



Photo Sarlin.

*Alumbé, Gabon. Peuplement pur d'Okoumé probablement établi sur d'anciens défrichements.*

# ÉTUDE PAPETIÈRE DE L'OKOUMÉ

Essais de laboratoire, semi-industriels et industriels

par Jacqueline DOAT

*Ingénieur Chimiste  
Division de Cellulose et Chimie du C. T. F. T.*

## SUMMARY

### **A STUDY OF OKOUME AS A RAW MATERIAL FOR THE PAPER INDUSTRY (LABORATORY, SEMI-INDUSTRIAL AND INDUSTRIAL TRIALS)**

*This article gives an account of the different trials made with Okoumé (Gaboonwood) in the laboratory and on the semi-industrial and industrial scale, to determine its suitability as a raw material for the paper industry.*

*Okoumé was processed to obtain chemical pulps (kraft, sulphite, soda), semi-chemical and high-yield pulps (neutral sulphite, sulphite, soda, carbonate, ammonia, black liquor, hydrolised pulps), and dissolving pulps.*

*Following these tests, it may be concluded that Okoumé is an excellent raw material for papermaking; it can serve as the basis for the production of many types of pulp, in particular bleached kraft chemical pulp of international grade and neutral sulphite pulp for stoving medium.*

*Okoumé can be recommended as a papermaking species for reforestation whenever its acclimatation does not encounter too many difficulties.*

*In addition, veneering waste or peeling cores are interesting contributory raw materials for cellulose plants.*

## RESUMEN

### ESTUDIO PAPELERO DEL OKOUMÉ (ENSAYOS DE LABORATORIO)

*En este artículo figuran los distintos estudios papeleros realizados acerca del Okoumé en la etapa de laboratorio, en la etapa semiindustrial y a escala industrial.*

*El Okoumé ha sido tratado para la obtención de pastas químicas (kraft, bisulfito, sosa), de pastas semiquímicas y de elevado rendimiento (sulfito neutro, bisulfito, sosa, carbonato, amoníaco, licor negro, pastas hidrolizadas) y de pastas para disolver.*

*Consecutivamente a estos ensayos, puede llegarse a la conclusión de que el Okoumé constituye una excelente materia prima, papelerá, que puede servir de base para la fabricación de numerosos tipos de pasta (en particular, la pasta química kraft blanqueada, de calidad internacional, y la pasta al sulfito neutra de elevado rendimiento para el cartón acanalado).*

*El Okoumé puede ser recomendado como especie papelerá de repoblación forestal en todos aquellos casos en que su aclimatación no tropieza con demasiadas dificultades.*

*Finalmente, los residuos de chapeado o los núcleos de desenrollado constituyen una materia prima de complemento sumamente interesante para las fábricas de celulosa.*

## GÉNÉRALITÉS

L'Okoumé, *Aucoumea klaineana* Pierre (Burceracée) est un arbre de première grandeur, à contre-forts plus ou moins accentués suivant l'âge et le sol, à fût cylindrique rarement très droit avec une écorce d'épaisseur moyenne. C'est un bois tendre assez léger ( $d$  à 12 % d'humidité : 0,4 à 0,5). C'est une espèce grégaire de pleine lumière, à croissance rapide, qui envahit les terrains de culture abandonnés.

L'aire de dispersion de l'Okoumé recouvre la majeure partie du Gabon, elle s'étend à la Guinée espagnole, au Congo Occidental (jusqu'au Niari) et au Cameroun (jusqu'à la rive droite du Campo).

L'Okoumé exige un régime de pluviosité équatoriale (1.800 à 2.000 mm) et se rencontre sur les sols sableux médiocres ou sur les terrains argileux compacts. Il se développe mal en altitude; au-dessus de 500 m, les peuplements sont souvent défectueux.

L'Okoumé peut être planté sur forêt débroussée sous couvert léger. C'est au Gabon que les plantations artificielles d'Okoumé sont les plus importantes. Elles couvrent environ 25.000 ha. Les plus anciennes (cap Estérias, forêt de la Mondah) remontent à 1935, mais les premiers reboisements industriels n'ont débuté qu'en 1953. Ils sont réalisés par la SOCIÉTÉ TECHNIQUE DE LA FORÊT D'OKOUMÉ (S. T. F. O.) et se poursuivaient, jusqu'à présent, à la cadence de 2.000 ha environ par an.

Il existe également des plantations d'Okoumé assez dispersées dans le Sud du Cameroun (région de Kribi), dont les premières remontent à 1950 et qui couvrent maintenant environ 3.000 ha. Des essais de plantation sont en cours dans la région d'Edéa où il existe un projet d'implantation d'usine de pâte.

En Côte d'Ivoire, les premières plantations ont été également effectuées en 1950, mais elles ne se sont vraiment développées qu'à partir de 1961. Elles couvrent aujourd'hui environ 800 ha, spécialement dans la région de la Comoé, et sont effectuées par la SOCIÉTÉ POUR LE DÉVELOPPEMENT DES

PLANTATIONS FORESTIÈRES (S. O. D. E. F. O. R.). Des essais sont en cours dans la région de San Pedro où est prévue la construction d'une usine de cellulose.

Ces plantations se font maintenant partout en appliquant la méthode mise au point au Gabon il y a une quinzaine d'années. Elles sont partiellement mécanisées, en ce sens que le défrichement de la forêt naturelle se fait au bulldozer pour tous les arbres d'un diamètre inférieur à 35-40 cm. Les autres sont ceinturés et empoisonnés. Les jeunes plants d'Okoumé sont élevés le plus souvent en pépinières et mis en place avec leur motte à 3 ou 4 mois. La densité de plantation est en général de  $5 \times 4$  m et l'écartement définitif de  $11 \times 11$  m, ce qui nécessite deux éclaircies que l'on effectue, la première entre 8 et 10 ans et la deuxième à 15 ans, laissant de 110 à 120 pieds à l'ha.

Les arbres de plantation présentent souvent des défauts de conformation : courbures, bosses et cannelures du tronc, dus sans doute à des inégalités d'éclaircissement dans le jeune âge. En outre on observe, surtout en Côte d'Ivoire, un fort développement de parasites : psylles et chancre noir de l'écorce (pestalozzia).

Pour la production de bois de pâte, la plantation peut être effectuée plus serrée que lorsqu'on recherche la production de bois d'œuvre. Dans ce cas, une coupe à 12-15 ans, avec une densité de coupe de 400 à 600 tiges/ha, devrait fournir une centaine de tonnes à l'hectare de bois de cellulose.

On estime enfin qu'en 50 à 60 ans, on peut produire 200 à 300 t à l'ha de grumes utilisables pour le déroulage.

Actuellement, l'Okoumé est principalement employé à la fabrication de contre-plaqué. De plus, des noyaux de déroulage et des déchets de placage sont parfois utilisés comme approvisionnement d'appoint dans des usines européennes produisant de la cellulose mais ces essais n'ont jamais fait l'objet de fabrications suivies.

# CARACTÉRISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES DU BOIS D'OKOUMÉ

## CARACTÉRISTIQUES ANATOMIQUES

De nombreux échantillons d'Okoumé de provenances et de caractéristiques diverses ont été analysés par la division d'Anatomie. On a groupé au tableau 1 les principaux résultats enregistrés et calculé les indices de feutrage ( $L/l$ ) et les coefficients de souplesse ( $c/l$ ) des fibres.

On voit que l'Okoumé est un bois à fibres relativement courtes (1.220  $\mu$  en moyenne), assez minces, avec un lumen plutôt important. Les fibres d'Okoumé ont un coefficient de souplesse élevé et un indice de feutrage un peu faible. Les papiers

préparés à partir de l'Okoumé auront une très bonne résistance à la rupture, au pliage et à l'éclatement et une solidité plus moyenne en ce qui concerne la déchirure.

On peut remarquer aussi que les caractéristiques morphologiques varient assez peu en fonction du diamètre des bois ; des perches d'éclaircies de 14 à 23 cm de diamètre ont donné des résultats assez semblables à ceux trouvés sur les gros arbres de 1,20 m de diamètre.

TABLEAU 1

Caractéristiques anatomiques du bois d'Okoumé

N° C. T. F. T.	Provenance	$\frac{d}{\% \text{ d'H}}$	Diamètre du tronc (m)	$L$ ( $\mu$ )	$l$ ( $\mu$ )	$\frac{2p}{\mu}$	$c$ ( $\mu$ )	I. F.	C. S.
6349	Gabon	0,50	0,61	1.216	13,5	5,2	8,3	90	61
6920	—	0,42	0,95	1.180	18	5,5	12,5	65	69
10026	—	0,49	0,70	1.130	27	4,5	22,5	42	83
10360	—	0,55	0,66	1.297	23	8	15	56	65
10361	—	0,32	0,83	1.180	29	4,5	24,5	40	84
10362	—	0,35	0,73	1.337	21	7	17	56	71
10370	—	—	—	1.385	25	4,5	20,5	55	82
11371	—	0,46	1,18	1.420	25	4,5	20,5	57	82
11372	—	—	—	1.370	24	5	19	57	82
11374	—	0,45	0,83	1.300	25	5	20	52	80
11626	—	0,39	0,14	1.050	34	6	28	31	82
11637	—	0,38	0,23	1.030	29	6	23,5	35	78
13830	—	0,45	1,15	1.200	31	8	23	39	74
13831	—	0,48	1,25	1.220	32	8	24	38	75
14579	Congo	0,41	0,84	1.300	29	7	22	45	76
14813	—	0,50	0,81	1.150	27	8,5	18,5	43	69
14814	—	0,39	0,87	960	28	7	21	34	75
Moyenne .....		0,44		1.219	26	6,1	19,7	49	69,9

## CARACTÉRISTIQUES CHIMIQUES

L'analyse chimique de plusieurs échantillons gabonais a été effectuée au C. T. F. T. On trouvera au tableau 2 le détail des résultats trouvés à la suite de ces analyses.

La composition chimique de l'Okoumé se rapproche dans l'ensemble de celle des bois feuillus tropicaux à fibres courtes. Les quantités de produits extractibles aux solvants et à l'eau sont peu importantes. Les taux de pentosanes sont normaux (inférieurs à ceux que l'on observe avec les feuillus tempérés mais supérieurs à ceux des résineux classiques) et les pourcentages de cellulose sont favorables. Les teneurs en lignine et cendres sont

moyennes mais il faut noter que les cendres contiennent une quantité non négligeable de silice ce qui peut présenter certains inconvénients au moment de la mise en copeaux et de la régénération des lessives papetières au stade industriel.

On remarque enfin que d'un échantillon à l'autre, les variations de la composition chimique sont assez faibles.

On peut prévoir, à la suite de ces essais, que le bois d'Okoumé se cuira sans difficulté avec des quantités normales de réactif et que l'on obtiendra un rendement en pâte satisfaisant.

TABLEAU 2

Caractéristiques chimiques du bois d'Okoumé

N° C. T. F. T.	Extrait alcool-benz. %	Extrait eau %	Extrait soude à 1 %	Lignine %	Pentosanes %	Cellulose corrigée %	Cendres %	SiO <sub>2</sub> %
6349	1,1	1,7	18,5	29,3	15,3	47,4	0,5	0,16
6920	1,0	1,3	20,7	29,4	14,9	46,6	0,4	0,12
10026	1,4	0,9	23,8	30,5	15	49,7	0,4	—
10370	1,6	1,45	16,8	30,3	15,3	45,5	0,5	0,12
10371	1,1	1,4	20,1	31	15,7	45,3	0,6	0,09
10372	1,3	2,5	17,6	31,4	14,5	43,1	0,7	0,04
10374	1,3	1,4	26,2	29,2	15,9	45,2	0,7	0,25
11360	1,8	1,5	22,2	29,4	16,5	44,5	0,6	0,20
11361	1,8	2,6	17,4	26,3	15	46,4	0,5	0,09
11362	1,9	1,7	17,5	29,8	14,7	45,4	0,8	0,22
15852	1,95	3	16,1	31	13,8	—	1	0,43
Moyenne . . . . .	1,48	1,52	19,7	29,8	15,1	46,1	0,6	0,17

## PATES KRAFT ET PATES A LA SOUDE

## ESSAIS DE LABORATOIRE

## Pâtes kraft écrues et blanchies.

La matière première utilisée pour ces essais correspondait au mélange de 12 échantillons d'Okoumé gabonais provenant des réserves de N'Koulounga et de la Mondah. L'âge des échantillons variait de 5 à 20 ans, le diamètre des rondins de 9 à 28 cm et la densité anhydre des bois se situait entre 0,3 et 0,4.

Deux séries de cuisson ont été effectuées dans les conditions suivantes :

Montée de 20° à 120° : 1 h.

Montée de 120° à la température de palier : 50° par h.

NaOH % (sur bois sec) : 18 20 22 24 26 \*

Soufre % (sur bois sec) : 1,8 2,0 2,2 2,4 2,6 \*

Dilution (liquide total/bois sec) : 3,3.

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

Les pâtes écrues ont été blanchies en quatre stades : chloration, extraction alcaline et deux phases d'hypochlorite de sodium. Les pâtes écrues et blanchies ont été mises en feuilles au Rapid-Kötten après raffinage au Bauer et les caractéristiques mécaniques des papiers ont été déterminées. On trouvera aux tableaux 3 et 3' les principaux résultats obtenus.

Parallèlement aux essais de blanchiment en quatre stades cités précédemment, un test de blanchiment a été réalisé selon une technique plus

moderne susceptible de donner des pâtes bien blanches de qualité internationale. Cette technique comporte cinq stades de blanchiment : une chloration, une sodation oxydante, une phase au bioxyde de chlore, une phase au peroxyde, une dernière phase au bioxyde de chlore. La pâte écrue retenue pour ces essais avait été préparée à 150° pendant 3 h avec 22 % de NaOH et 2 % de S, son rendement se situait autour de 51 % et son indice de MnO<sub>4</sub>K était de 21,6. On se reportera au tableau 4 pour avoir les résultats obtenus au cours de cet essai en comparaison de ceux enregistrés après un blanchiment en quatre stades. Ils montrent qu'avec une technique de blanchiment appropriée, on peut atteindre, sans dégradation, des hautes blancheurs avec les pâtes d'Okoumé.

## ANALYSE DES RÉSULTATS.

L'échantillonnage d'Okoumé se cuit très facilement par le procédé soude-soufre et on obtient avec un rendement favorable des pâtes bien délignifiées avec 20 % de réactif alcalin. Les différences entre cuissons à 170° et 155° sont peu marquées.

Le blanchiment des pâtes écrues s'effectue sans difficulté, les consommations en réactif dépendent de l'indice de dureté des pâtes et varient normalement en fonction de celui-ci.

Pour un traitement simple, en quatre phases, de pâtes ayant un indice de MnO<sub>4</sub>K variant de 17 à 20, la blancheur atteinte se situe autour de 80 à 82 ce qui est normal pour ce type de traitement. L'obtention de pâtes de blancheur élevée (90 à 92), commercialisables sur un marché international, est possible

\* Équivalent à

NaOH % : 13,5 15 16,5 18 19,5  
SNa<sub>2</sub> % : 2,92 3,24 3,58 3,9 4,21

TABLEAU 3  
Pâtes soude-soufre d'Okoumé. Résultats de cuisson et de blanchiment

Cuisson								Blanchiment							
NaOH %	S %	T°	Rendement brut %	Rendement net %	Photo-volt écreu	Ind. MnO <sub>4</sub> K	D. P.	Cl cons. %	NaOH cons. %	ClONa cons. %	Cl total au blanchiment	Photovolt	Stabilité %	D. P.	Ind. Cu
18	1,8	155°	58,2	57,5	35	24,5	1.580	5,1	2	1,8	6,9	81,5	85	1.270	0,3
20	2,0		51,4	51,3	28	19,4	1.400	3,9	1,2	1,7	5,6	82	85,5	1.190	0,3
22	2,2		51,0	50,9	29	16,3	1.220	3,1	1,0	1,7	4,8	81,5	85,5	1.065	0,3
24	2,4		51,3	51,3	27	16,1	1.140	3,1	1,0	1,6	4,7	80	85	965	0,3
26	2,6		49,4	49,4	28	14,5	1.040	2,7	0,8	1,7	4,4	80	85	880	0,3
18	1,8	170°	53,4	53,2	23,5	22,5	1.390	4,5	1,8	1,5	6	80,5	86	1.170	0,3
20	2,0		51,6	50,9	26,5	17,9	1.210	3,7	1,2	1,4	5,1	80,5	87	1.020	0,3
22	2,2		50,1	50	29,5	15,6	1.140	3,3	1,0	1,5	4,6	80,5	87	960	0,4
24	2,4		49,3	49,2	27,5	15,5	920	3,1	1,2	1,4	4,5	78,5	87	825	0,4
26	2,6		47,5	47,5	26	16,1	780	3,2	1,0	1,4	4,6	78,5	86,5	670	0,4

TABLEAU 3'  
Pâtes soude-soufre d'Okoumé. Caractéristiques mécaniques à 40 °SR (Raffinage au Bauer)

NaOH %	S %	Température	Longueur rupture	Eclatement	Déchirure	D. Plis	Porosité	Allongement %	Main
<i>Pâtes écreues</i>									
18	1,8	155°	10.200	73	80	2.500	0,3	3,3	1,2
20	2,0		10.700	73	74	3.000	0,3	3,9	1,2
22	2,2		10.400	73	73	3.000	0,2	3,8	1,2
24	2,4		8.800	64	75	2.500	0,7	3,3	1,2
26	2,6		8.800	63	80	3.000	0,3	3,7	1,2
18	1,8	170°	10.600	72	82	3.500	0,5	3,6	1,3
20	2,0		9.800	68	86	3.000	0,4	/	1,2
22	2,2		9.400	63	76	3.000	0,5	3,5	1,2
24	2,4		8.500	57	72	2.000	0,4	3,4	1,2
26	2,6		8.300	55	67	1.000	0,4	3,3	1,2
<i>Pâtes blanchies</i>									
18	1,8	155°	8.700	63	94	2.000	0,4	3,5	1,2
20	2,0		8.700	61	80	2.000	0,3	4,1	1,2
22	2,2		8.100	59	80	2.000	0,4	4,1	1,2
24	2,4		7.500	53	88	1.000	0,4	4	1,15
26	2,6		7.500	53	83	1.000	0,4	3,6	1,15
18	1,8	170°	8.200	60	84	2.500	0,5	3,8	1,2
20	2,0		8.100	57	93	1.000	0,5	3,6	1,2
22	2,2		7.700	55	77	1.000	0,5	3,6	1,2
24	2,4		7.500	55	77	750	0,4	3,5	1,2
26	2,6		7.200	51	68	500	0,4	3,3	1,2

TABLEAU 4  
Cuisson soude-soufre d'Okoumé. Blanchiments comparatifs en quatre et cinq phases

Type de traitement	Consommation % en réactifs				Photo-volt	Stabilité %	D. P.	Ind. Cu	Longueur rupture	Eclatement	Déchirure	D. Plis	Main
Cinq phases Cl—NaOH— H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> —ClO <sub>2</sub> H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> —ClO <sub>2</sub>	Cl 5,3	NaOH 2,3	ClO <sub>2</sub> 1,8	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 0,95	90	85	1.340	0,2	10.700	79	80	2.000	1,1
Quatre phases Cl—NaOH— ClONa — ClONa	Cl 5,3	NaOH 1,8	ClONa 2	—	79,5	85	1.090	0,35	10.000	75	70	1.600	1,2

**TABEAU 5**  
*Pâtes d'Okoumé à la soude. Résultats de cuisson et de blanchiment*

Cuisson								Blanchiment								
NaOH %	S %	T°	Rendement brut %	Rendement net %	Photo-volt écrit	Ind. MnO <sub>4</sub> K	D. P.	Cl cons. %	NaOH cons. %	ClONa cons. %	Cl total au blanchiment %	Photo-volt	Stabilité %	D. P.	Ind. Cu	
20	0	170°	49,7	49,6	26,5	26	1.090	6,1	2	2,8	8,9	79,5	84,5	910	0,4	
24	0	170°	46,9	46,9	30,5	19,4	800									

**TABEAU 5'**  
*Pâtes d'Okoumé à la soude. Caractéristiques mécaniques à 40 °SR (Raffinage Bauer)*

NaOH %	S %	Température	Longueur rupture	Eclatement	Déchirure	D. Pils	Porosité	Allongement %	Main
<i>Pâtes écrués</i>									
20	0	170°	9.000	57	85	2.000	0,4	3,4	1,2
24	0		8.000	55	74	1.000	0,4	3,2	1,2
<i>Pâtes blanchies</i>									
20	0	170°	9.400	58	82	2.000	0,3	3,4	1,2
24	0		8.400	53	78	750	0,3	3,1	1,2

en faisant appel à des réactifs tels que le bioxyde de chlore et les peroxydes.

Les caractéristiques mécaniques des papiers écrués et blanchis sont très satisfaisantes en ce qui concerne la longueur de rupture, l'éclatement et la résistance au pliage qui se rapprochent de celles obtenues avec les résineux. La déchirure est moyenne, équivalente à celle des pâtes de bouleau scandinave. Les feuilles présentent un épair fondu, sont peu poreuses et ont peu de main.

**Pâtes à la soude écrués et blanchies.**

Deux cuissons à la soude seule ont été effectuées sur le même échantillonnage de bois à 170° pendant 1 h 30 avec 20 % et 24 % de NaOH, les

autres conditions de traitement : blanchiment, raffinage et mise en feuilles, étant identiques à celles des cuissons kraft.

Les résultats obtenus sont consignés dans les tableaux 5 et 5'.

**ANALYSE DES RÉSULTATS.**

Les cuissons à la soude donnent des pâtes intéressantes mais de caractéristiques légèrement inférieures à celles enregistrées avec les cuissons kraft (ou soude-soufre) : indices de MnO<sub>4</sub>K un peu plus élevés ; rendement, D. P. et caractéristiques mécaniques écrués un peu plus faibles. Ce type de traitement ne peut donc être préféré, sauf circonstances particulières, au procédé kraft.

**TABEAU 6**  
*Caractéristiques de 12 échantillons d'Okoumé*

N° de l'échantillon	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
N° C. T. F. T. ....	11.626	11.627	11.628	11.629	11.630	11.631	11.632	11.633	11.634	11.635	11.636	11.637
Origine au Gabon	Réserve de la Mondah						Réserve de N'Koulounga					
Age (ans) .....	5	5	5	5	5	5	20	7	7	7	7	14
Hauteur de l'arbre sous les branches (m) .....	5,15	5,20	4,90	4,60	3,70	4,10	18,10	9,70	10	7,30	7	12,50
Diamètre des rondins (cm) .....	14	13	9	11	10	14	28	11	11	15	21	23
Densité anhydre ...	0,39	0,30	0,33	0,31	0,42	0,34	0,40	0,37	0,35	0,37	0,40	0,58
Siccité % au moment des essais ..	79	80	73	75	82	82	75	77	83	72	77	72

TABLEAU 6'

Résultats de cuissons et de blanchiments comparatifs sur 12 échantillons d'Okoumé

Cuisson							Blanchiment							
N° du bois	NaOH rest. g/l	Rendement %	Rendement %	Photo-volt écreu	Ind. MnO <sub>4</sub> K	D. P.	Cl cons. %	NaOH cons. %	ClONa cons. %	Cl total au blanchiment %	Photo-volt	Stabilité %	D. P.	Ind. Cu
1	2,4	46,7	46,5	32	16,2	1.180	2,7	2,2	1,8	4,5	82,5	86,5	875	0,35
2	3,2	52,4	52,1	33,5	18,6	1.340	3,4	2,2	1,9	5,3	80,5	86,5	980	0,35
3	3,6	51,3	50,4	30	17,2	1.360	3,1	2,1	1,5	4,6	85,5	85,5	900	0,35
4	3,2	49,9	49,8	31,5	22,3	1.280	3,4	2,2	1,9	5,3	84,5	84	880	0,4
5	2,3	48,9	48,8	30	19,0	1.160	2,8	2,1	1,8	4,6	85,5	86	800	0,3
6	3,4	51,1	50,9	30	16,9	1.270	2,8	2	1,4	4,2	84	87	790	0,3
7	2,2	50,8	50,6	25,5	18,5	1.250	2,9	2,6	1,6	4,5	81,5	86,5	840	0,3
8	3,0	51,4	51,2	31,5	19,1	1.340	2,9	2,1	1,7	4,6	84,5	86,5	920	0,35
9	2,0	50,3	50,2	29	19,1	1.300	3,3	2,6	1,7	5,0	82,5	85	910	0,3
10	3,1	50,7	50,7	31	17,6	1.290	2,8	—	1,8	4,6	81	85,5	910	0,3
11	2,4	53	53	25,5	21,3	1.410	2,9	2,5	1,7	4,6	83	88	890	0,3
12	2,2	48,6	48,6	25,5	21,2	1.220	2,9	2,2	1,8	4,7	82	86	780	0,3
Moy.	2,75	50,4	50,2	29,5	18,6	1.285	3	2,2	1,7	4,7	83,5	86	865	0,32

TABLEAU 6"

Traitement comparatif sur 12 échantillons d'Okoumé.  
Caractéristiques mécaniques des pâtes Kraft raffinées en pile à 40 °SR

N° du bois	Longueur rupture	Eclatement	Déchirure	D. Plis	Porosité	Allongement %	Main	Temps de raffinage (mn)
<i>Pâtes écreues</i>								
1	8.700	64	73	1.500	0,2	3,9	1,1	7
2	8.700	70	95	1.500	0,2	3,6	1,2	5
3	11.400	77	80	3.000	0,1	4,5	1,2	7
4	10.300	78	72	2.500	0,1	4	1,2	5
5	7.800	55	98	1.000	0,7	3,8	1,3	9
6	11.200	75	75	2.500	0,2	3,5	1,2	7
7	10.200	70	93	1.500	0,6	3,3	1,2	10
8	8.700	63	87	1.000	0,5	3,3	1,2	6
9	10.500	74	89	2.000	0,3	3,6	1,1	5
10	9.500	68	89	1.500	0,5	3,1	1,3	7
11	9.500	66	85	2.000	0,8	3,6	1,2	—
12	9.000	64	88	2.000	0,5	3,7	1,3	6
Moy...	9.625	69	85	1.335	0,4	3,7	1,2	7
<i>Pâtes blanchies</i>								
1	7.800	56	66	1.000	0,3	4,2	1,1	9
2	8.200	56	66	1.000	0,2	3,8	1,2	8
3	9.000	65	70	3.000	0,3	4,2	1,1	5
4	9.000	65	67	2.000	0,1	4,3	1,1	5
5	7.100	52	74	1.000	0,7	3,9	1,2	9
6	8.600	58	77	1.000	0,3	3,5	1,2	7
7	7.800	56	87	1.000	0,8	3,7	1,2	8
8	8.000	55	73	1.000	0,1	3,6	1,2	9
9	8.500	60	80	1.000	0,4	3,8	1,1	6
10	9.500	68	89	1.500	0,5	3,1	1,3	7
11	7.000	55	84	1.000	1	3,8	1,2	7
12	7.100	52	85	1.500	0,6	3,8	1,	8
Moy...	8.135	58	76,5	1.335	0,4	3,8	1,2	7

Traitement comparatif de différents échantillons d'Okoumé.

12 échantillons d'Okoumé de plantation, de provenances et de tailles diverses (produits d'éclaircies ou arbres plus âgés) ont été testés séparément par une cuisson avec 20 % de NaOH et 2 % de S — 3 h à 155° (procédé équivalent au procédé au

sulfate avec 15 % de NaOH et 3,24 % de SNa<sub>2</sub>) puis blanchis en quatre stades comme précédemment, ceci pour déterminer la variabilité de l'essence d'un point de vue papetier. Les caractéristiques spécifiques de chaque échantillon sont consignées dans le tableau 6.

Les résultats obtenus au cours de cette étude sont donnés aux tableaux 6' et 6". On notera pour cette série d'essais que le raffinage a été fait en pile.

## ANALYSE DES RÉSULTATS.

Les douze échantillons se sont cuits facilement et les résultats moyens obtenus se rapprochent de ceux trouvés précédemment. Chaque échantillon ne donne cependant pas des résultats rigoureusement semblables et il faut admettre quelques petites différences quand on passe d'un bois à l'autre. Pour la plupart des caractéristiques, il n'a pas été possible d'établir de corrélation précise entre l'âge, la provenance, la densité des bois d'une part et les caractéristiques des pâtes et papiers d'autre part. On peut remarquer cependant que les échantillons n° 7, 11 et 12 qui correspondent aux

bois de plus fort diamètre (21 à 29 cm) ont donné les pâtes écruées les plus foncées (25,5 degrés photo-volt contre 30 à 33 pour les autres bois), mais que ces différences sont de peu d'importance car elles ne subsistent plus après blanchiment. L'étude d'échantillons d'Okoumé beaucoup plus âgés aurait peut-être pu apporter quelques précisions sur ce fait, mais elle n'a pu être faite au moment de ces essais.

On peut admettre cependant, que les différences qui pourraient être rencontrées au cours de l'approvisionnement éventuel d'une usine fabriquant de la pâte d'Okoumé seraient assez faibles et ne conduiraient pas à une grande dispersion de qualité de produits fabriqués.

## ESSAI SEMI-INDUSTRIEL

Un essai semi-industriel de transformation d'Okoumé en pâte kraft blanchie a été réalisé sous le contrôle de la division de Cellulose à la Station semi-industrielle du Centre Technique de la Papeterie installée, à cette époque, dans les locaux de l'École de Papeterie de Grenoble. Pour cela, cinq stères de bois (diamètre des rondins 1,10 m à 25 cm) ont été mis en copeaux à l'usine de Lancey des Papeteries de France à l'aide d'une coupeuse Voith à plateau à 3 couteaux, 180 CV, 2 tamis à secousses. Les refus ont été expédiés sur un broyeur à marteau puis remis dans le circuit ; les copeaux circulant sur des transporteurs à courroies. La durée de coupe a été de 1 h 30 pour la totalité des cinq stères. Deux cuissons ont été effectuées dans un lessiveur cylindrique vertical fixe en acier de 1.200 l de capacité, avec circulation de lessive, dans les conditions suivantes : poids de copeaux humides : 194 kg, siccité au moment des essais = 83,3 %, NaOH = 20 %, S = 2 %. Rapport lessive/bois = 3,3. Montée en température : 130 mn, durée du palier à 155° = 180 mn, pression maximum = 7 kg/cm<sup>2</sup>. Durée du dégazage final = 15 mn.

En cours de cuisson, divers prélèvements de lessive ont permis de suivre la consommation en réactif ; l'alcali total restant a varié entre le début et la fin du palier de 14 g/l à 2 à 3 g/l. En fin de cuisson, la pâte et la lessive ont été soufflées dans un diffuseur. Après égouttage de la liqueur noire, un lavage par déplacement à l'eau chaude, puis à l'eau froide, a été réalisé. Ce lavage a duré 2 h environ.

La pâte a été ensuite désintégrée dans un séparateur à doigts tournant à 80 t/mn, diluée à la concentration de 4 à 6 g/l et traitée sur un classeur plat à vibrations, équipé d'une plaque perforée de trous de

4 mm de diamètre pour éliminer les incuits. Après dilution à 3-4 g/l, la pâte a été classée sur un appareil centrifuge noyé, avec chemises perforées de trous de 1,1 mm de diamètre. Les refus de classeur rotatif ont été repris par un classeur plat à secousses avec fentes de 0,2 mm de large, pour récupérer les fibres entraînées par les bûchettes. Les pâtes ont été ensuite mélangées dans un cuvier. Le blanchiment a été effectué sur 137 kg de pâte en cinq phases : chlore, sodation oxydante, ClONa, ClONa, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> puis rincée à l'acide, la station ne permettant pas à cette époque l'utilisation de bioxyde de chlore. La phase 1 a été faite dans une cuve verticale ébonitée avec agitation et circulation de pâte de bas en haut. Les autres phases ont été conduites dans un cuvier horizontal revêtu de carreaux de faïence avec circulation par pompe.

Les résultats moyens de cuisson et de blanchiment ont été les suivants :

### Cuisson

Rendement en pâte non classée/bois sec : 49 %.

Quantité de refus au classeur vibrant/pâte non classée : 0,75 %.

Quantité de refus au classeur plat/pâte non classée : 0,7 %.

Pertes dans les eaux d'égouttage/pâte non classée : 2,7 %.

Rendement en pâte classée/bois sec : 45,4 %.

Indice MnO<sub>4</sub>K de la pâte : 13,4.

*Forêt classée de la Mondah. Région de l'estuaire. ▶  
Jeune futaie naturelle d'Okoumé.*

Photo Guigonis.



## Blanchiment

<b>1<sup>re</sup> phase :</b>	Cl int. %	: 3	
	Cl cons. %	: 2,9	
	Température	: 20°	
	Durée	: 1 h	
<b>2<sup>e</sup> phase :</b>	NaOH int. %	: 2	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> int. % : 0,5
	NaOH cons. %	: 1,05	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> cons. % : 0,4
	Température	: 40-45°	
	Durée	: 4 h	(Photovolt : 53,5).
<b>3<sup>e</sup> phase :</b>	ClONa int. %	: 1,2	
	ClONa cons. %	: 0,6	
	Température	: 35°	
	Durée	: 14 h	(Photovolt : 76).
<b>4<sup>e</sup> phase :</b>	ClONa int. %	: 0,5	
	ClONa cons. %	: 0,15	
	Température	: 35°	
	Durée	: 5 h	(Photovolt : 77,5).
<b>5<sup>e</sup> phase :</b>	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> int. %	: 0,5	
	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> cons. %	: 0,1	
	Température	: 55-80°	
	Durée	: 3 h	(Photovolt : 78,5).

Après un rinçage à l'acide chlorhydrique jusqu'à pH : 2, la blancheur atteinte se situait autour de 80 et le rendement en pâte blanchie/bois initial était de l'ordre de 41 %.

Les caractéristiques mécaniques de la pâte écrue et blanchie sont données au tableau 7.

La plus grande partie de la pâte blanchie a été utilisée pour le tirage sur la machine de l'E. F. P. de Grenoble à 10 m/min, 0,95 m de large et 80 g/m<sup>2</sup>, d'un papier, type papier à lettre commercial, comprenant 80 % de pâte d'Okoumé et 20 % de pâte kraft résineux avec les adjuvants suivants : charge (talc) : 20 %, paperine : 2 %, savon résineux-résine : 2,5 %, bleu d'Outre-Mer : 0,01 %, sulfate d'alumine jusqu'à pH : 4,5, azurant optique (celamyl) : 0,1 %.

En bout de machine, le papier a été calandré. La blancheur du papier obtenu à ce stade était de 83,5° photovolt.

D'autre part, sur la machine expérimentale Kameron du laboratoire des Papeteries de France dix sortes de papiers écrus et blanchis ont été tirées avec des proportions variables de pâte d'Okoumé.

## Emballage écrit :

100 % pâte d'Okoumé			
85 %	—	—	+ 15 % kraft résineux finlandais
60 %	—	—	+ 40 % — — —
0 %	—	—	+ 100 % — — —

## Emballage blanchi :

100 % pâte d'Okoumé			
85 %	—	—	+ 15 % kraft résineux suédois
60 %	—	—	+ 40 % — — —
0 %	—	—	+ 100 % — — —

## Papier offset :

85 % pâte d'Okoumé + 15 % kraft résineux suédois + talc.

## Papier écriture :

45 % pâte d'Okoumé + 15 % kraft résineux suédois + 40 % pâte mécanique de résineux + talc.

Les caractéristiques de ces papiers sont données au tableau 8.

## ANALYSE DES RÉSULTATS ET CONCLUSION.

Dans leur ensemble, les essais de fabrication de pâte chimique ont été positifs puisqu'il a été possible d'obtenir sans difficultés techniques importantes de la pâte écrue et blanchie de bonne qualité. On peut à ce sujet faire les remarques suivantes :

**Mise en copeaux :** La mise en copeaux s'est avérée un peu plus difficile que celle des bois de Hêtre ou de Bouleau, l'Okoumé pouvant être rapproché, de ce point de vue, du bois de Charme. Il faut cependant signaler que les rondins d'Okoumé étaient secs au moment de leur emploi et que du bois frais serait vraisemblablement plus facile à traiter.

**Densité de chargement :** On n'atteint pas avec l'Okoumé une densité de chargement des lessiveurs équivalente à celle des feuillus tempérés car la masse spécifique de l'Okoumé est inférieure (0,4 au lieu de 0,55-0,65). Le rapport lessive/bois utilisé généralement avec les feuillus classiques peut cependant être conservé.

**Réactifs pour la cuisson :** Les quantités de réactifs utilisées à la cuisson sont semblables à celles que nécessitent de nombreuses essences feuillues françaises.

**Lavage et épuration de la pâte :** Aucune difficulté n'a été rencontrée. La pâte obtenue était suffisamment propre bien que l'on n'ait pas utilisé de cleaners.

**Blanchiment :** La dépense en réactif dépend du degré de cuisson. Dans le cas présent, la pâte étant

TABLEAU 7

Caractéristiques des pâtes Kraft semi-industrielles d'Okoumé à 40 °SR. Raffinage pile 60 g/m<sup>2</sup>

Pâte	Temps de raffinage	Longueur rupture	Eclatement	Déchirure	D. Plis	Porosité	Allongement %	Main	Photo-volt	Opacité
Ecrue .....	9'	9.500	70	95	1.200	0,1	2,5	1,1	33,5	—
Blanchie ....	6'	9.000	70	85	1.300	0,2	3,2	1,1	80,5	66

TABLEAU 8

Caractéristiques des papiers d'Okoumé tirés sur machine expérimentale Kammerer

Type de papier	Emballage, écreu				Emballage blanchi				Offset calandré	Ecriture calandré
Okoumé % (40 °SR)	100	85	60	0	100	85	60	0	85	45
Résineux finlandais % (20 °SR)	0	15	40	100						
Résineux suédois % (20 °SR)					0	15	40	100	15	15
Pâte mécanique %										40
Poids/m <sup>2</sup>	89	77	71	72	99	74	70	71	110	70
L. rupture (moy.)	7.400	7.200	5.300	5.400	5.800	5.900	6.000	4.900	4.400	3.000
Eclatement	51	39	39	32	43	32	31	26	32	18
Déchirure (moy.)	83	84	100	130	88	87	92	105	72	46
Plis (moy.)	2.000	1.400	1.100	350	2.100	350	300	80	850	13
Porosité	0,1	0,3	0,5	6,5	0,3	0,4	2,5	16,5	0,4	0,4
Allongement (moy.)	3,9	2,6	2,1	2	—	2,3	2,3	1,7	3	1,5
Main	1,2	1,4	1,55	1,7	1,3	1,35	1,5	1,7	0,9	1
Photovolt.	29,5	31,5	31	32,5	81,5	78,5	82,5	80	83	70
Tirage sur machine*	S	F	F	F	D	F	F	F	F	F

\* F = facile — S = à surveiller — D = difficile.

très cuite, peu de réactifs ont été consommés. La blancheur obtenue, de l'ordre de 80 à 81, n'atteint pas les photovolts élevés des pâtes commerciales. Ceci n'est pas dû aux caractéristiques de la pâte d'Okoumé mais aux conditions de blanchiment offertes au moment des essais par la station semi-industrielle (en particulier, impossibilité d'utilisation du bioxyde de chlore, difficulté de travail à une concentration en pâte supérieure à 3 %, difficultés d'utilisation de températures élevées, etc...). On a pu d'autre part, au cours de travaux complémentaires effectués en laboratoire, obtenir sur cette même pâte d'Okoumé des blancheurs élevées atteignant et même dépassant 90°, analogues à celles enregistrées dans les mêmes conditions sur de la pâte industrielle de Hêtre.

**Rendement en pâte :** Si l'on ajoute au chiffre du rendement les pertes en pâte dans les eaux d'égouttage, le rendement en pâte écreue se situe autour de 48-48,5 % ce qui est favorable. Pour le rendement au blanchiment, par contre, on n'a trouvé que 90 % par rapport à la pâte écreue. Ce chiffre vraisemblablement trop bas, est dû à des pertes importantes dans les différents circuits de la station, un chiffre de 95 % semblerait plus normal.

**Caractéristiques de la pâte :** La pâte obtenue a les caractéristiques générales d'une bonne pâte de feuillus. Sa résistance à l'éclatement, à la traction et au pliage est très favorable et se rapproche de ce

que l'on obtient avec des résineux. Sa résistance à la déchirure est comparable à celle des pâtes de Bouleau mais inférieure à celle des pâtes de Pin des Landes ou d'Epicéa. Les papiers ont peu de bouffant, sont peu poreux. La répartition des fibres dans le papier est homogène, on obtient une surface très unie et un épaîr fondu. Mais l'opacité des papiers n'est pas très élevée ce qui peut représenter un inconvénient pour certaines sortes de fabrications.

**Fabrications expérimentales de papier :** Ces essais ont permis de juger approximativement les possibilités d'emploi des pâtes d'Okoumé. Dans le cas d'emballage écreu, la fabrication d'un papier à 100 % d'Okoumé serait sans doute difficile et l'incorporation de fibres longues (résineux, bambous, etc...) doit être recommandée pour améliorer la résistance à la déchirure. L'engraissement des pâtes d'Okoumé étant plus rapide que celui des pâtes de résineux, on peut préconiser des raffinages séparés, afin de bénéficier au mieux des caractéristiques propres à ces deux catégories de pâte. Pour le papier d'emballage blanchi, les mêmes remarques peuvent être formulées, la proportion de fibres d'Okoumé pouvant être plus importante que précédemment. On peut enfin utiliser sans difficulté de la pâte d'Okoumé pour des papiers impression écriture en mélange avec des pâtes mécaniques. La pâte d'Okoumé est susceptible de donner une bonne surface, une bonne homogénéité aux feuilles tout en retenant bien les charges.

## ESSAI INDUSTRIEL

A la suite des résultats favorables enregistrés au stade semi-industriel sur quelques centaines de kilos de bois, un essai en grand a été effectué à l'usine de la Cellulose d'Aquitaine, usine produisant de la pâte blanchie de Hêtre à raison de 200 t/j à l'époque où ont été réalisés les essais. Il s'agissait de vérifier, dans ce cas, si la fabrication de pâte kraft blanchie, à partir de perches d'Okoumé de plantations gabonaises était possible avec un matériel classique utilisé pour le traitement de bois feuillus français. 1.800 stères environ d'Okoumé ont été expédiés à La Cellulose d'Aquitaine pour procéder à un essai correspondant à 24 h de marche continue de l'usine avec approvisionnement à 100 % d'Okoumé. Ces 1.800 stères ont été répartis comme suit : 200 stères environ ont été utilisés pour des essais préliminaires en mélange avec du Hêtre, 1.000 stères ont été consommés pendant la marche de 24 h à 100 % d'Okoumé et 600 stères environ sont restés sur parc. Les bois se présentaient sous forme de rondins ou de quartiers peu noueux de 1 m à 1,40 m avec des diamètres de 15 à 30 cm. La densité du bois brut était de 0,44 et celle du bois sec de 0,37. On a compté 336 kg secs à l'air par stère blanc-blanc. Au moment des essais la siccité variait entre 81,5 et 84,3 %.

Le passage au tambour écorceur a été réalisé dans des conditions identiques à celles du Hêtre. On a remarqué une proportion assez importante de rondins mal écorcés ; un recyclage des bois comportant encore de l'écorce et un deuxième passage au tambour n'a pas donné de meilleurs résultats. Au cours de la mise en copeaux, une partie de l'écorce a été éliminée en poussière. Il n'en reste pas moins vrai que la quantité d'écorce envoyée au lessiveur a été pour l'Okoumé plus importante que dans le cas du Hêtre. Ce mauvais écorçage peut s'expliquer en partie par la faible densité de l'Okoumé qui diminue le coefficient de friction inter-rondins et par le fait que l'écorce d'Okoumé est assez lisse ce qui contribue à diminuer encore ce coefficient de friction.

La mise en copeaux s'est effectuée normalement, il n'a pas été possible de calculer avec précision le nombre de kW nécessaire à la tonne de bois par rapport à celui du Hêtre. Les copeaux étaient homogènes et leurs dimensions satisfaisantes. Il faut toutefois signaler une usure plus rapide des couteaux de la coupeuse qui ont dû être changés après 6 h de marche au lieu de 15 h comme on le fait habituellement avec le Hêtre. Cette usure peut provenir soit de l'état de siccité du bois (du bois frais conduisant vraisemblablement à de meilleurs résultats), soit de la teneur en silice de l'Okoumé, soit éventuellement du passage d'impuretés accidentelles.

Pendant la durée des essais une série de 22 cuissons a été réalisée avec 20 % d'alcali environ, avec

le schéma suivant : montée à 100° : 1 h, montée de 100° à 172° : 1 h 30, palier à 172° : 30 mn.

La vidange a été normale sauf dans deux cas où on a dû remonter en pression pour obtenir une vidange complète. On a parfois observé des encrassements des crépines de soutirage de lessive au bas des lessiveurs, une légère augmentation du rapport lessive/bois aurait peut-être été préférable dans le cas de l'Okoumé à cause de sa moindre densité par rapport au Hêtre.

Le classage a été satisfaisant et le lavage de la pâte a été efficace bien que l'on ait observé aux filtres un peu plus de mousse qu'avec le Hêtre.

Le blanchiment, effectué en cinq stades (Cl—NaOH—ClO<sub>2</sub>—NaOH—ClO<sub>2</sub>) a été conduit sans difficultés et l'on a obtenu une blancheur très élevée (93° GE) alors que la blancheur habituelle de la pâte de Hêtre se situe généralement autour de 92-91.

Il a été nécessaire de modifier un peu le réglage habituel du presse-pâte (diminution de la vitesse et de l'épaisseur de la feuille), car la pâte d'Okoumé s'essorait moins bien que la pâte de Hêtre.

La lessive noire obtenue avait une viscosité et un pouvoir calorifique analogues à ceux de la lessive de Hêtre. Aucune observation particulière n'a été faite à la caustification.

Au laboratoire, les caractéristiques de la pâte obtenue se sont avérées très intéressantes, plus élevées que celles d'une pâte de Hêtre traitée dans les mêmes conditions, ceci dans le cas d'un raffinage Jokro comme dans le cas d'un raffinage Bauer. On trouvera au graphique 1 les courbes « déchirure-traction » de différentes pâtes commerciales classiques en comparaison avec la pâte d'Okoumé qui se classe favorablement par rapport aux pâtes de feuillus. D'autre part, les papiers d'Okoumé sont moins poreux et ont moins de main que les papiers de Hêtre et les opacités sont équivalentes pour les deux bois.

Une certaine quantité de pâte a été adressée à cinq papeteries françaises. On trouvera ci-après les conclusions des rapports rédigés par ces usines.

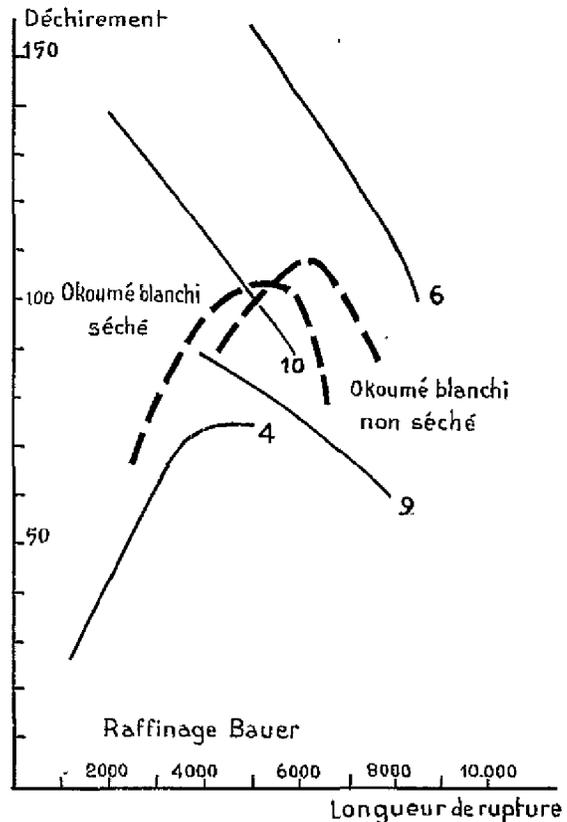
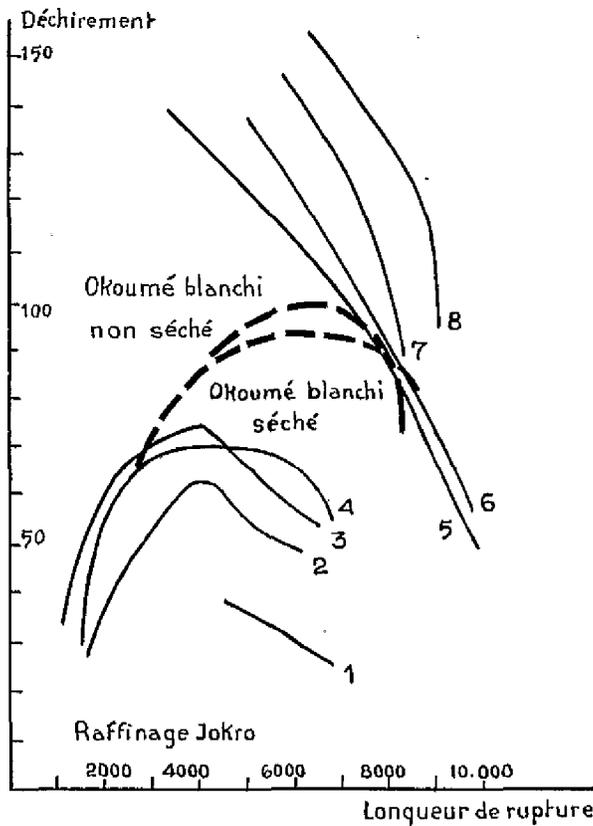
### Papeterie A :

« A priori, cette pâte nous paraît intéressante pour plusieurs motifs

- 1) grande blancheur,
- 2) bonne longueur de rupture,
- 3) indices de déchirure et d'éclatement satisfaisants. »

### Papeterie B :

« Les résultats sont encourageants : bonne blancheur, opacité intéressante. »



Graphique 1. — Comparaison de la pâte industrielle d'Okoumé avec différentes pâtes industrielles françaises et scandinaves.

1. — Paille blanche. 2. — Châtaignier kraft blanchi. 3. — Charme bisulfite blanchi. 4. — Hêtre kraft blanchi.  
5. — Bisulfite scandinave écreu. 6. — Kraft scandinave blanchi. 7. — Pins des Landes kraft écreu.  
8. — Kraft scandinave écreu. 9. — Bouleau kraft blanchi. 10. — Bisulfite scandinave blanchi.

#### Papeterie C :

« Il est certain que cette pâte est relativement solide et qu'elle a une bonne blancheur et une bonne opacité. »

#### Papeterie D :

« Cette pâte est blanche et opaque. Elle s'engraisse assez lentement mais par un raffinage prolongé elle présente une longueur de rupture élevée. »

#### Papeterie E :

« Nous avons analysé la pâte faite avec des bois d'Okoumé et constatons qu'à 7.500 tours Lampen, cette pâte a un indice Mullen de 56, alors que, dans les mêmes conditions, le Hêtre d'Aquitaine a un indice Mullen de 41.

La blancheur est à peu près identique : on a trouvé 86 à 86,5 pour les 2 pâtes.

Opacité identique : 74 à 75.

Pliage plus faible et pâte beaucoup plus maigre, 17° SR contre 28° pour le Hêtre d'Aquitaine. »

Mise à part cette dernière remarque, on voit que les opinions concordent au sujet de la pâte d'Okoumé. Ces opinions sont favorables.

Enfin, il a été procédé, sur machine industrielle, au tirage de papier machine à écrire avec des forces de 64 g et 80 g/m<sup>2</sup>. Les compositions habituelles de ces qualités ont été modifiées pour le papier à 60 g/m<sup>2</sup> par l'introduction de 40 % de pâte kraft d'Okoumé aux lieu et place de 30 % de bisulfite de résineux super et de 10 % de pâte de Bouleau et pour le papier à 80 g/m<sup>2</sup>, par l'introduction de 45 % de pâte d'Okoumé.

A la suite de ces modifications, on a pu faire les remarques suivantes :

— une économie de force motrice de 15 % a été réalisée au raffinage,

— l'essorage de la pâte était plus aisé, le peluchage aux feutres était inexistant et le séchage s'effectuait très facilement. Si l'essai avait été de plus longue durée, il eût été possible d'augmenter la vitesse de la machine,

— l'épair du papier était convenable, le filigrane bien marqué et la pureté impeccable,

— les caractéristiques de solidité étaient supérieures aux valeurs atteintes avec les compositions habituelles et, bien que le lissage soit plus prononcé, la main était la même.

On peut donc conclure à la suite de ces essais qu'il est possible d'obtenir, à partir de l'Okoumé, sur une chaîne industrielle classique, de la pâte

kraft d'excellente qualité susceptible de trouver des débouchés normaux sur le marché international des pâtes de feuillus blanchis.

## PATES AU BISULFITE

Plusieurs séries d'essais ont été effectuées avec du bisulfite, il s'agit en particulier d'essais d'obtention de pâtes chimiques et de pâtes à haut rendement. La totalité de cette étude a été réalisée au stade du laboratoire.

### Pâtes chimiques.

Deux cuissons au bisulfite de calcium ont été faites dans un lessiveur de 50 l sur un échantillonnage de bois identique à celui qui avait été utilisé pour l'étude du procédé kraft, dans les conditions suivantes :

Imprégnation préalable des copeaux dans la lessive de cuisson : 16 h.

Montée en température : 2 h de 20 à 105° + 2 h à 105° + 2 h à 115°.

Rapport SO<sub>2</sub> total/SO<sub>2</sub> combiné dans la lessive de cuisson : 3/1.

Rapport lessive/bois : 7,5 à 8.

	Cuisson 1	Cuisson 2
Concentration en SO <sub>2</sub> total dans la lessive . . . .	4,8 %	4,4 %
Palier final . . . . .	4 h à 130°	4 h à 140°

Les pâtes ont été blanchies en quatre stades (chloration, sodation et deux hypochloritations) et analysées. Les pâtes écruées et blanchies ont été mise en feuilles au Rapid Kötten et les caractéristiques mécaniques déterminées.

On se reportera aux tableaux 9 et 9' pour avoir les résultats trouvés au cours de cet essai.

### ANALYSE DES RÉSULTATS.

La cuisson au bisulfite de l'Okoumé nécessite, pour l'obtention de pâtes chimiques, une quantité de réactif un peu plus importante que certains bois feuillus métropolitains. Les pâtes écruées sont plus claires que les pâtes soude-soufre mais n'atteignent cependant pas un photovolt très élevé. Le rendement à la cuisson est satisfaisant. Le blanchi-

TABLEAU 9

*Pâtes d'Okoumé au bisulfite. Résultats de cuisson et de blanchiment*

Cuisson						Blanchiment (4 phases)							
N°	Rendement brut %	Rendement net %	Photo-volt écrud	Ind. MnO <sub>4</sub> K	D. P.	Cl cons. %	NaOH cons. %	ClONa cons. %	Cl total % au blanchiment	Photo-volt	Stabilité %	D. P.	Ind. Cu
1	57,6	55,2	31,5	52	1.790	15,5	5,1	1,6	17,1	87,5	80,5	1.190	0,8
2	48,7	47,9	42	21	1.220	5,3	0,9	1,1	6,4	91	84	1.050	0,6

TABLEAU 9'

*Pâtes d'Okoumé au bisulfite. Caractéristiques mécaniques à 40 °SR (Raffinage Bauer)*

N°	Longueur rupture	Eclatement	Déchirure	D. Plis	Porosité	Allongement %	Main
<i>Pâtes écruées</i>							
1	8.700	53	85	1.500	0,3	2,7	1,3
2	9.200	55	77	1.000	0,1	2,5	1,1
<i>Pâtes blanchies</i>							
1	8.600	57	85	1.500	0,1	3,7	1,1
2	7.000	45	72	500	0,2	3,2	1,2



ment est très facile et conduit en 4 phases (avec seulement du chlore et de l'hypochlorite) à des pâtes d'excellente blancheur. Les caractéristiques mécaniques, bien qu'inférieures à celles des pâtes kraft, sont encore favorables et permettent d'envisager leur utilisation dans de nombreuses fabrications.

### Pâtes à haut rendement.

On a procédé à deux séries d'essais au bisulfite de sodium. La première série correspondait à un traitement au bisulfite acide, avec un rapport  $SO_2$  total/ $SO_2$  combiné de 3/1 analogue à celui utilisé pour la fabrication de pâte chimique. En fait, cette première série d'essais a été réalisée avec un mélange de 2  $SO_2HNa$  et 1  $SO_3H_2$  dont le pH initial se situait autour de 2. La deuxième série se rapportait à un traitement au bisulfite vrai  $SO_3HNa$ , avec un rapport  $SO_2$  total/ $SO_2$  combiné de 2/1, le pH initial de la solution étant de l'ordre de 4,5. Quatre concentrations en  $SO_2$  total ont été rete-

nues : 5, 10, 15 et 20 % par rapport au bois. Le rapport liquide/bois étant dans tous les cas de 4,5/1, les concentrations en  $SO_2$  de la lessive de cuisson étaient respectivement au début du traitement de 1,1 %, 2,2 %, 3,3 % et 4,4 %. Les cuissons ont été effectuées en obus de 2 l chauffés à l'air chaud selon le schéma suivant : 1 h à 95° + 1 h à 110° + 2 h à 120° + 2 h à 130° + 1 h ou 3 h à 140°, soit une durée totale de cuisson de 7 ou 9 h. En fin de cuisson, les copeaux ont été sommairement fractionnés dans un pulpeur de laboratoire puis défibrés au Sprout-Waldron. Les pâtes ont été raffinées dans un Bauer à disques de laboratoire, mises en feuilles de 60 g/m<sup>2</sup> à la formette Rapid-Kotten puis analysées selon les normes habituelles. Des éprouvettes de 112 g/m<sup>2</sup> ont été également tirées pour tester la résistance à la compression de la cannelure (test Concora). Parallèlement, on a effectué des tests d'éclaircissement des pâtes écruées avec de l'hypochlorite de sodium et de l'eau oxygénée.

TABLEAU 10

Pâtes d'Okoumé à haut rendement au bisulfite acide

$SO_2$ total %	5			10			15			20			5			10			15			20								
Palier à 140°	1 h			1 h			1 h			1 h			3 h			3 h			3 h			3 h								
<i>Résultats de cuisson</i>																														
Rendement total %	70,6			69,3			67,4			70,4			67,9			65,0			54,0			56,0								
Indice Kappa .....	132			144			112			110			146			132			72			75								
Pentosanes % dans la pâte .....	3,2			4,1			5,3			5,2			2,0			3,4			3,7			4,2								
Lignine dans la pâte % .....	29,3			—			19,1			18,9			29,2			20,3			11,2			9,6								
Photovolt écru .....	22,5			29,5			33			36			19,5			22,5			36			40								
D. P. ....	1.190			1.640			1.660			1.670			1.060			1.300			1.490			1.530								
<i>Caractéristiques des pâtes (40 °SR)</i>																														
Longueur de rupture	5.100			7.600			9.600			8.700			6.000			9.500			11.500			10.800								
Eclatement .....	26			48			51			61			35			38			70			75								
Déchirure .....	57			59			56			53			62			60			65			65								
Allongement % .....	2,8			3,3			4,0			4,0			3,6			4,3			4,2			3,7								
D. Phis .....	9			200			400			200			50			180			300			1.100								
Main .....	1,65			1,25			1,15			1,15			1,50			1,20			1,05			1,10								
Porosité .....	4			0,4			0,1			0,1			0,9			0,3			0,1			0,1								
Concora .....	16			15,5			18			19			14			15,5			17			16,5								
<i>Eclaircissements à ClONa</i>																														
Cl int. % .....	6	12	24	6	12	24	6	12	24	6	12	24	6	12	24	6	12	24	6	12	24	6	12	24	6	12	24			
Cl cons. % .....	6	12	24	6	12	24	6	12	24	6	12	24	6	12	24	6	12	24	6	12	24	6	12	24	6	12	24	6	12	24
Durée .....	5'	10'	30'	5'	16'	45'	19'	45'	3 h 40'	30'	1 h 10'	6 h 11'	17'	30'	7'	16'	30'	16'	3 h 45'	6 h 45'	6 h	45'	6 h	6 h	6 h	6 h	6 h	6 h	6 h	6 h
Photovolt .....	17,5	20	28	23,5	28	41,5	26	35	51	30	37,5	58	43	14	16	17,5	18	24,5	34,5	54	75,5	44	67,5	78,5	67,5	78,5	78,5	67,5	78,5	78,5
<i>Eclaircissements à H<sub>2</sub>O<sub>2</sub></i>																														
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> introduit % ..	2	5	10	2	5	10	2	5	10	2	5	10	2	5	10	2	5	10	2	5	10	2	5	10	2	5	10	2	5	10
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> cons. % .....	1,8	3,2	4,9	1,6	3,2	4,1	1,6	2,8	6,1	1,6	2,9	6,2	1,6	3,8	6,2	1,5	2,9	6,5	1,5	3,2	6,5	1,5	3,2	6,5	1,5	3,1	5,9	1,5	3,1	5,9
Durée .....	3 h	3 h	3 h	3 h	3 h	3 h	3 h	3 h	3 h	3 h	3 h	3 h	3 h	3 h	3 h	3 h	3 h	3 h	3 h	3 h	3 h	3 h	3 h	3 h	3 h	3 h	3 h	3 h	3 h	3 h
Photovolt .....	29	33	37	35,5	40,5	45	37	42	47,5	41	45	52	19,5	20	29,5	25	27,5	29,5	42	49	55,5	47	56	60	56	60	60	56	60	60

Les résultats complets de cette étude sont donnés au tableau 10 dans le cas du bisulfite acide et du tableau 10' dans le cas du bisulfite vrai.

ANALYSE DES RÉSULTATS.

On peut noter que les deux types de lessives (bisulfite acide et bisulfite vrai) imprègnent convenablement le bois, mais réagissent différemment sur l'Okoumé.

La cuisson au bisulfite acide offre une grande souplesse en ce qui concerne le rendement en pâte qui varie entre 70 % et 55 %, la gamme des pâtes obtenues s'étage donc entre les pâtes à haut rendement et les pâtes chimiques.

Avec un traitement au bisulfite vrai, les pâtes obtenues sont toutes du type pâtes à très haut rendement (77 à 90 %). Il conviendrait probablement, d'augmenter la température de cuisson pour aboutir à des pâtes moins dures. Des essais ultérieurs ont effectivement conduit à des résultats intéressants.

La quantité de SO<sub>2</sub> ajoutée joue un rôle important dans le cas des cuissons acides ; lorsque cette quantité est de l'ordre de 5 %, et même de 10 %, le manque de tampon alcalin ne permet pas la neutralisation des acides formés à partir du bois. La présence de ces acides se traduit par une dégradation des pentosanes et même de la cellulose. La teneur en pentosanes de la pâte ainsi que la longueur des chaînes de cellulose augmentent, en effet, avec la quantité de réactif introduite à la cuisson.

Dans le cas des cuissons au bisulfite vrai, la variation du taux de pentosanes est moins sensible et d'autre part, la dégradation de la cellulose ne dépend plus que de la quantité de réactif introduite puisqu'il n'y a pas d'excès d'acidité.

Les caractéristiques des papiers sont satisfaisantes pour cette sorte de pâte. Il est difficile de comparer avec précision les deux types de traitements puisque l'on n'a pas obtenu de pâte ayant, dans les deux cas, des rendements et des duretés

TABEAU 10'

Pâtes d'Okoumé à haut rendement au bisulfite vrai

SO <sub>2</sub> total %	5			10			15			20			5			10			15			20		
Palier à 140°	1 h			1 h			1 h			1 h			3 h			3 h			3 h			3 h		
<i>Résultats de cuisson</i>																								
Rendement total %	84,3			88,7			89,1			89,9			77,4			81,6			83,6			85,4		
I. Kappa	—			—			137			135			—			—			137			129		
Pentosanes % dans la pâte	12,5			13,8			13,8			14,6			8,6			12,1			12,2			12,8		
Lignine % dans la pâte	24,6			24,5			24,4			24,3			25,6			23,1			23,1			22,7		
Photovolt écriu	36,5			43,5			46			47			31,5			40,5			42,5			45		
D. P.	1.600			1.420			1.310			1.200			1.600			1.530			1.360			1.320		
<i>Caractéristiques des pâtes (40 °SR)</i>																								
Longueur de rupture	4.600			4.200			4.000			3.900			6.900			7.900			8.400			7.900		
Eclatement	23			22			19			17			40			46			46			46		
Déchirure	51			44			46			40			64			59			53			56		
Allongement %	3,3			2,8			2,7			2,5			3,6			3,9			3,6			3,6		
D. Plis	5			4			3			2			110			90			80			50		
Main	1,75			1,95			2,1			2,05			1,35			1,35			1,35			1,40		
Porosité	6			7			8			6			1			1			1			1		
Concra	17			17			18,5			18			18			20			20			21		
<i>Eclaircissements à ClONa</i>																								
Cl int. %	6	12	24	6	12	24	6	12	24	6	12	24	6	12	24	6	12	24	6	12	24	6	12	24
Cl cons. %	6	12	24	6	12	24	6	12	23	6	12	23,2	6	12	24	6	12	24	6	12	24	6	12	23,4
Durée	5'	40'	3 h 45'	9'	1 h 45'	5 h 30'	13'	2 h	6 h	12'	2 h 15'	6 h	8'	30'	2 h 30'	11'	1 h 15'	5 h 15'	12'	1 h 45'	6 h	12'	2 h 15'	6 h
Photovolt	29	36,5	49	36,5	47	56,5	39	50	58	41,5	53,5	60	23,5	28,5	40	32	42,5	49	33,5	48	51	38	52	55
<i>Eclaircissements à H<sub>2</sub>O<sub>2</sub></i>																								
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> int. %	2	5	10	2	5	10	2	5	10	2	5	10	2	5	10	2	5	10	2	5	10	2	5	10
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> cons. %	1,7	3,3	4,55	1,55	3,1	4,3	1,65	3	4,2	1,6	3,1	5,6	1,6	3	4,9	1,55	3,1	4,7	1,4	2,8	3,75	1,45	2,95	4,6
Durée	3 h	3 h	3 h	3 h	3 h	3 h	3 h	3 h	3 h	3 h	3 h	3 h	3 h	3 h	3 h	3 h	3 h	3 h	3 h	3 h	3 h	3 h	3 h	3 h
Photovolt	42,5	50	51	50	58	65,5	53	60	66,5	56	63,5	69,5	36,5	42	47,5	48	53,5	59,5	51	58	62,5	54	61	66,5

analogues. On peut cependant noter que les pâtes au bisulfite vrai préparées par cuissons de 1 h sont de moins bonne qualité du point de vue caractéristiques classiques telles que la longueur de rupture, l'éclatement et la déchirure tout en restant malgré tout intéressantes pour des pâtes à très haut rendement.

Les chiffres enregistrés pour le test « Concora » ne sont pas très élevés dans l'ensemble, ce sont les cuissons au bisulfite vrai qui donnent les valeurs les plus favorables.

Enfin, il faut noter que la teinte des pâtes écruées

est un peu plus claire que celle des pâtes alcalines, en particulier dans le cas du bisulfite acide, et que cette teinte peut être améliorée de 10 à 20 points de photovolt pour un traitement simple de blanchiment. On peut recommander de préférence le peroxyde pour les pâtes à très haut rendement donc pour les pâtes au bisulfite vrai et l'hypochlorite pour les pâtes mi-chimiques de rendement moyen donc pour les pâtes au bisulfite acide.

L'emploi de liqueurs bisulfiteuses pour l'obtention de pâte mi-chimique ou à haut rendement est donc possible dans le cas de bois d'Okoumé.

## PATES A DISSOUDRE

Les mots pâte à dissoudre ou encore pâte à usage chimique qualifient une pâte cellulosique blanche très pure ne contenant pratiquement que de la cellulose dans laquelle on a donc éliminé non seulement la lignine et les matières colorantes mais aussi les pentosanes, les matières extractibles aux solvants (telles que cires, graisses, résines...), les cendres et en particulier la silice. Ces pâtes sont

utilisées dans l'industrie textile, photographique, pour les pneumatiques ou les poudres, après avoir été transformées par un traitement ultérieur en viscosse, acétate de cellulose, nitrocellulose etc... La fabrication de ces pâtes, bien que plus difficile que celle des pâtes à papier, fait appel à des techniques analogues; c'est pourquoi quelques essais dans ce sens ont été effectués.

## ESSAIS DE LABORATOIRE

Pour la préparation des pâtes à usage chimique, on utilise habituellement deux techniques de cuisson: la cuisson au bisulfite acide et la cuisson kraft avec préhydrolyse. Dans les deux cas ( $\text{SO}_2$  ou étuvage acide), les pentosanes du bois qui correspondent aux sucres les plus fragiles, sont dégradés et transformés en produits simples qui s'éliminent facilement à la cuisson. Le traitement acide doit être suffisant pour attaquer les sucres en  $\text{C}_5$ , mais pas trop brutal pour éviter la dégradation de la cellulose et la baisse du rendement.

### Pâtes kraft préhydrolysées.

Une étude de la préhydrolyse a été réalisée au laboratoire sur un échantillonnage d'Okoumé du Gabon dans le lessiveur à tubes de la division. Les températures d'étuvage retenues se situaient dans la fourchette 150°-190° car, d'une part, pour des températures inférieures à 150° la formation d'acides organiques est trop limitée pour des durées normales de traitement et, d'autre part, pour des températures supérieures à 190°, on se heurte à des difficultés inverses: nécessité de phases très courtes donc difficilement contrôlables, possibilités de carbonisation à cause de la trop grande acidité des jus. Quatre températures ont été retenues: 155°, 165°, 175° et 185° et pour chaque température, plusieurs durées de palier ont été

effectuées allant de 1/4 h à 4 h. Après traitement, on a recueilli les jus d'étuvage et déterminé l'acidité et l'extrait sec. Les bois étuvés ont été ensuite cuits dans des conditions identiques par le procédé kraft: NaOH: 20 %, S: 2 %, palier T: 160° pendant 2 h. Les pâtes résultantes ont été enfin blanchies par la même quantité de chlorite à température ambiante pendant 18 h. Les pâtes écruées et blanchies ont été analysées et les résultats sont donnés au tableau 11.

### ANALYSE DES RÉSULTATS.

Pour une même température de palier, la préhydrolyse est d'autant plus efficace que la durée est plus longue, ce qui est logique. Ainsi l'acidité des jus et la solubilisation des pentosanes augmentent avec le temps, alors que diminuent le rendement en pâte, la quantité de soude restant dans les lessives de cuisson, le degré de polymérisation de la cellulose et le photovolt de la pâte écruée. Il faut cependant noter que sur ce dernier point, les différences sont faibles et qu'après blanchiment, les pâtes étuvées pendant une longue durée sont aussi blanches, sinon plus, que les pâtes étuvées à la même température pendant des temps plus courts. On remarque aussi que la stabilité des pâtes blanchies augmente avec la durée de la préhydrolyse, ce qui est normal, car une élimination des pentosanes entraîne généralement une amélioration de la

TABLEAU 11

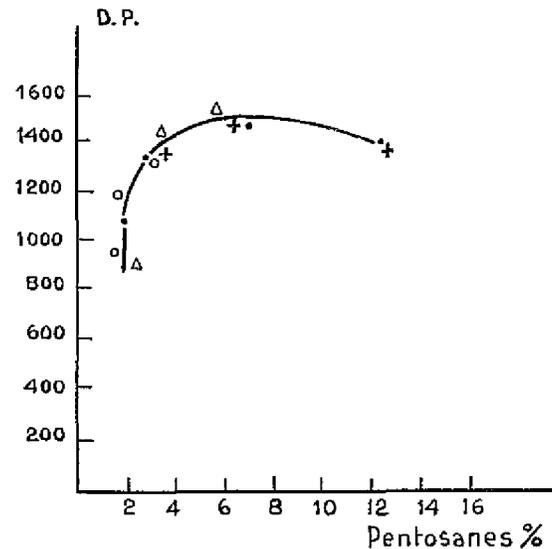
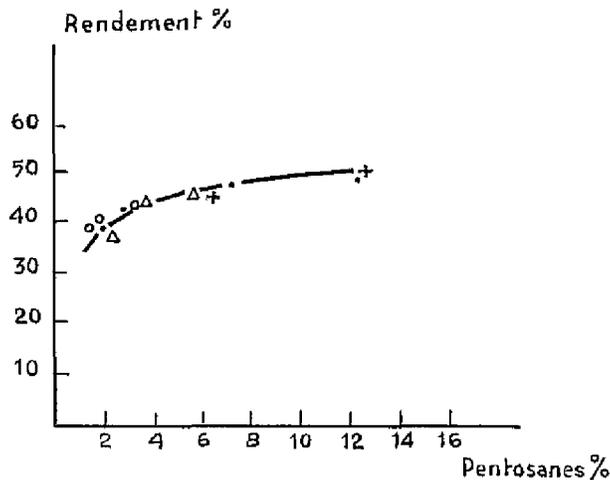
Pâtes Kraft préhydrolysées d'Okoumé pour usages chimiques

T°	Préhydrolyse					Pâtes écrues					Pâtes blanchies				
	Durée du palier	Durée totale étuvage	pH des jus	Acidité formée (CH <sub>2</sub> COOH g/l)	Extrait sec (g/l)	NaOH rest. g/l	Rendement % pâte écrue	Photo-volt écrue	Ind. MnO <sub>4</sub> K	Extrait alcool-benzène %	Photo-volt blanchi	Stabilité %	D. P.	Pentosanes %	Résines %
155°	1 h	2 h 20	4,7	1,1	5,7	3	49,7	25	21,5	0,45	72	83,5	1.475	12,5	0,15
	2 h	3 h 20	3,5	2,9	13,1	1,4	45,9	23,5	22,6	0,60	72	85,5	1.470	6,3	0,20
	4 h	5 h 20	3	7,2	35,5	1,6	42,3	23	22,6	0,55	73	87	1.355	3,5	0,20
165°	1/2 h	2 h 10	4	1,1	5,5	3,4	48,9	27	21,6	0,45	72	83,5	1.380	12,4	0,20
	1 h	2 h 40	3,5	1,8	13,2	1,6	47,3	25	20,8	0,55	72	84,5	1.450	7	0,25
	2 h	3 h 40	3	6,5	33,3	1,2	43,1	24	20,4	0,55	73,5	88,5	1.325	2,8	0,25
	4 h	5 h 40	2,7	12	—	0,8	38,9	21,5	19,6	0,65	74	88,5	1.090	1,9	0,20
175°	1/4 h	2 h 15	3,5	2,5	15,5	1,8	45,8	24	20,6	0,60	74	85,5	1.500	5,6	0,25
	1/2 h	2 h 30	3	3,4	26	1,6	43,9	23	19,8	0,55	74	86,5	1.400	3,5	0,15
	2 h	4 h	2,5	12,7	—	1,3	36,9	22	20,2	0,60	74	89	800	2,3	0,10
185°	1/4 h	2 h 15	3,2	3,7	19,6	3	43,5	27,5	21,5	0,65	74	86,5	1.320	3,2	0,25
	1/2 h	2 h 30	3	6,4	26,7	2,8	41,6	25,5	—	0,65	75,5	87,5	1.180	1,6	0,25
	1 h	3 h	2,5	12	—	—	39,3	25,5	20,7	0,70	75,5	88,5	975	1,4	0,25
Pâte de référence : Okoumé Kraft sans préhydrolyse						5,6	54,2	25,5	28,3	0,60	70,5	80,5	1.510	13,9	0,15

stabilité. Enfin, les pourcentages d'extraits à l'alcool-benzène ou à l'éther varient assez peu dans l'ensemble pour une température donnée.

D'autre part, si l'on compare les différentes températures d'étuvage, on voit nettement que les préhydrolyses conduites à températures élevées sont effectivement les plus efficaces. (Il faut en moyenne 2 fois à 2 fois et demie plus de temps à 155° pour obtenir le même résultat qu'à 185°.) Mais elles sont aussi les plus difficilement contrôlables industriel-

lement. Pour choisir avec précision les conditions de préhydrolyse les plus intéressantes pour l'Okoumé, on a tracé sur les graphiques 2 les variations du rendement en pâte et du degré de polymérisation en fonction du taux de pentosanes restant dans les pâtes. On a remarqué alors que, quelles que soient les températures d'étuvage retenues, les points se situaient tous sur une même courbe. Si l'on sou-



- + 155°
- 165°
- Δ 175°
- o 185°

Graphique 2. — Pâte d'Okoumé pour usages chimiques. Etude de la préhydrolyse à l'eau.

haite par exemple avoir une teneur en pentosanes de 3 %, on peut donc choisir entre une préhydrolyse de 15 mn à 185°, de 3/4 h à 1 h à 175° ou de 2 h à 165°. Le degré de polymérisation de la pâte écrue sera alors de l'ordre de 1.300 ce qui est très suffisant. Une cuisson kraft et blanchiment poussé jusqu'à un photovolt élevé, devraient ensuite permettre d'aboutir à une pâte à dissoudre utilisable pour de nombreuses fabrications.

#### Pâtes au bisulfite.

Deux cuissons au bisulfite acide ont été réalisées en parallèle sur le même échantillonnage d'Okoumé dans les conditions suivantes :

	% SO <sub>2</sub> dans la liqueur	Dilution liqueur/bois	Température palier final	Durée totale de cuisson
Cuisson 1	5 %	7	145-150°	8 h
Cuisson 2	4,5 %	8	145-150°	9 h

Les résultats obtenus sont indiqués dans le tableau 12 en comparaison de ceux enregistrés sur une pâte kraft préhydrolysée 1 h à 175° cuite avec 20 % de NaOH et 2 % de soufre pendant 2 h à 160°.

#### ANALYSE DES RÉSULTATS.

La pâte 1 au bisulfite se situe assez favorablement en regard de la pâte étuvée. Cette pâte a un taux de pentosanes acceptable avec un rendement un peu supérieur à celui de la pâte kraft préhydrolysée. De plus, sa teinte est claire et elle s'avère surtout facilement blanchissable. Elle a cependant un D. P. plus faible et une teneur en résines un peu plus élevée que la pâte kraft préhydrolysée ce qui pourrait entraîner son classement en pâte textile plutôt qu'en pâte de haute tenacité.

La pâte 2 au bisulfite s'avère, elle, nettement plus dégradée que la précédente bien que plus dure. Elle semble donc moins intéressante que la pâte 1.

Il est toutefois important de signaler que l'on a remarqué dans les pâtes au bisulfite, la présence de nombreux points noirs. Ces points noirs ne sont plus apparents après blanchiment mais, dans le cas où ils ne seraient pas éliminés complètement et subsisteraient à l'état blanchi dans la pâte, ils pourraient avoir une influence néfaste sur la filtrabilité des collodions de viscose ou d'acétate. Une épuration mécanique de ce type de pâte semble donc nécessaire.

#### Emploi d'agents tensio-actifs au cours du blanchiment des pâtes à usage chimique.

Cette étude a été réalisée dans le but d'éliminer une partie des résines, cires, graisses, etc..., produits extractibles à l'alcool-éther, qui peuvent présenter un inconvénient en ce qui concerne la

limpidité des collodions et leur filtrabilité. Les essais antérieurs ont montré, en effet, que les teneurs en résines des pâtes blanchies d'Okoumé se situaient selon la technique de préparation entre 0,40 % et 0,15 %, taux qui apparaissent prohibitifs pour une très bonne pâte à dissoudre. On a retenu un produit tensio-actif liquide non ionique car c'est parmi les mouillants de ce type que l'on rencontre les produits les plus stables aux acides, aux alcalis, aux réducteurs et aux oxydants.

La pâte utilisée pour ces essais était une pâte kraft préhydrolysée (ayant en écu un indice de MnO<sub>4</sub>K de 16 et un D. P. de 1010) blanchie en quatre stades : chloration, sodation et deux phases d'hypochlorite. Sur cette pâte, trois traitements ont été effectués en présence d'une quantité constante de mouillant : une sodation à chaud, une phase au bioxyde de chlore et une phase au peroxyde. Enfin, on a fait agir des quantités croissantes d'agent tensio-actif au cours des traitements ayant donné les meilleurs résultats de façon à déterminer les quantités minimales de produits à ajouter. Les résultats obtenus sont consignés dans les tableaux 13 et 13'.

#### ANALYSE DES RÉSULTATS.

L'addition de tensio-actif de type non ionique a amélioré sensiblement la teneur en résines des pâtes, puisque dans la plupart des cas, les taux d'extraits à l'alcool-éther sont devenus inférieurs à 0,1 %. Il apparaît que l'addition de mouillant doit se situer de préférence au cours des phases finales de blanchiment effectuées en milieu alcalin et à chaud (peroxyde ou extraction à la soude). Au point de vue quantité de produit à ajouter, on a pu remarquer qu'il n'est pas nécessaire d'introduire des pourcentages élevés. L'amélioration de la teneur en extrait est déjà très sensible pour une concentration de 1 g/l de mouillant et avec une concentration 2 g/l, on doit obtenir une solubilisation proche du maximum.

#### Conclusion des essais de laboratoire.

L'Okoumé peut donc être traité par deux méthodes pour l'obtention de pâte à usage chimique : le procédé kraft avec préhydrolyse à l'eau ou le procédé au bisulfite. Dans le premier cas, les pâtes obtenues seront plus résistantes et pourraient être éventuellement employées pour la fabrication de rayonne haute tenacité pour pneumatique. Dans le second cas, les pâtes seront plus facilement blanchissables mais légèrement plus dégradées. Elles pourraient, le cas échéant, servir pour la fabrication de fibres textiles ou de cellophane. Les taux de résines des pâtes blanchies, un peu trop élevés pour ce type de pâte, peuvent être sensiblement abaissés par l'addition d'agent tensio-actif au cours d'une phase finale du blanchiment en milieu alcalin et à chaud.

**TABLEAU 12**  
*Pâtes d'Okoumé au bisulfite pour usages chimiques*

Caractéristiques de cuisson	Pâte écrue				Pâte blanchie				
	Rendement % (pâte écrue)	Photovolt écrud	Ind. MnO <sub>4</sub> K	Extrait alc. benz. %	Photovolt blanchi	Stabilité %	D. P.	Pentosanes %	Résines %
Bisulfite 1 .....	45	57,5	7,4	0,55	85	87	1.000	2,8	0,3
Bisulfite 2 .....	—	47,5	18,2	0,55	84,5	87,5	600	1,6	0,25
Kraft préhydrolysé ....	42	23,5	19,5	0,55	74	87,5	1.280	2,7	0,15

**TABLEAU 13**  
*Addition d'agent tensio-actif au cours du blanchiment d'une pâte d'Okoumé Kraft préhydrolysée*

Traitement effectué	5 <sup>e</sup> phase		Analyse de la pâte			
	Réactif % consommé	Quantité de mouillant	Photovolt	Stabilité %	D. P.	Résines %
Cl + NaOH + 2 ClONa .....	—	—	83	92	690	0,34
Cl + NaOH + 2 ClONa + NaOH..	0,2	4 g/l	84	94,5	645	0,05
Cl + NaOH + 2 ClONa + ClO <sub>2</sub> ...	0,25	4 g/l	87	94	690	0,10
Cl + NaOH + 2 ClONa + O <sub>2</sub> Na <sub>2</sub> .	0,2	4 g/l	87	94	660	0,07

**TABLEAU 13'**  
*Addition de quantités croissantes d'agent tensio-actif au cours d'une sodation et d'une phase au peroxyde*

Traitement effectué	Quantité de mouillant	Photovolt	Stabilité %	Résines %
Cl + NaOH + 2 ClONa	0	85,5	94	0,44
— + sodation avec mouillant et rinçage au Cl	1 g/l	90,5	96,5	0,15
— + —	4 g/l	90,5	96,5	0,08
— + —	10 g/l	90,5	96,5	0,08
Cl + NaOH + 2 ClONa	0	84	93,5	0,34
— + O <sub>2</sub> Na <sub>2</sub> avec mouillant	1 g/l	89	94,5	0,09
— + —	4 g/l	90	94,5	0,04
— + —	10 g/l	90	94,5	0,03

### FABRICATION DE PÂTE POUR ESSAI DE TRANSFORMATION EN RAYONNE

Pour vérifier si une pâte d'Okoumé traitée par l'une des techniques ci-dessus pouvait effectivement être transformée en rayonne, on a décidé de confier à un laboratoire spécialisé quelques kilos de pâte pour essais de transformation en viscose et en fils. Il faut noter tout d'abord que la fabrication de ce type de pâte en quantité importante n'était pas facile à réaliser au C. T. F. T., la division de cellulose n'étant pas très bien équipée à cette époque pour cette tâche, en particulier du point de vue traitement à température élevée, alimentation en eau adoucie et mise en feuilles de plusieurs centaines de grammes au m<sup>2</sup>.

Deux pâtes ont été préparées dans les conditions suivantes :

pâte 1 : étuvage : 10 mn à 190°, cuisson : 2 h à 165° avec 17 % de NaOH et 2,5 % de S.

pâte 2 : étuvage : 10 mn à 190°, cuisson : 2 h à 165° avec 19 % de NaOH et 2,5 % de S.

La pâte 1 avait un indice de MnO<sub>4</sub>K de 19,5 et la pâte 2 un indice de 11,5.

Les deux pâtes ont été blanchies par chlorosodation, hypochloritaton et traitement au bioxyde de chlore. Les photovolts atteints étaient de 87 pour la cuisson 1 et 88 pour la cuisson 2. En fin de blanchiment, on a effectué sur les deux pâtes une phase acide à ClH à pH 1, à température ambiante, pour éliminer les cations fixés sur la cellulose (et en

particulier le calcium provenant de l'eau dure utilisée pour la cuisson et le blanchiment) puis rincé les pâtes à l'eau distillée. Un traitement aux agents tensio-actifs n'a pas pu être effectué sur ces pâtes. Les pâtes ont été mises en feuilles à la formette et l'on a utilisé le plus souvent possible de l'eau distillée pour cette manipulation. Les feuilles de la pâte n° 2 ont été pressées avant le séchage.

Les caractéristiques chimiques des pâtes ont été déterminées, elles sont données dans le tableau 14 en comparaison de celles d'une pâte industrielle témoin.

On voit qu'à l'exception de la teneur en résines, les pâtes d'Okoumé se situent favorablement par rapport à la pâte de référence.

Les deux pâtes d'Okoumé ont été transformées en viscosé pour l'obtention de fils haute tenacité.

On a pu faire les remarques suivantes au cours de ces essais :

*Trempage dans la soude, alcali-cellulose :* On a tout d'abord rencontré des difficultés au moment du trempage des pâtes dans la soude pour la transformation en alcali-cellulose. Dans le cas de la pâte 1, non pressée, la tenue au trempage était pratiquement nulle. Le pressage des feuilles, effectué sur la pâte 2, a nettement amélioré ce point mais il a rendu le déchiquetage de l'alcali-cellulose très long et très difficile. Ces difficultés ne dépendent pas de la nature de la fibre d'Okoumé mais bien d'une mise en feuilles défectueuse du fait de l'absence, à la division, d'un matériel approprié. De tels ennuis n'auraient pas été rencontrés sur des pâtes tirées sur un presse-pâte industriel. Il fallait malgré tout, signaler ce fait qui a pu influencer sur la poursuite des opérations, sur la qualité des rayones obtenues et sur les conclusions que l'on peut tirer des essais.

*Limpidité et filtrabilité de la viscosé :* La viscosé obtenue avec un taux de sulfuration de 40 % était très peu limpide dans le cas de la pâte 1, et d'une limpidité moyenne dans le cas de la pâte 2. Le coefficient de filtration était pour les deux pâtes de l'ordre de 65-70 % alors que celui d'une bonne pâte à dissoudre se rapprocherait plutôt de 90 %. Ceci est dû vraisemblablement à un taux de résines trop élevé (surtout pour la pâte 1). L'emploi d'agents tensio-actifs aurait sans doute amélioré les résultats.

*Caractéristiques des fils :* Les essais de filature ont été réalisés uniquement sur la pâte n° 2. La viscosé d'Okoumé 2 a été filée en fils de 400 deniers, 200 brins et les caractéristiques mécaniques de ces fils se sont avérées comparables à celles que l'on obtient généralement avec des pâtes scandinaves comme le montre le tableau 14'.

On peut conclure de ces essais que l'Okoumé paraît susceptible de fournir, après un traitement approprié, une pâte transformable en fil de rayonne de haute tenacité ayant des caractéristiques comparables à celles obtenues à partir des pâtes scandinaves. Cependant du fait des difficultés signalées précédemment, il n'est pas possible de conclure en ce qui concerne la filtrabilité des pâtes d'Okoumé. Un essai de fabrication de pâte avec un matériel mieux adapté et l'emploi d'agents tensio-actifs seraient sans doute à même d'éclaircir ce point particulier.

L'utilisation d'Okoumé comme base de préparation de pâtes pour usages chimiques semble théoriquement envisageable mais des essais complémentaires sont nécessaires avant de pouvoir tirer des conclusions définitives à ce sujet.

TABLEAU 14  
Caractéristiques de deux pâtes d'Okoumé pour usage chimique

Pâte	$\alpha$ Cellulose %	$\beta$ Cellulose %	Pento- sanes %	Perte à la soude %	Résines %	Cendres totales	SiO <sub>2</sub> %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	CaO %	D. P.
Industrielle Témoin .....	94	3,5	3	5,5	0,07	0,07	—	—	—	630
Okoumé 1 ..	96,2	1,75	2,2	3,6	0,40	0,15	—	—	—	865
Okoumé 2 ..	94,8	2,6	2,3	4,4	0,25	0,09	0,012	0,008	0,044	890

TABLEAU 14'  
Caractéristiques mécaniques de fils de rayonne d'Okoumé

Pâte	Titre du fil (d)	Sérimétrie (Conditionné)		Sérimétrie (Mouillé)		Coefficient mécanique
		RKM	ALL	RKM	ALL	
Témoin scandinave (moyennes de nom- breux essais) .....	420	27	20	16,9	26,5	87
Okoumé 2 (moyennes de 3 essais) .....	404	27,5	18,8	17,1	23,4	82,7