircissement pour l'impression-écriture. Un essai industriel de transformation de plusieurs tonnes de *Gmelina* en pâte au sulfite neutre a été effectué récemment en France. Les résultats obtenus étaient très favorables et l'on a pu fabriquer du papier-cannelure pour carton ondulé d'excellente qualité des points de vue caractéristiques mécaniques et aptitude à l'ondulation.

Enfin, l'imprégnation de copeaux de *Gmelina* par de la soude à froid ou à chaud, permet de préparer des pâtes à haut rendement de qualité suffisante pour être transformées en cartons divers ou être éventuellement introduites, après éclaircissement, dans du journal.

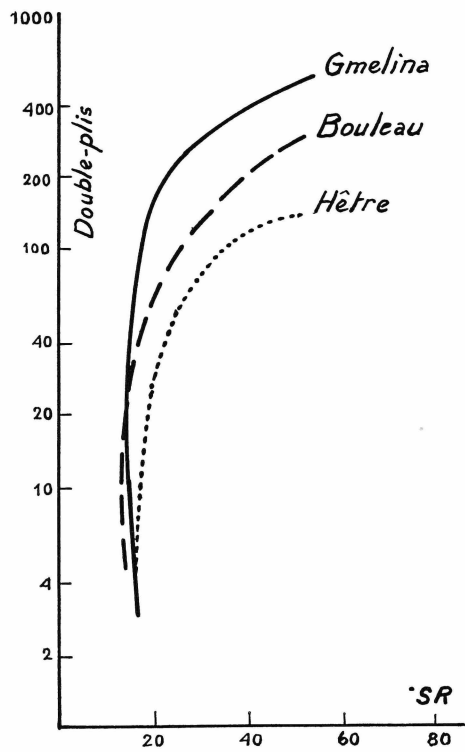
Par contre, il semble qu'en l'état actuel des recherches, le *Gmelina* puisse difficilement servir de matière première pour la préparation de pâte à dissoudre car sa teneur élevée en produits extractibles semble prohibitive. La connaissance de la nature et de la constitution de ces résines, cires, graisses etc... donnerait vraisemblablement des indications valables pour éliminer ces composés.

De même, la production de pâte mécanique ou mécano-chimique semble difficile à envisager en raison de la faiblesse des caractéristiques mécaniques.

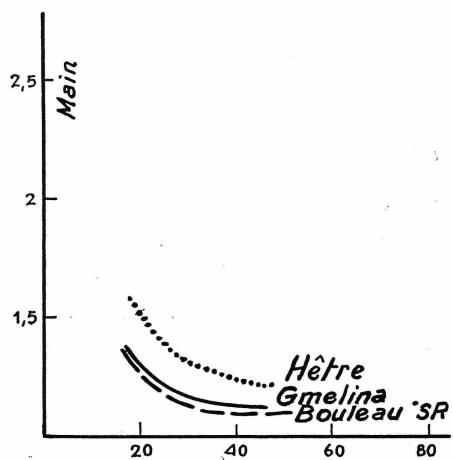
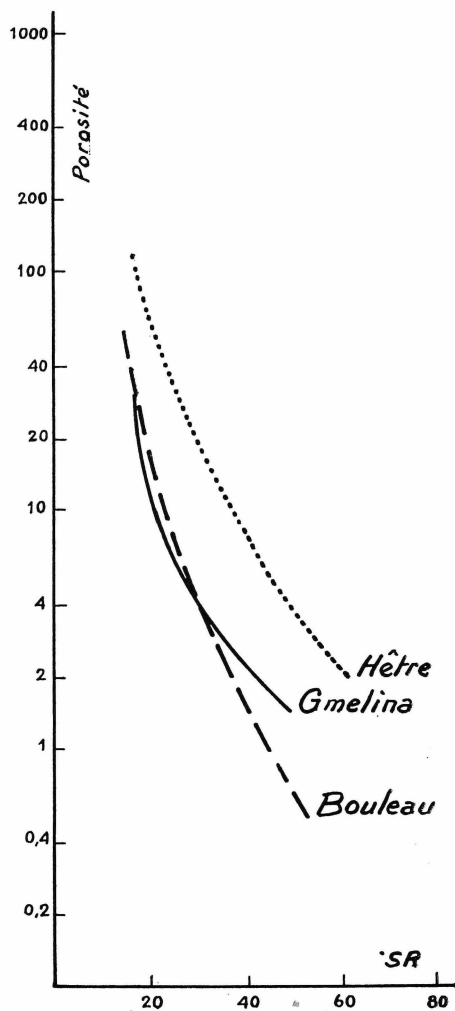
Malgré ces quelques réserves, on peut recommander *Gmelina arborea* pour d'éventuels reboisements en climat tropical car cette essence à croissance rapide permet de préparer des pâtes papetières diverses pour lesquelles on peut envisager une utilisation similaire à celle des pâtes de feuillus tempérés.

BIBLIOGRAPHIE

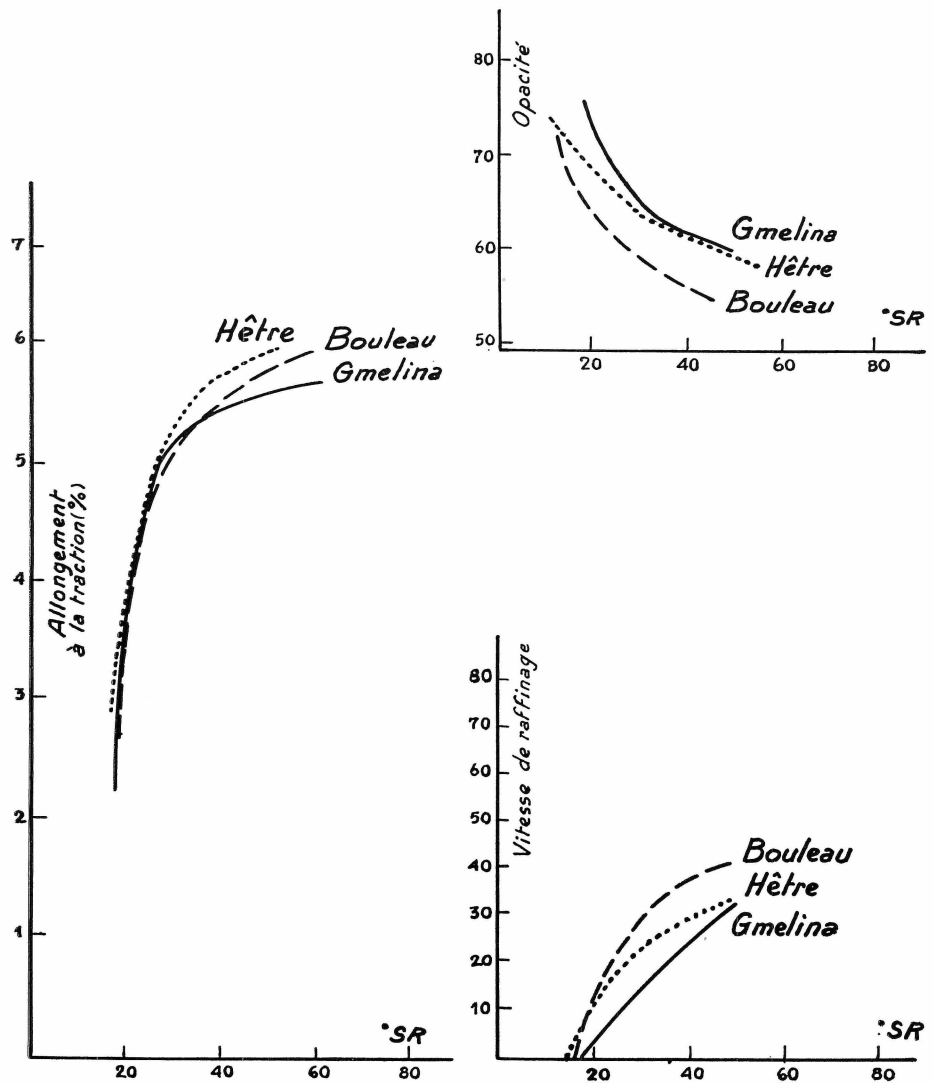
- GOUDET (J. P.). — « Plantations expérimentales d'espèces papetières en Côte-d'Ivoire ». *Bois et Forêts des Tropiques*, n° 159, janvier-février 1975.
- PALMER (E. R.) et GIBBS (J. A.). — « Pulping characteristics of *Gmelina arborea* and *Bursera simaruba* from Belize ». Tropical Products Institute (Report), 1974, n° L 36.
- PALMER (E. R.). — « *Gmelina arborea* as a potential source of hardwood pulp ». *Tropical science*, vol. 15, n° 3, 1973.
- CHATURVEDI (A. N.). — « General standard volume Tables for *Gmelina arborea* Linn ». *Indian Forest records, silviculture*, vol. n° 12, 1973.
- BALLON (C. H.), ESCOLANA (J. O.) et al. — « Prospects of *Gmelina arborea* for pulp and printing papers ». *Philipp. For.* 1971.5 (1) (12.5).
- OBIAGA (T. I.). — « Kraft and polysulphide pulping of five Nigerian wood species ». Thesis, Department of chemical engineering and applied chemistry. University of Toronto, février 1967.
- PETROFF (G.) et DOAT (J.). — « Caractéristiques papetières de quelques essences tropicales de reboisement ». Publication C. T. F. T., n° 19, 1960.
- LA MENSBRUGE (G. de). — « Le *Gmelina arborea* introduit autour de Bouaké ». Document C. T. F. T. du 20-10-1956.
- DOUAY (J.). — « *Gmelina arborea*. Monographie ». *Bois et Forêts des Tropiques*, n° 48, juillet-août 1956.



Pâtes Kraft blanchies CEDED



Pâtes Kraft blanchies CEDED



Pâtes Kraft blanchies CEDED

