

Galettes de pâte introduites dans un séchoir à air chaud.

Photo Petroff.

EFFET DU SÉCHAGE SUR LES CARACTÉRISTIQUES PAPETIÈRES DES FIBRES CELLULOSIQUES

par G. PETROFF et M. TISSOT

Division de Cellulose et Chimie du Centre Technique Forestier Tropical

SUMMARY

THE EFFECT OF DRYING ON THE PAPERMAKING CHARACTERISTICS OF CELLULOSE FIBRES

A study has been made of the variation of papermaking characteristics resulting from the drying of kraft pulps produced from the following species :

Tropical hardwoods :

*Parasolier (Musanga cecropioides).
Okoumé (Okoumea klaineana).
Eucalyptus tereticornis 12ABL.
Strombosia pustulata.*

European hardwoods :

*Poplar (Populus sp).
Birch (Betulus sp).
Beech (Fagus sp).*

In all cases, drying modifies the papermaking characteristics as follows : reduction of breaking length, bursting strength and folding strength ; and increase of tearing strength, bulk, porosity and opacity.

Parallel with this there is a slight morphological change in the fibres, which tend to shrink irreversibly and become rigid.

Differences relating to papermaking characteristics are more marked when the pulps are beaten in a Bauer machine instead of a Jokro machine. The differences are also more marked between unbleached pulps and bleached pulps. Pulps composed of flexible and

thin-walled fibres seem to be more sensitive to the effect of drying. This is the case notably for Okoumé and Parasolier pulps, in respect of which one observes proportionally greater modifications than in the case of birch and poplar pulps. On the other hand, pulps such as beech and Strombosia, with thick-walled fibres, are relatively more stable.

Tropical pulps being very diversified, some of them may undergo more marked modifications than temperate zone hardwood pulps, whose characteristics are by comparison more closely grouped.

RESUMEN

EFFECTO DEL SECADO RESPECTO A LAS CARACTERISTICAS PAPELERAS DE LAS FIBRAS CELULOSICAS

Se ha procedido al estudio de la variación de las características papeleras acarreadas por el secado de pastas kraft obtenidas por medio de las siguientes especies :

Especies frondosas tropicales :

Parasol (Musanga cecropioides)
Okume (Okoumea klaineana)
Eucalyptus tereticornis 12 ABL
Strombosia pustulata

Especies frondosas europeas :

Alamo (Populus sp)
Abedul (Betulus sp)
Haya (Fagus sp)

En todos los casos, el secado modifica de la forma siguiente las características papeleras : disminución de la longitud de ruptura, de la resistencia al estallido y resistencia al plegado. Aumento de la resistencia al desgarramiento, aumento del espesor, de la porosidad y de la opacidad.

Paralelamente, se observa una ligera modificación morfológica de las fibras, las cuales tienen tendencia a la retracción de forma irreversible y asimismo a la rigidificación.

Las diferencias referentes a las características papeleras son más importantes cuando las pastas se refinan en el Bauer en lugar del Jokro. Las diferencias son también más señaladas cuando se pasa de las pastas crudas a las pastas blanqueadas. Las pastas compuestas por fibras flexibles de paredes sumamente finas parecen más sensibles a la acción del secado. Así ocurre, fundamentalmente, con las pastas de Parasol y de Okume, para las cuales se registran modificaciones proporcionalmente más importantes que en el caso de las pastas de Abedul y de Alamo. Por el contrario, las pastas como las de Haya o de Strombosia cuyas fibras presentan paredes espesas, son relativamente más estables.

Dado que las pastas tropicales acusan una gran diversidad, algunas de las mismas pueden sufrir modificaciones más importantes que las pastas de frondosas de zona templada cuyas características son comparativamente más agrupadas.

Les fabriques de cellulose commercialisent généralement leurs productions sous forme de pâtes séchées à 90 % de siccité. L'opération finale qui consiste à faire passer les fibres cellulosiques de l'état humide à l'état sec, modifie de façon irréversible leurs propriétés. Cela se traduit, pour les papiers, par l'apparition de caractéristiques légèrement différentes de celles que l'on obtiendrait en utilisant des fibres non séchées.

Les laboratoires qui étudient les propriétés papetières de nouvelles matières premières ligneuses ne doivent pas omettre d'aborder ce point car c'est le plus souvent la qualité de la pâte séchée qui intéresse les usagers et non celle de la pâte initiale humide qui n'est prise en compte que plus rarement, lorsque les productions cellulose-papier sont intégrées dans une même usine.

On connaît approximativement les variations qui interviennent au cours du séchage des pâtes obtenues à partir de matières premières classiques telles que les bois tempérés ou certains Eucalyptus.

Encore faut-il noter que l'ampleur des variations observées semble dépendre des conditions de séchage dans des proportions qui n'ont pas encore été bien définies.

On ne connaissait pas jusqu'à présent l'importance des modifications qui peuvent apparaître dans le cas des bois tropicaux. Les premiers essais effectués au Centre Technique Forestier Tropical semblent indiquer que les résultats sont assez variables et dépendent de la nature des espèces. Les bois légers seraient susceptibles d'entraîner les plus grandes modifications. Au contraire, pour les bois denses, les résultats varieraient peu.

DOCUMENTATION

De nombreux auteurs ont déjà étudié les pertes de caractéristiques occasionnées par le séchage des pâtes à papier. Qualitativement, les informations sont concordantes pour certaines caractéristiques comme la longueur de rupture ou l'éclatement. Pour la déchirure, les informations varient selon les auteurs et la nature des pâtes, l'effet du séchage se traduisant selon les cas par une perte ou un gain.

Quantitativement, les pourcentages de gain ou de pertes indiqués varient généralement entre 0 et 30 % et les chiffres relevés pour une même caractéristique sont assez variables selon la source d'information.

Le tableau n° 1 rapporte quelques chiffres relevés dans les publications techniques. La comparaison entre les différentes pâtes est difficile car les modes de séchage ne sont pas toujours semblables et les chiffres retenus correspondent à un degré de raffinage moyen mais non constant. On observe cependant des résultats sensiblement différents selon la nature de l'essence et le type de cuisson.

Il faut enfin considérer à part le cas des pâtes non raffinées pour lesquelles le séchage a une action beaucoup plus marquée, généralement défavorable.

RÉSULTATS À DEGRÉ DE RAFFINAGE MOYEN

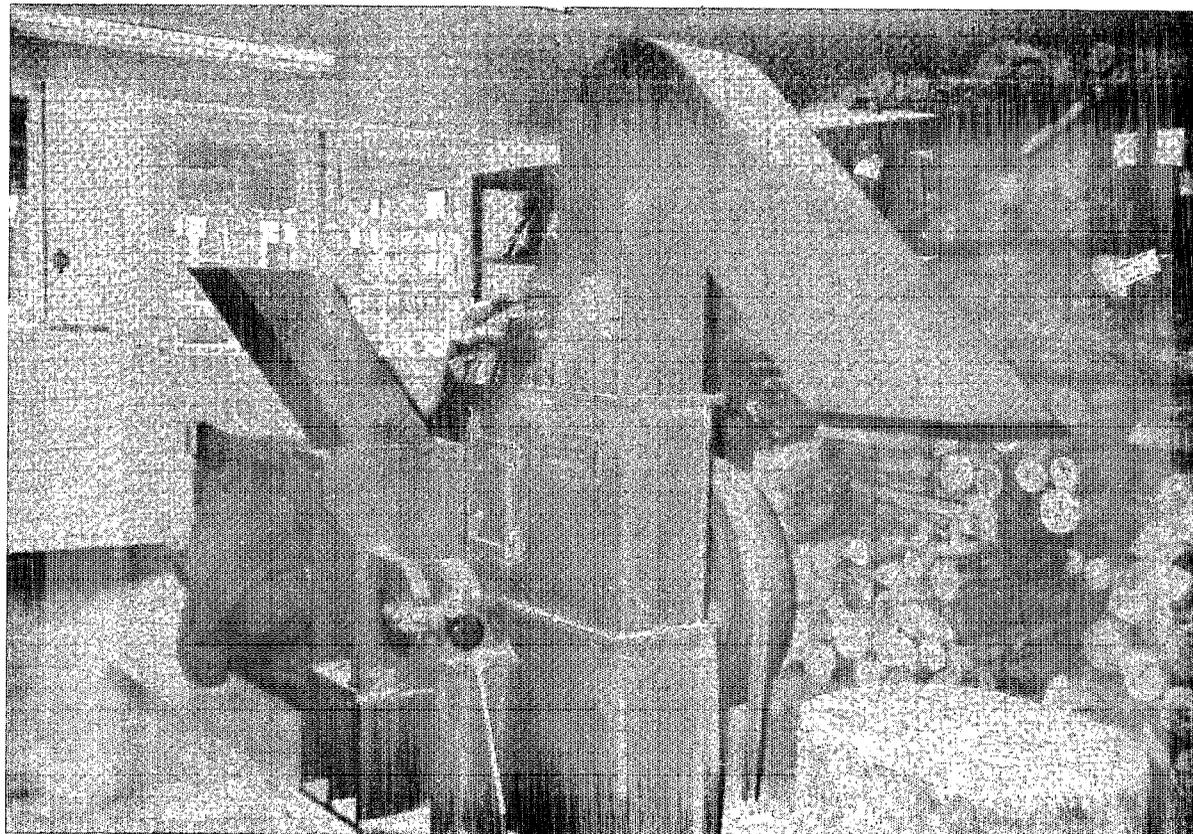
Auteur	Référence	Nature des pâtes étudiées	Pertes en éclatement et longueur de rupture (%)	Pertes ou gain en déchirure (%)
Shook	1	Diverses	- 20 %	+20 %
Richter	2	Sulfite écreu	- 7 %	+ 4 à 8 %
Smith	3	Eucalyptus kraft	- 10 %	peu changée
Usinc Maryvale en Australie	4	Eucalyptus kraft	- 10 %	non testée
Johnston and Lodge	5	Kraft écreu	- 10 %	+ 10 %
Klyc	6	Eucalyptus kraft écreu	- 10 à 12 %	- 3 %
Klyc	6	Eucalyptus mi blanchi	- 12 à 13 %	+ 3 %
Klyc	6	Eucalyptus mi blanchi	- 8 à 13 %	- 6 %
Centola	7	Sapin sulfite	- 15 %	- 2 %
Centola	7	Bisulfite	- 30 %	Léger gain
Cellulose d'Aquitaine	8	Hêtre	- 14 à 16 %	Peu de différence

Références

1 : Pulp and Paper 1 - 36 - 38 - 1959.
 2 : TAPPI 41 - 776 - 1958.
 3 : A.P.M. Ltd Research Report 1939.
 4 : APPITA - Vol. 14 - n° 6 - xxii.
 5 : TAPPI 34 - 566 - 1951.
 6 : APPITA - Vol. 14 - n° 6 - xxii.
 7 : Svensk Papper Tid. Aug. 1963.
 8 : Résultats communiqués par la Cellulose d'Aquitaine (essais industriels - Séchoir réglé à 130°) :

C.T.F.T. - Essais papetiers : déchiqueteuse à bois pour faire des chips.

Photo Petroff.



Pour certains auteurs, les modifications des propriétés des pâtes au séchage résulteraient de la formation de ponts-hydrogène irréversibles à l'intérieur même de la fibre, rendant ainsi impossible le pontage de fibre à fibre au cours de la formation de la feuille de papier. Tout produit d'adjonction au cours du tirage sur presse

pâte, susceptible d'empêcher cette liaison hydrogène, rendrait moins sensible les effets du séchage. Parmi les divers produits essayés, des sels alcalins comme le carbonate de sodium auraient donné des résultats intéressants.

RAPPEL DES ESSAIS EFFECTUÉS ANTÉRIEUREMENT SUR PÂTE TROPICALE

On avait séché de diverses façons une pâte kraft tropicale correspondant à un mélange hétérogène de bois feuillus. Les essais avaient été effectués à partir de pâte écrue et de pâte blanchie. On avait obtenu des résultats à peu près semblables, quel que soit le mode de séchage. Les variations de caractéristiques exprimées en % étaient les suivantes :

Longueur de rupture	: - 23 à 24 %
Eclatement	: - 23 à 25 %
Déchirure	: ± 6 à 8 %
Plis	: - 60 à 90 %
Porosité	: + 100 %
Main	: + 4 à 8 %

Ces variations sont un peu plus importantes que celles qui sont mentionnées dans le tableau 1 en ce qui concerne la longueur de rupture et l'éclatement. Elles sont du même ordre en ce qui concerne la déchirure.

On ne peut rien dire pour les autres caractéristiques d'autant plus que les plis et la porosité varient dans une zone très étendue et rendent toute mesure précise difficile à réaliser (Plis de 10 à 10.000 pour des pâtes chimiques raffinées à 40° Sr, Porosité de 0,1 à 100).

Des mesures de la dimension des fibres avaient montré qu'une légère contraction était possible :

	Pâte initiale	Pâte séchée
Longueur	1 122 ± 181	1 080 ± 181
Largeur	29,2 ± 7	28,1 ± 8
Pouvoir feutrante (L/l)	38,4	38,4
Coefficient souplesse (1)	73,6	64,8
	(1) c/l %	

Le pouvoir feutrante inchangé cadrait bien avec les faibles modifications de la déchirure. Le coefficient de souplesse diminué, cadrait avec la perte de résistance à l'éclatement et à la traction.

NOUVEAUX ESSAIS

Des pâtes kraft de feuillus tropicaux et européens ont été utilisées. Il s'agit de pâtes obtenues dans des conditions de cuisson habituelles et correspondant à un indice de permanganate de 20 environ. On a travaillé sur ces pâtes écrues et blanchies. Les essences retenues pour les essais étaient les suivantes :

Essences tropicales :

Parasolier (*Musanga cecropioides*)
Okoumé (*Aucoumea klaineana*)
Eucalyptus 12 ABL
Strombosia pustulata

Essences métropolitaines :

Peuplier
Bouleau
Hêtre

Les deux premières essences tropicales, le Parasolier et l'Okoumé, possèdent des fibres très souples à parois fines, en particulier le Parasolier. Le *Strombosia* possède au contraire des fibres rigides à parois épaisses. Les autres essences possèdent des fibres de qualités

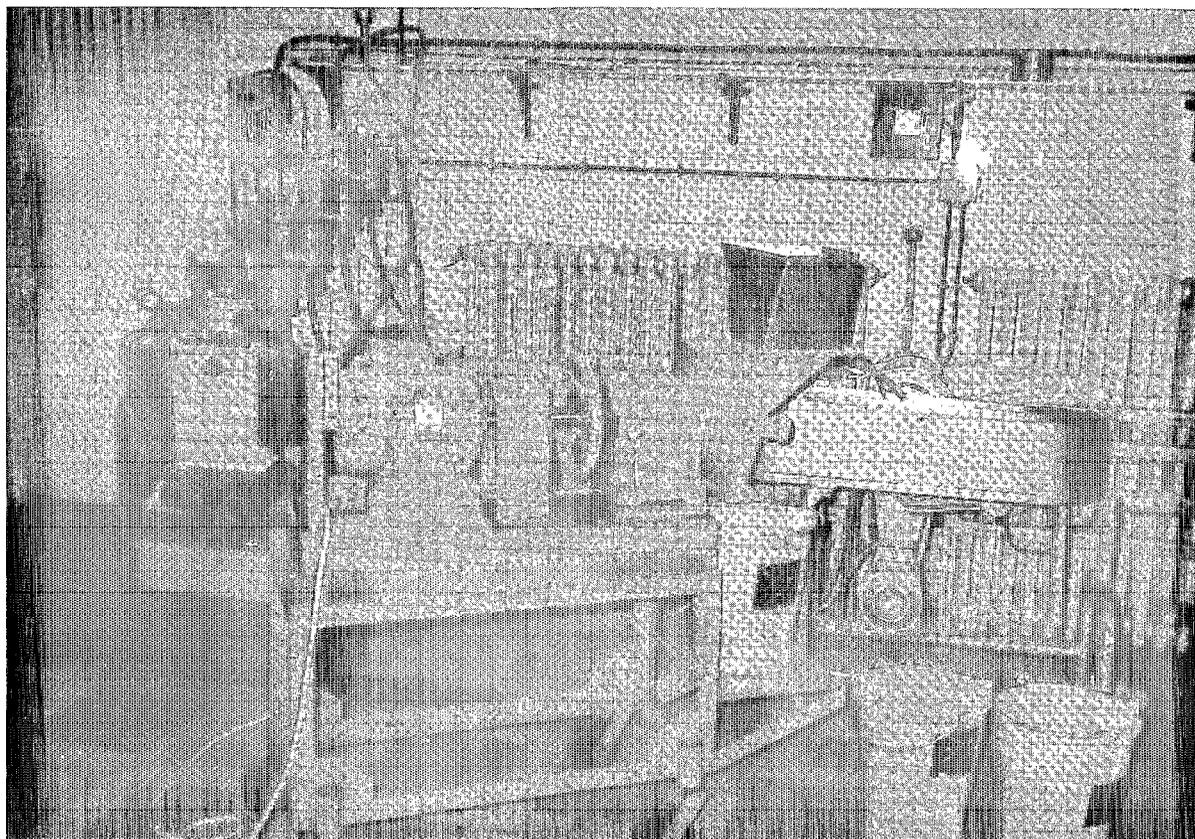
intermédiaires bien qu'une distinction puisse être faite pour les fibres de Hêtre moins souples que celles de Bouleau et de Peuplier.

Le séchage des pâtes a été effectué de deux manières différentes. Dans certains cas à 120° dans un courant d'air chaud avec des galettes de pâte de 600 g/m² sec pressées au préalable. On a arrêté le séchage lorsque la siccité finale désirée était obtenue. Généralement, on a recherché une siccité de 100 % et le temps de séchage a varié entre 20 et 30' selon la nature de la pâte. L'autre type de séchage correspond à la fabrication de formettes de 120 g/m² sec qui ont été suspendues sur un fil tendu dans un local à 20-25° pendant une nuit. Ces pâtes séchées à l'air avaient une siccité finale comprise entre 90 et 95 %.

Les pâtes séchées ont été remises en suspension au pulper de laboratoire avant d'être raffinées, soit au Bauer, soit au Jokro. (Le Bauer est un raffineur à disques pour lequel on a retenu une faible concentration de pâte. Le Jokro se rapproche du raffineur PFI).

Les recherches ont porté sur les points suivants :

- Comparaison de pâtes séchées à 20 ou à 120°.
- Comparaison de pâtes séchées à 120° à diverses siccités.



C.T.F.T. - Essais papetiers : raffineur à disques Bauer.

Photo Petroff.

- Etude des modifications de caractéristiques apportées par le séchage.
- Différences entre les résultats obtenus par raffinage au Bauer ou au Jokro.
- Etude des modifications des dimensions des fibres dans le cas du Hêtre.

Pour l'interprétation de nos résultats, les chiffres retenus sont ceux qui correspondent à un raffinage à 40° SR. Sauf mention spéciale, les raffinages ont été effectués au Bauer. Les raffinages au Jokro sont signalés dans tous les cas.

COMPARAISON DES PÂTES SÉCHÉES à 20 ET 120°

Nous disposons pour cette comparaison des essais réalisés à partir des pâtes écruées et blanchies suivantes :

Hêtre, Bouleau, Eucalyptus, Okoumé, Parasolier

Le séchage à l'air ambiant représente un cas favorable de séchage, jamais utilisé au point de vue pratique. Il correspond à un minimum de variation des caractéristiques.

Le séchage à 100 % de siccité à 120° pendant 20 à 30' représente un cas défavorable car industriellement on s'arrête généralement à 90 % de siccité environ, parfois moins.

On a déterminé pour chaque pâte et pour chaque caractéristique le pourcentage de gain ou de perte occasionné par le séchage :

Gain ou Perte % =

$$\frac{\text{Caractéristique séchée} - \text{Caractéristique non séchée}}{\text{Caractéristique non séchée}} \%$$

Les graphiques de la Fig. 1 donnent les gains ou les pertes pour la longueur de rupture, l'éclatement, la déchirure, les plis des pâtes écruées et blanchies. On a arbitrairement rangé les pâtes par ordre de Longueur de rupture croissante. On verra plus loin que ce rangement présente un certain intérêt.

L'examen des graphiques montre que l'écart entre les pâtes séchées à l'air et à 120° est bien caractérisé et généralement important.

Si l'on fait la moyenne de ces écarts, on obtient le tableau de résultats suivant :

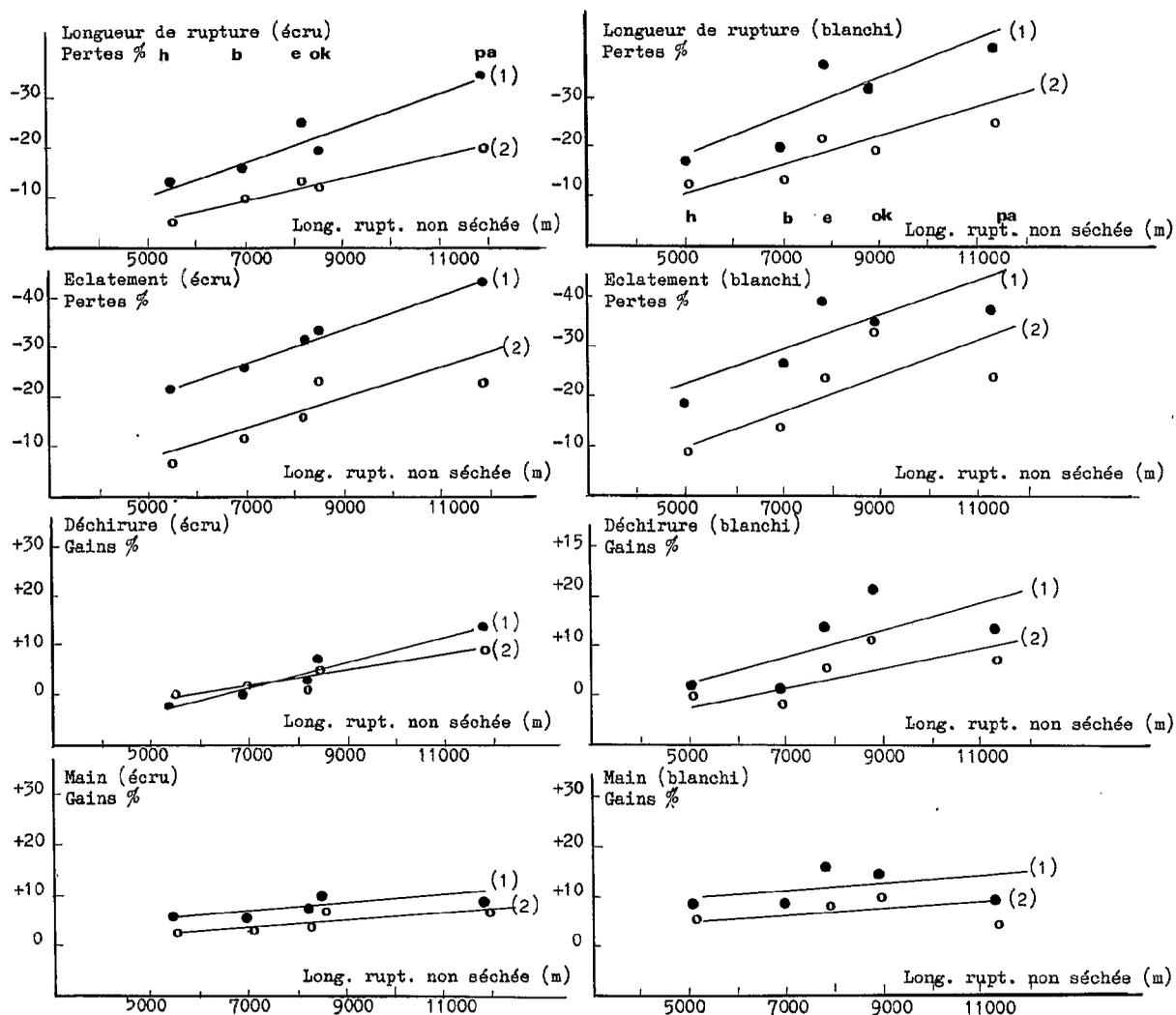


FIG. 1. — Influence du séchage des pâtes cellulosiques sur les caractéristiques des papiers. Comparaison entre un séchage lent à l'air ambiant, et un séchage rapide à 120°.

(1) : Séchage à 120° jusqu'à 100 % de siccité (2) : Séchage à l'air ambiant jusqu'à 95 % de siccité
 h : Hêtre ; b : Bouleau ; e : Eucalyptus ; ok : Okoumé ; pa : Parasolier.

Caractéristiques	Longueur rupture	Eclatement	Déchirure	Main	Plis	Porosité	Opacité
Pâtes écrués							
Séchage à l'air	- 12 %	- 17 %	+ 3 %	+ 4 %	- 39 %	+ 67 %	—
Séchage 100 % à 120°	- 22 %	- 32 %	+ 5 %	+ 7 %	- 70 %	+ 133 %	—
Pâtes blanchies							
Séchage à l'air	- 19 %	- 21 %	+ 5 %	+ 6 %	- 59 %	+ 99 %	+ 3 %
Séchage 100 % à 120°	- 29 %	- 32 %	+ 10 %	+ 12 %	- 77 %	+ 176 %	+ 6 %

La façon de sécher les pâtes joue un très grand rôle. Si l'on considère le séchage à l'air, on retrouve des gains ou des pertes qui sont compatibles avec les chiffres mentionnés dans le tableau n° 1 de documentation. Si l'on considère au contraire le séchage complet à 120°, on se trouve en présence de valeurs supérieures. On observe d'autre part que les chiffres sont tou-

jours plus élevés dans le cas des pâtes blanchies qui paraissent donc moins stables que les écrués. Comme on l'a déjà signalé, les écarts sont d'autre part très importants dans le cas des Plis et de la Porosité. A part ces deux caractéristiques, ce sont l'éclatement puis la longueur de rupture qui sont le plus affectés par le séchage.

TABLEAU n° 1

CARACTÉRISTIQUES DE PÂTES SÉCHÉES ET NON SÉCHÉES RAFFINÉES AU BAUER à 40° SR

Références	Longueur de rupture		Eclatement		Déchirure		Plis		Porosité		Main		Opacité	
	V.A.	%	V.A.	%	V.A.	%	V.A.	%	V.A.	%	V.A.	%	V.A.	%
Parasolier écreu														
Non séché	12.400		75		88		2.300		0,06		1,23		—	
Air ambiant	9.900	- 20 %	57	- 24 %	95	+ 8 %	1.800	- 21 %	0,14	+ 130 %	1,30	+ 6 %	—	
Sec 100 % à 120°	8.000	- 35 %	42	- 44 %	100	+ 14 %	800	- 65 %	0,20	+ 230 %	1,33	+ 8 %	—	
Parasolier blanchi														
Non séché	11.700		70		90		2.800		0,05		1,19		69	
Air ambiant	9.000	- 24 %	53	- 24 %	95	+ 7 %	1.600	- 42 %	0,10	+ 100 %	1,24	+ 4 %	72	+ 4 %
Sec 100 % à 120°	7.000	- 40 %	43	- 38 %	103	+ 14 %	800	- 71 %	0,14	+ 180 %	1,31	+ 10 %	79	+ 14 %
E. 12 ABL Congo écreu														
Non séché	8.700		54		114		180		2,5		1,50		—	
Air ambiant	7.500	- 13 %	45	- 16 %	115	+ 1 %	80	- 55 %	4	+ 60 %	1,55	+ 3 %	—	
Sec 100 % à 120°	6.400	- 26 %	36	- 33 %	116	+ 2 %	25	- 85 %	6	+ 140 %	1,61	+ 7 %	—	
E. 12 ABL Congo blanchi														
Non séché	8.100		50		94		80		2		1,45		81	
Air ambiant	6.400	- 21 %	38	- 24 %	100	+ 6 %	20	- 75 %	4	+ 100 %	1,57	+ 8 %	82	+ 1 %
Sec 100 % à 120°	5.100	- 37 %	30	- 40 %	109	+ 15 %	10	- 87 %	7	+ 250 %	1,70	+ 17 %	86	+ 6 %
Peuplier écreu														
Non séché	8.100		47		94		130		0,6		1,39		—	
Sec 100 % à 120°	7.000	- 14 %	37	- 21 %	97	+ 3 %	60	- 53 %	0,8	+ 33 %	1,43	+ 3 %	—	
Peuplier blanchi														
Non séché	7.600		41,5		78		120		0,6		1,40		73	
Sec 100 % à 120°	6.200	- 18 %	36	- 14 %	83	+ 6 %	20	- 83 %	1,5	+ 150 %	1,45	+ 4 %	78	+ 6 %
Strombosia écreu														
Non séché	5.000		29		166		20		20		2,18		—	
Sec 100 % à 120°	4.600	- 8 %	25,5	- 12 %	168	+ 1 %	10	- 50 %	30	+ 50 %	2,31	+ 5 %	—	
Strombosia blanchi														
Non séché	5.000		28,5		148		17		20		2,10		69	
Sec 100 % à 120°	4.200	- 16 %	24,5	- 14 %	154	+ 4 %	8	- 50 %	30	+ 50 %	2,28	+ 8 %	72	+ 4 %
Hêtre écreu														
Non séché	5.000		33,5		106		20		7		1,58		—	
Air ambiant	5.700	- 5 %	31	- 7 %	106	0 %	17	- 15 %	8	+ 14 %	1,61	+ 2 %	—	
Sec 100 % à 120°	5.200	- 13 %	26	- 22 %	104	- 2 %	10	- 50 %	9	+ 28 %	1,67	+ 6 %	—	
Hêtre blanchi														
Non séché	5.400		31		96		16		7		1,56		—	
Air ambiant	4.700	- 13 %	28	- 10 %	97	+ 1 %	10	- 37 %	8	+ 14 %	1,65	+ 6 %	—	
Sec 100 % à 120°	4.400	- 18 %	25	- 20 %	93	- 3 %	6	- 63 %	10	+ 42 %	1,70	+ 9 %	—	
Bouleau écreu														
Non séché	7.500		49		109		80		3		1,48		—	
Air ambiant	6.800	- 10 %	43	- 12 %	111	+ 2 %	50	- 37 %	4	+ 33 %	1,52	+ 2 %	—	
Sec 100 % à 120°	6.300	- 16 %	36	- 26 %	109	0 %	30	- 62 %	5	+ 66 %	1,56	+ 5 %	—	
Bouleau blanchi														
Non séché	7.400		47		107		160		2		1,46		78	
Air ambiant	6.400	- 13 %	40	- 14 %	105	- 2 %	50	- 68 %	3	+ 50 %	1,53	+ 4 %	80	+ 2,5 %
Sec 100 % à 120°	5.800	- 21 %	34	- 27 %	109	+ 2 %	30	- 81 %	4	+ 100 %	1,59	+ 9 %	84	+ 7 %
Okoumé écreu														
Non séché	9.000		65		117		1.600		0,5		1,27		—	
Air ambiant	7.900	- 12 %	49	- 24 %	123	+ 5 %	500	- 68 %	1	+ 100 %	1,35	+ 6 %	—	
Sec 100 % à 120°	7.300	- 19 %	43	- 34 %	126	+ 7 %	200	- 87 %	1,5	+ 200 %	1,40	+ 10 %	—	
Okoumé blanchi														
Non séché	9.100		64		87		600		0,3		1,20		75	
Air ambiant	6.800	- 25 %	43	- 33 %	98	+ 12 %	150	- 75 %	1	+ 230 %	1,33	+ 10 %	80	+ 6 %
Sec 100 % à 120°	6.200	- 32 %	41	- 35 %	107	+ 23 %	100	- 83 %	1,25	+ 310 %	1,39	+ 15 %	82	+ 9 %

V.A. : Valeur absolue.

% : % de gain ou de perte par rapport au chiffre obtenu avec la pâte non séchée.

TABLEAU n° 2

PÂTES SÉCHÉES ET NON SÉCHÉES — CARACTÉRISTIQUES À 40° SR — COMPARAISON BAUER-JOKRO

Références	Longueur de rupture		Eclatement		Déchirure		Plis		Porosité		Main		Opacité	
	V.A.	%	V.A.	%	V.A.	%	V.A.	%	V.A.	%	V.A.	%	V.A.	%
Okoumé é cru														
Bauer non séché	9.300		60		131		1.400		0,5		1,27		—	
Bauer sec 100 % à 120°	5.800	- 37 %	31	- 48 %	143	+ 9 %	300	- 78 %	1,5	+ 200 %	1,43	+ 12 %	—	
Jokro non séché	10.400		79		113		1.600		0,5		1,20		—	
Jokro sec 100 % à 120°	9.000	- 13 %	64	- 19 %	135	+ 19 %	600	- 63 %	1,7	+ 240	1,28	+ 6 %	—	
Peuplier é cru														
Bauer non séché	8.100		47		94		130		0,6		1,39		—	
Bauer sec 100 % à 120°	7.000	- 14 %	37	- 21	97	+ 3 %	60	- 35 %	0,8	+ 33 %	1,43	+ 3 %	—	
Jokro non séché	8.100		47		80		85		1,6		1,63		—	
Jokro sec 100 % à 120°	7.900	- 3 %	44	- 6 %	86	+ 7 %	70	- 20 %	2,2	+ 40 %	1,65	+ 1,5 %	—	
Peuplier blanchi														
Bauer non séché	7.600		41,5		78		120		0,6		1,40		73	+ 6 %
Bauer sec 100 % à 120°	6.200	- 18 %	36	- 14 %	83	+ 6 %	20	- 83 %	1,5	+ 150 %	1,45	+ 4 %	78	+ 6 %
Jokro non séché	7.400		41		75		35		2,5		1,34		58	
Jokro sec 100 % à 120°	7.300	- 1 %	39	- 2 %	79	+ 4 %	30	- 14 %	2,5	0 %	1,40	+ 3 %	61	+ 5 %
Strombosia														
Bauer non séché	5.000		29		166		20		20		2,18		—	
Bauer sec 100 % à 120°	4.600	- 8 %	25,5	- 12 %	168	+ 1 %	10	- 50 %	30	+ 50 %	2,31	+ 5 %	—	
Jokro non séché	4.700		28		145		16		40		1,82		—	
Jokro sec 100 % à 120°	4.600	- 2 %	26	- 7 %	148	+ 2 %	14	- 13 %	45	+ 12 %	1,86	+ 2 %	—	
Strombosia blanchi														
Bauer non séché	5.000		28,5		148		17		20		2,10		69	
Bauer sec 100 % à 120°	4.200	- 16 %	24,5	- 14 %	154	+ 4 %	8	- 50 %	30	+ 50 %	2,10	+ 8 %	72	+ 4 %
Jokro non séché	4.350		23		109		9		45		1,71		65	
Jokro sec 100 % à 120°	4.200	- 3 %	21	- 8 %	107	- 2 %	8	- 10 %	50	+ 10 %	1,76	+ 3 %	67	+ 3 %

COMPARAISON DE PÂTES SÉCHÉES À 120° À DIVERSES SICCITÉS

Nous nous sommes demandés si les différences sensibles qu'il y avait entre les pâtes séchées à 100 % à 120° et les pâtes séchées à l'air étaient dues plus particulièrement à la température de séchage ou au degré d'humidité restante. Pour cela nous avons étudié

une pâte de Hêtre é crue en arrêtant le séchage à 85 % puis à 96 % de siccité, puis une pâte de Hêtre blanchie en arrêtant le séchage à 85 % de siccité.

On a ainsi obtenu les caractéristiques suivantes à 40° SR :

Caractéristiques	Longueur rupture	Eclatement	Déchirure	Plis	Main
Pâte Hêtre é crue					
Non séchée	6.000	33,5	106	20	1,58
Séchée à l'air ambiant	5.700	31	106	17	1,61
Séchée à 85 % à 120°	5.600	30	106	14	1,63
Séchée à 96 % à 120°	5.300	28	102	12	1,65
Séchée à 100 % à 120°	5.200	26	104	10	1,67
Pâte Hêtre blanchie					
Non séchée	5.400	31	96	16	1,56
Séchée à l'air ambiant	4.700	28	97	10	1,65
Séchée à 85 % à 120°	4.600	27	95	9	1,65
Séchée à 100 % à 120°	4.400	25	93	6	1,70

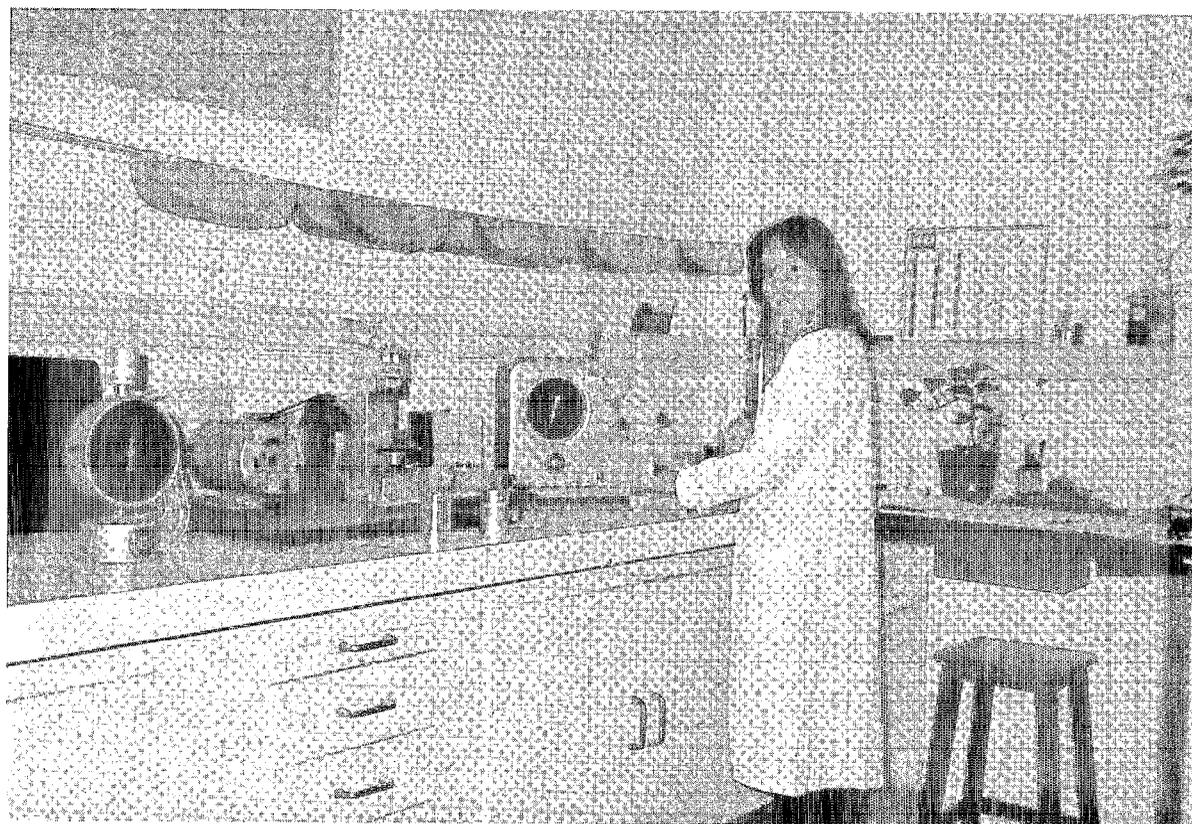


Photo Petroff.

C.T.F.T. - Essais mécaniques des papiers : test de déchirure.

On remarque que dans tous les cas, les pâtes séchées à 120° à 85 et 96 % de siccité sont intermédiaires entre les pâtes séchées à 100 % à 120° et celles séchées à l'air ambiant (dont la siccité se situe entre 90 et 95 %). On en déduit une action très nette de la température, puisqu'à siccité égale les pâtes séchées à 120° sont de

moins bonne qualité. Mais il faut également admettre que l'on a intérêt à ne pas pousser trop loin le séchage des pâtes puisque l'on a noté des différences entre 85 et 100 % de siccité, et même entre 96 et 100 %. Le séchage à 100 % représente donc bien un cas de séchage particulièrement défavorable.

ÉTUDE DES MODIFICATIONS DE CARACTÉRISTIQUES APPORTÉES PAR LE SÉCHAGE

On dispose pour cette étude des résultats obtenus à partir des sept types de pâtes écruées et blanchies cités au début du rapport. On a comparé les résultats des pâtes séchées à 100 % à 120° avec ceux des pâtes non séchées.

On remarque que pour chaque caractéristique, le pourcentage de gain ou de perte est très variable d'une essence à l'autre. **Aux pâtes dont les résistances à la traction et à l'éclatement sont les plus élevées correspondent généralement les pourcentages de gain ou de pertes les plus importants.** C'est ce que mettent en évidence les graphiques des figures 2 et 3. La répartition autour d'une droite est assez bonne dans le cas des pâtes écruées. Dans le cas des pâtes blanchies, l'alignement des points n'est pas aussi net, mais on peut quand

même admettre l'existence d'une corrélation, particulièrement dans le cas de la longueur de rupture et de l'éclatement.

Or l'on sait que ces deux caractéristiques sont liées à la morphologie des fibres, les fibres larges à parois fines étant les plus souples et donnant des papiers les plus résistants. Il est d'autre part logique d'admettre que le séchage peut avoir une action plus poussée sur les fibres les plus souples qui offrent de plus grandes possibilités de déformation, alors que des fibres rigides à parois épaisses sont beaucoup plus robustes et résistent mieux.

La morphologie des fibres étant liée à la densité des bois, ceci revient à dire que ce sont les bois légers, de faible densité, qui donnent les pâtes susceptibles d'être

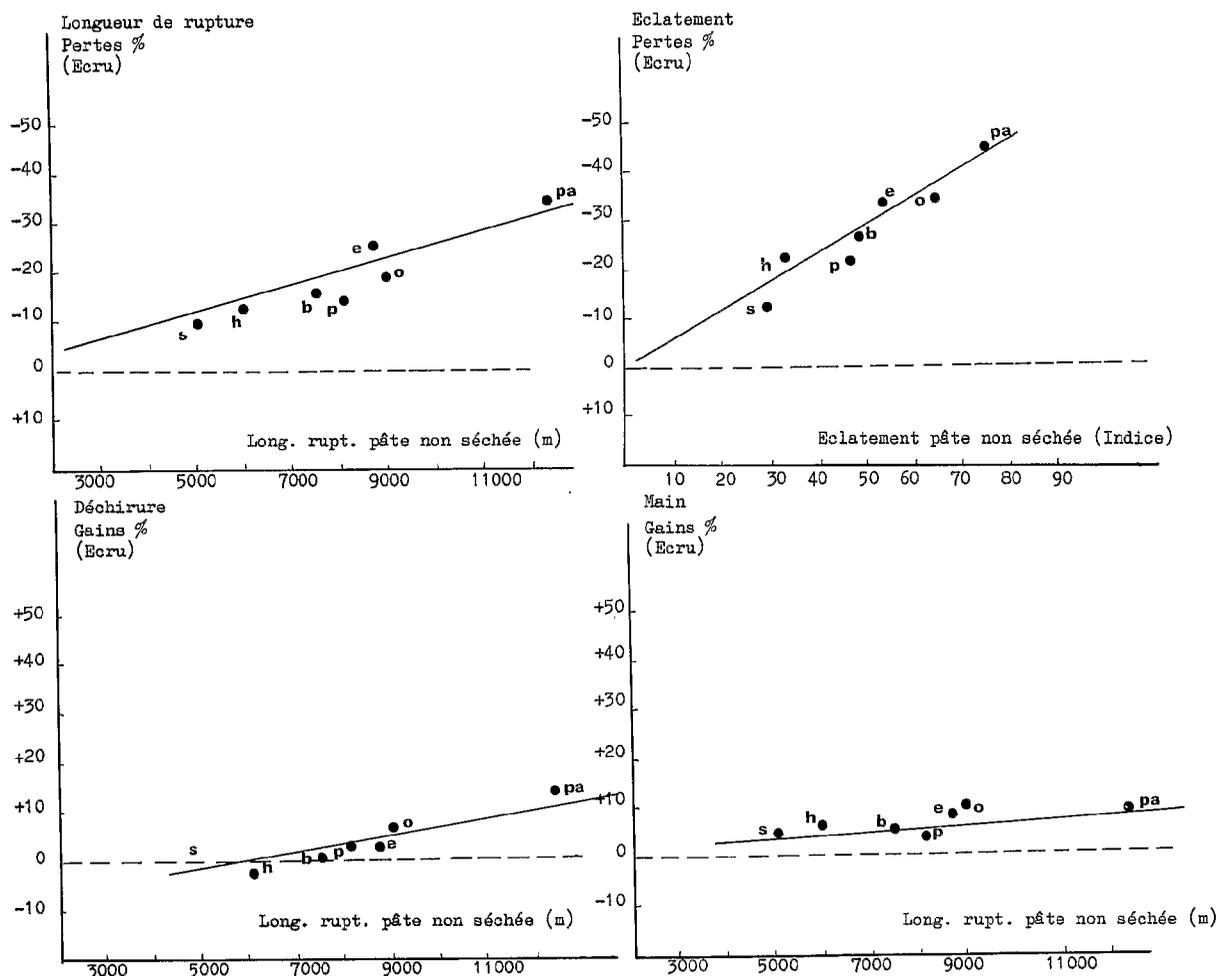


FIG. 2. — Influence du séchage des pâtes cellulósiques sur les caractéristiques des papiers : $\frac{I. \text{ sec} - I. \text{ non sec}}{I. \text{ non sec}} \%$.
 Résultats obtenus à partir de pâtes écrues. L'orientation des courbes montre que les pâtes les plus résistantes initialement sont celles qui évoluent le plus au cours du séchage.

s : Strombosia ; h : Hêtre ; b : Bouleau ; p : Peuplier ; e : Eucalyptus ; o : Okoumé ; pa : Parasolier.

le plus modifiées au cours du séchage. Au contraire, les bois denses donnent des pâtes relativement plus stables.

La gamme des fibres tropicales est beaucoup plus étendue que celle des fibres papetières européennes généralement utilisées. C'est pourquoi on enregistre avec certaines fibres tropicales particulièrement souples comme le Parasolier des modifications de caractéristiques plus importantes après séchage.

Remarques : on pourrait par ailleurs admettre que l'existence de liaisons hydrogènes irréversibles à l'intérieur des fibres tend à augmenter la cohésion du matériau cellulose, donc la rigidité des fibres. Ainsi les fibres séchées feutreront moins bien et donneront des papiers plus bouffants et plus poreux (même dans le cas des fibres de *Strombosia* dont les dimensions peuvent n'être que peu modifiées par le séchage en raison de leur robustesse). Au contraire, l'augmentation de la main et de la porosité s'expliquerait mal si

l'on admettait que la souplesse et les dimensions des fibres restent inchangées.

On peut également rappeler que les fibres les plus robustes à parois épaisses donnent des papiers dont la résistance à la déchirure augmente régulièrement avec le degré de raffinage au lieu de diminuer dans le cas des feuillus à fibres très souples et fragiles. Plus les parois de la fibre sont épaisses et robustes, plus le degré de raffinage pour lequel la déchirure passe par un maximum est élevé. Or c'est un phénomène semblable que l'on observe dans le cas des pâtes séchées. Le séchage tend à déplacer vers la droite les courbes de déchirure en fonction du degré de raffinage. Tout se passe comme si la fibre s'était épaissie et rigidifiée. La déchirure des pâtes séchées est donc très faible au début du raffinage, mais les fibres résistent mieux à l'action de coupe et la longueur moyenne diminue moins que dans le cas des fibres non séchées. Cela permet à la déchirure d'augmenter de la même façon que la longueur de rupture ou l'éclatement pendant un

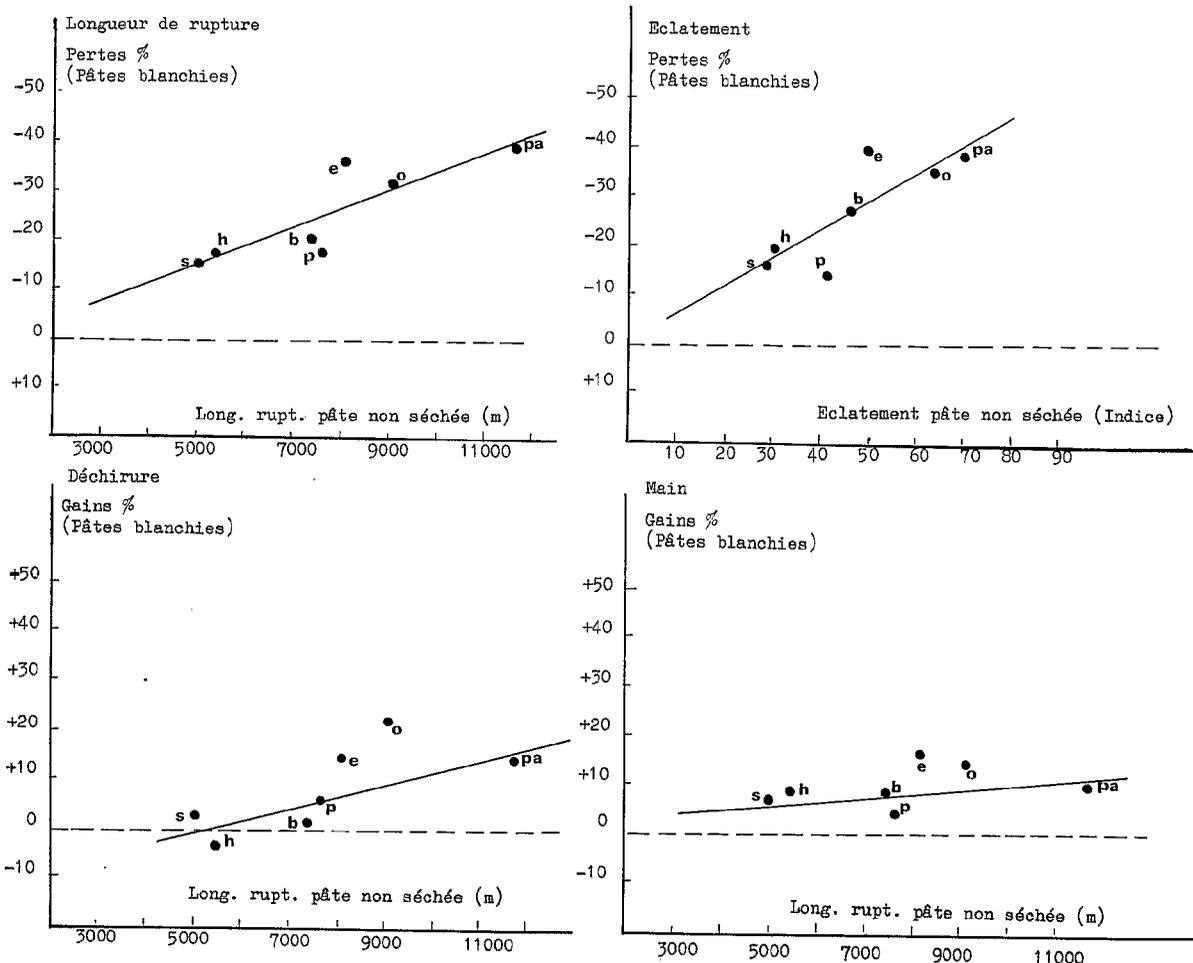


FIG. 3. — Influence du séchage des pâtes cellulósiques sur les caractéristiques des papiers : $\frac{I. \text{ sec}}{I. \text{ non sec}} \%$.
 Résultats obtenus à partir de pâtes blanchies. L'orientation des courbes montre que les pâtes les plus résistantes initialement sont celles qui évoluent le plus au cours du séchage.
 s : Strombosia ; h : Hêtre ; b : Bouleau ; p : Peuplier ; e : Eucalyptus ; o : Okoumé ; pa : Parasolier.

temps plus long. Ce phénomène s'expliquerait mal si l'on n'admettait pas une augmentation de la rigidité des

fibres et éventuellement un épaississement des parois au cours du séchage des pâtes.

DIFFÉRENCES ENTRE LES RÉSULTATS OBTENUS PAR RAFFINAGE AU BAUER OU AU JOKRO

Pour les sept types de pâtes étudiés, les pertes de résistance à la traction et à l'éclatement se situent entre 8 et 44 %. Ces chiffres sont élevés et, même si l'on excepte les pâtes tropicales de caractéristiques élevées comme le Parasolier et l'Okoumé, ils sont généralement supérieurs à ceux qui ont été signalés dans le tableau de documentation n° 1. Dans le cas de l'Eucalyptus 12 ABL par exemple, on a enregistré des pertes comprises entre 13 et 24 % alors que pour les Eucalyptus étudiés par d'autres chercheurs, nous

n'avons relevé que des chiffres compris entre 8 et 13 %.

On peut bien entendu supposer que notre séchage 100 % à 120° est peut-être trop sévère et contribue à l'amplification des écarts. Mais diverses remarques nous ont amenés à considérer également le type d'appareil retenu pour le raffinage des pâtes. C'est pourquoi nous avons, parallèlement au raffinage au Bauer, procédé à une série de raffinages au Jokro. Les essais ont été réalisés à partir des pâtes suivantes :

Pâtes séchées et non séchées écrues : Okoumé,
Peuplier, *Strombosia*

Pâtes séchées et non séchées blanchies : Peuplier,
Strombosia

L'analyse des résultats a montré que pour chacune
des pâtes les pertes de caractéristiques étaient beau-

coup moins importantes dans le cas du raffinage au
Jokro, sauf peut-être en ce qui concerne la résistance à
la déchirure.

En calculant la moyenne générale, pour chaque
caractéristique, des pertes ou gains des cinq pâtes
étudiées, on obtient le tableau suivant :

Caractéristiques (Pertes ou Gains)	Longueur rupture %	Eclatement %	Déchirure %	Plis %	Porosité %	Main %	Opacité %
Bauer	- 18	- 22	+ 4	- 63	+ 60	+ 6	+ 5
Jokro	- 4	- 8	+ 6	- 24	+ 60	+ 3	+ 4

les chiffres obtenus dans le cas du Jokro correspon-
dent bien alors à ceux des différents laboratoires ayant
abordé ces problèmes.

Le type de raffineur utilisé a donc une grande
importance et certains appareils comme notre Bauer
sont susceptibles d'amplifier les écarts résultant du
séchage des pâtes particulièrement dans le cas de la

longueur de rupture, de l'éclatement et du pliage qui
correspondent aux trois caractéristiques mécaniques
les plus variables. Cette amplification n'apparaît pas
dans le cas de la déchirure.

Nous n'avons pas trouvé d'explication permettant de
comprendre pourquoi les deux raffineurs conduisent à
des résultats différents.

*C.T.F.T. - Essais mécaniques des papiers : calibrage des
éprouvettes par test dynamométrique.*

Photo Petroff.



MODIFICATION DES DIMENSIONS DES FIBRES DE HÊTRE APRÈS SÉCHAGE

La mensuration des fibres de Hêtre avant et après séchage a donné les résultats suivants :

On note une éventuelle diminution de la longueur moyenne des fibres et un léger abaissement du coefficient de souplesse mais les autres caractéristiques paraissent inchangées. Les modifications, s'il y en a, sont donc peu importantes dans le cas du Hêtre.

Si l'on devait poursuivre ces essais, il serait intéressant, à la suite des remarques faites aux paragraphes

précédents, de choisir de préférence des fibres de Parasolier.

Fibres	Hêtre non séché	Hêtre séché
Longueur : L	991 ± 200	948 ± 173
Largeur : l	18,8 ± 2,7	18,1 ± 3,9
Largeur des cavités : C	6,6 ± 2,2	6,6 ± 2,2
Épaisseur des parois : 2p	12,4 ± 2,7	11,9 ± 2,1
Coefficient de souplesse : C/l %	38,6 ± 10	32 ± 8,9
Coefficient Runkel : 2p/C	1,87	1,78
Pouvoir feutrante : L/l	52,6	52,6

CONCLUSION

L'étude réalisée montre que les modifications intervenant sur les fibres au cours du séchage des pâtes cellulosiques, causées d'une variation des caractéristiques des papiers obtenus à partir de ces fibres, dépendent de nombreux facteurs. L'un des principaux facteurs concerne la nature du bois, ou plus exactement le type morphologique des fibres de ce bois. Les bois de faible densité, à fibres à parois fines, donneraient des pâtes plus sensibles au séchage que les bois denses qui possèdent des fibres à parois épaisses. L'ensemble des variations observées pourrait s'expliquer par une contraction irréversible des fibres au cours du séchage accompagnée d'une légère rigidification, peut-être due à l'apparition de ponts d'hydrogène internes.

Les modifications observées dépendent également de la façon dont les fibres sont traitées au cours du

raffinage ; selon le type et la qualité des raffineurs utilisés, des variations plus ou moins importantes peuvent être enregistrées.

Enfin, les modifications sont bien entendu liées aux conditions mêmes du séchage : température, durée, etc...

D'un point de vue plus concret on cherchait à déterminer si les pâtes tropicales se différencient des pâtes européennes par de plus ou moins grandes modifications de leurs caractéristiques après séchage. Il semble que certaines pâtes, comme par exemple les pâtes de type « bois mélangés de la forêt hétérogène » qui contiennent un certain pourcentage de fibres à parois fines, soient effectivement plus sensibles au séchage que les pâtes de bois feuillus tempérés de qualité courante.

BIBLIOGRAPHIE

Some aspects of papermaking properties of wood pulps, by G.A. RICHTER, TAPPI 41 - 776 - 1958.

The effect of drying on pulp strengths, by R.C. CLYE, APPITA vol. 14 - n° 6.

Modification of pulp properties upon drying conditions, by G. CERAGIOLI, D. BARRUSO, G. CENTOLA, Svensk Papper Tid. Aug. 1963 - 16.