



*Etat de Gujarat. Abattage de bambous.*

Photo Tissot.

# LE BAMBOU MATIÈRE PREMIÈRE POUR L'INDUSTRIE PAPETIÈRE INDIENNE

par M. Tissot,  
*Ingénieur de Recherches  
Division Cellulose du CTFT.*

## SUMMARY

### BAMBOO AS A RAW MATERIAL IN THE INDIAN PAPER INDUSTRY

*Bamboo is intensively used in India as a raw material in the paper industry. Visits to four Indian plants using this long-fibre material form the subject of a synthesis giving numerous details concerning the process of making pulp and paper from bamboo. The different cooking processes employed are reviewed : kraft, sulphite, and neutral sulphite. Details are given of the conditions of bleaching and refining bamboo pulps. Original solutions have been adopted to cope with the problems of blade wear and the presence of silica. Costs of the raw material and of the resulting pulps are given, corresponding to more or less favourable situations. Indian pulps are seen to have relatively poor mechanical characteristics.*

*The Indian paper industry provides an example of the use of bamboo with satisfactory results.*

## RESUMEN

### EL BAMBU, MATERIA PRIMA EMPLEADA POR LA INDUSTRIA PAPELERA INDIA

El bambú es utilizado intensamente en la India como materia prima por parte de la industria papelera. Las visitas efectuadas a cuatro fábricas indias que emplean esta materia de fibra larga han dado lugar a una síntesis en la cual figuran numerosas precisiones acerca del proceso de fabricación de las pastas y papeles de bambú. Se examinan sucesivamente los distintos procedimientos de cocción aplicados : krafy, bisulfito, sulfito neutro y se precisan las condiciones de blanqueo y de refinado de las pastas de bambú. Diversas soluciones originales son puestas en aplicación para hacer frente a los problemas de desgaste de las cuchillas cañeras y a la presencia de sílice. Se indica también el precio de coste de la materia y de las pastas que corresponden a situaciones más o menos favorables. Puede considerarse que las pastas fabricadas en la India son relativamente débiles en cuanto a sus características mecánicas.

No obstante, la industria papelera india constituye un ejemplo de utilización del bambú con resultados satisfactorios.

## INTRODUCTION

La division de Cellulose du Centre Technique Forestier Tropical avait, entre 1954 et 1967, étudié un certain nombre d'échantillons de Bambous africains. Un essai semi-industriel à partir d'un échantillonnage de *Bambusa vulgaris*, originaire du Gabon avait été aussi réalisé.

Au laboratoire, les traitements appliqués couvraient toute la gamme des traitements classiques, et on avait obtenu sans difficulté des pâtes chimiques ainsi que d'autres catégories de pâtes entrant dans la catégorie des mi-chimiques et mécano-chimiques.

Les conclusions, en ce qui concerne les caractéristiques des papiers fabriqués, avaient été en faveur de cette matière première à fibre longue

susceptible de conférer aux papiers une grande résistance à la déchirure, comparable à celle observée au cours de l'emploi de pâtes de résineux. On avait toutefois mis en évidence, notamment au cours de l'essai semi-industriel, un certain nombre d'inconvénients : difficulté de mise en copeaux et de classage de fibres, raffinage des pâtes assez long, mauvais épaisseur des papiers.

Il avait été décidé, en conséquence, d'étudier plus particulièrement ces divers aspects de l'utilisation du Bambou au cours d'une mission d'information en Inde où l'on connaissait l'existence d'usines traitant cette matière première. On trouvera ci-après les conclusions de cette mission.

## L'INDUSTRIE INDIENNE DES PATES ET DES PAPIERS

### LA CONSOMMATION

En Inde, la consommation de papiers et cartons de toute nature s'est considérablement intensifiée ces dernières années. De 217.000 t dans les années 1950-51, elle est passée à 454.000 dans les années 1960-61, et à 669.000 t dans les années 1965-1966. Ceci représente un accroissement moyen annuel de 10 %. Ce tonnage consommé se composait de 116.000 t de papier journal et 553.000 t de papiers et cartons divers.

Il n'en reste pas moins que la consommation indienne de papiers et cartons est l'une des plus faibles du monde. Ce fait peut s'illustrer en comparant les chiffres de consommation par habitant et par an des principaux pays asiatiques et ceux du reste du monde :

U. S. A. ....	225	kg par habitant et par an		
Europe Occidentale .....	75	—	—	—
Japon .....	63	—	—	—
Cuba .....	24	—	—	—
Malaisie.....	11	—	—	—
Philippines ....	8,5	—	—	—

Ceylan .....	2,8	—	—	—
Pakistan .....	1,7	—	—	—
Inde.....	1,3	—	—	—

### LE MARCHÉ DES PAPIERS

A l'heure actuelle, l'industrie indienne est en mesure de fournir la presque totalité des papiers commercialisés, à l'exception du papier journal. C'est ainsi que l'Inde couvre, à l'aide de sa propre production, 98 % des fournitures en papiers impression écriture, 90 % en papier d'emballage, 95 % en cartons, 60 % dans les qualités spéciales. Mais, alors que les prévisions de consommation en papier journal ont été fixées à 300.000 t pour 1970-71, 450.000 pour 1975-76, et 600.000 pour les années 1980-81, dans le cadre de la planification économique, la production actuelle (celle de 1968) ne s'élève qu'à 30.000 t. On pense la porter à 75.000 t dans le courant de 1969 par la mise en service d'une nouvelle machine.

Le papier journal, fabriqué dans une seule usine construite avec des fonds publics, est donc le point

faible de l'industrie papetière indienne. L'Inde est fortement préoccupée par cette situation, car, ne disposant pas d'un réseau de télévision, elle compte sur le développement de l'information par la diffusion intense de la presse, rendue possible par le prix de vente très bas des quotidiens (10 à 13 centimes).

### LES RESSOURCES EN MATIÈRE PREMIÈRE CELLULOSIQUE

La forêt indienne qui couvre une superficie d'environ 700.000 km<sup>2</sup>, se compose à 93 % d'essences tropicales, le reste représentant un petit pourcentage de feuillus et résineux tempérés. Cette forêt représente une réserve de cellulose importante mais elle n'a que fort peu été exploitée par l'industrie papetière. L'industrie du sciage est au contraire florissante. L'exploitation du teck par l'ébénisterie, ainsi que celle d'essences sélectionnées pour divers usages prouvent l'intérêt porté à l'exploitation forestière.

En ce qui concerne la pâte à papier, une seule usine en Inde, et vraisemblablement la seule au monde à l'heure actuelle, traite les feuillus « tout venant » de la forêt tropicale, en mélange avec des Bambous. Les autres usines traitent uniquement du Bambou. Ce matériau cellulosique représente environ 70 % de la production indienne de pâte. On en a utilisé en 1965, environ 650.000 t. Cette

quantité ne représente pas la disponibilité totale du pays qui est évaluée à 2 millions de tonnes par an. Il a été établi cependant que ce chiffre ne pouvait guère être dépassé dans les années à venir. Aussi, compte tenu des prévisions de consommation pour la prochaine décennie, les spécialistes recherchent-ils dès maintenant de nouvelles sources de matières fibreuses. En dehors des Bambous, les matériaux sur lesquels on a fondé le plus d'espoirs sont la canne de jute, les roseaux et les feuillus de la forêt tropicale. D'autre part, l'Inde, pays sucrier, a d'énormes disponibilités de bagasse, évaluées à 5 millions de tonnes par an. Malheureusement, ces ressources sont très dispersées et c'est l'une des raisons pour lesquelles l'emploi de ce matériau ne se développe pas. Enfin, des plantations de feuillus sélectionnés, comme l'Eucalyptus de Mysore, sont entreprises dans un certain nombre d'états et pourront former un complément d'approvisionnement dans une dizaine d'années.

L'industrie papetière indienne, dont la capacité de production est très faible, vis-à-vis de la production mondiale, doit donc fournir un immense effort pour répondre aux besoins croissants du pays. L'exploitation en progression de la forêt tropicale, domaine dans lequel l'Inde se range parmi les précurseurs, dégagera d'importantes ressources de fibres courtes et permettra, en mélange avec des Bambous, de répondre favorablement à de nombreuses fabrications.

### SITUATION ET CRITÈRES DE CHOIX DES USINES VISITÉES

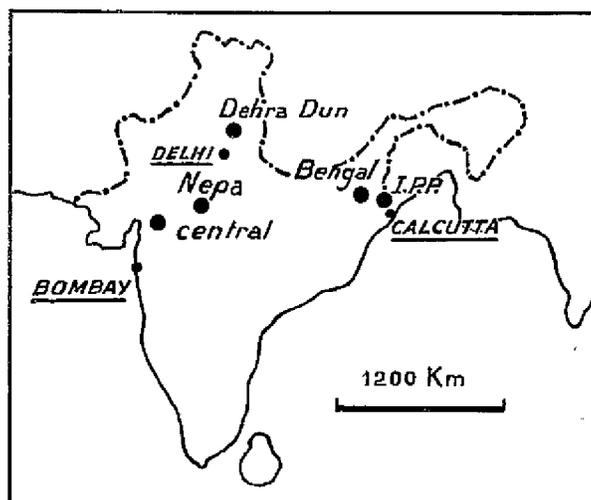
Dans la branche papetière, les entreprises indiennes n'atteignent pas les hauts niveaux de production des unités européennes. En Europe Occidentale, des unités de production de 200 à 300 t/jour sont loin d'être exceptionnelles alors qu'il n'en existe aucune de ce niveau en Inde : 80-100 t/jour est déjà d'un niveau élevé.

Les usines indiennes devant être visitées ont été choisies, d'une part, parmi celles dont la production était relativement importante, d'autre part parmi celles qui traitaient les Bambous par un procédé kraft, un procédé au sulfite neutre ou un procédé au bisulfite. Quatre usines ont finalement été retenues.

Ces 4 usines sont situées entre les 20° et 24° degrés de latitude nord ; 2 sont situées entre les 72° et 76° degrés de longitude est, les 2 autres entre les 82° et 86° degrés de longitude est. C'est un secteur géographique qui couvre la moitié septentrionale de l'Inde.

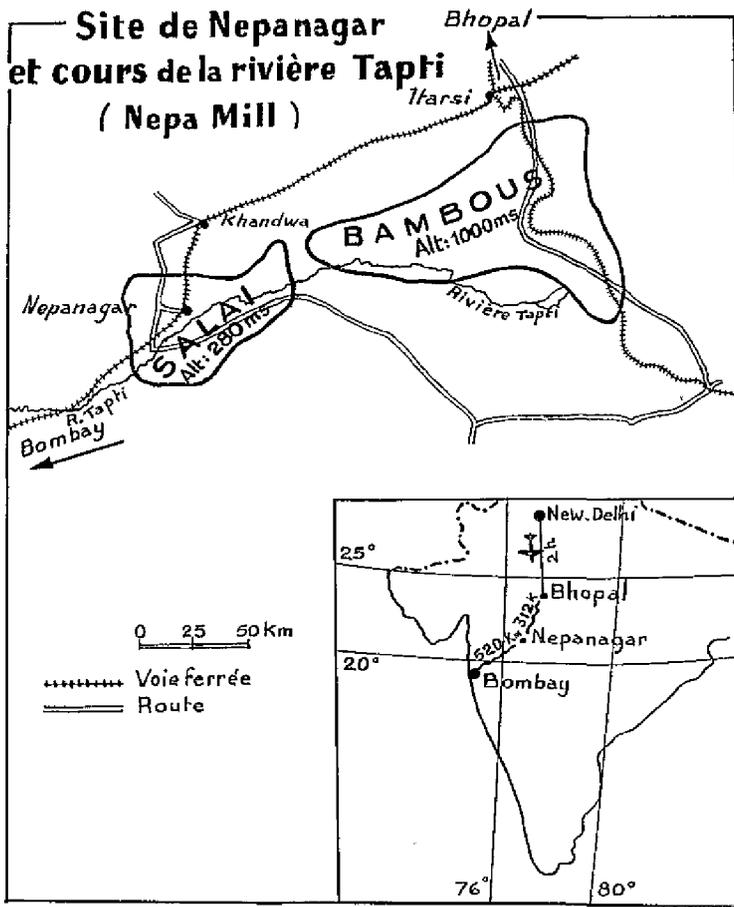
Les localisations géographiques de ces usines sont les suivantes :

Usine n° 1 : « National Newsprint and Paper Mills LTD » (Nepa Mill) à Nepanagar, état de Madhya Pradesh. Nepanagar est situé sur la voie ferrée reliant Bombay à Delhi à 500 km environ au Nord-Est de Bombay.



*Situation des usines et du Forest Research Institute.*

**Site de Nepanagar  
et cours de la rivière Tapti  
( Nepa Mill )**



National Newsprint and Paper Mills Ltd (Nepa Mill). Zone d'approvisionnement.

Usine n° 2 : « Central Pulp Mills, Limited », près de la ville de Fort Songad, état de Gujarat, à 80 km environ de la ville côtière de Surat.

Usine n° 3 : « Bengal Paper Mill Co, LTD », à Raniganj, district de Burdwan, Bengale occidentale.

Usine n° 4 : « India Paper Pulp Co, LTD » à Naihati, Bengale occidental.

**LA MATIÈRE PREMIÈRE  
SUR PIED**

**LES VARIÉTÉS PAPETIÈRES**

Les usines 1-2-3 utilisent le Salia (*Dendrocalamus strictus*). Dans l'usine n° 4, plusieurs variétés sont employées : Muli (*Melocanna bambusoïdes*), Balcooa (*Bambusa balcooa*), mais le plus gros contingent est encore fourni par *Dendrocalamus strictus*. Dans cette usine, les diverses variétés sont traitées séparément.

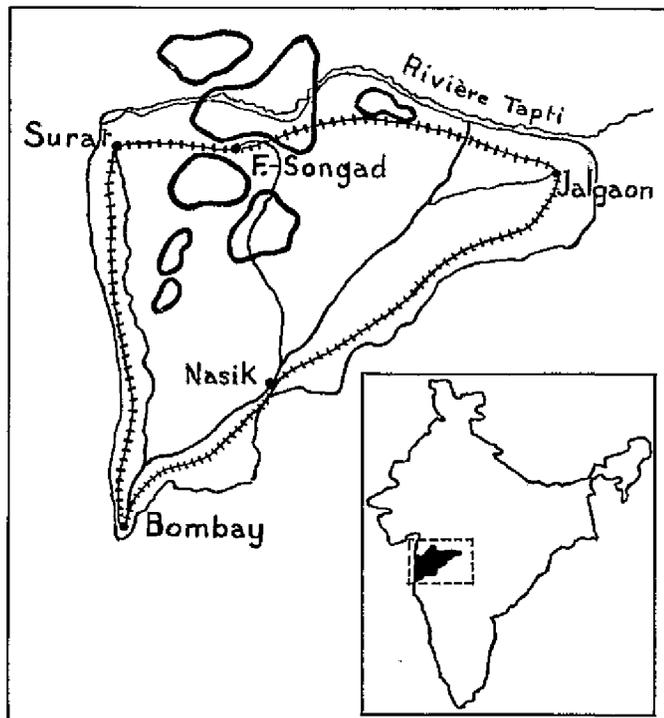
Des observations faites sur les lieux d'exploitation montrent que le *Dendrocalamus* pousse facilement, de préférence sur des collines à altitudes comprises entre 1.000 et 2.000 m, aux sols constitués de terres brunes, pierreuses (hard morrom stony soil), recouvrant un sous-bassement rocheux demi-dur. Cette couverture a une épaisseur variable suivant la pente et l'intensité du drainage. Ces zones de croissance sont bien arrosées : au moins 1.000 mm de précipitations annuelles et jusqu'à 1.500 à 2.000 mm.

Au contraire, *Bambusa arundinacea* est observé au fond des vallées sur sols noirs et profonds, non pierreux (deep black soil).

*Melocanna bambusoïdes* est le Bambou de l'Assam. C'est un Bambou mince et fin qui pousse avec d'autres variétés (tulda, kako, etc...) dans des régions beaucoup plus arrosées.

Les principaux foyers de Bambous en Inde sont :

- 1) à l'Ouest dans des zones entourant les



Central Pulp Mill. Périmètre d'exploitation et zones exploitées (1968) constituées de feuillus et bambous en mélange.

*Bengal Paper Pulp. Zones d'approvisionnement les plus rapprochées.*

bassins des rivières Tapti et Narmada recouvrant une partie des Etats de Gujarat et Madhya Pradesh ;

2) au Sud dans les provinces de Mysore et de Madras ;

3) à l'Est dans les provinces de Bihar et Orissa ;

4) à l'extrême Est dans l'Assam.

**FLORAISON.  
INCIDENCE PAPETIÈRE**

L'usine n° 2 était approvisionnée en Bambou fleuri. C'est un Bambou sec, de couleur grise produisant beaucoup de poussière à la mise en copeaux. L'utilisation papetière reste cependant possible d'après l'avis des spécialistes indiens, si toutefois le Bambou n'est pas altéré par les moisissures ou champignons. La floraison du *Dendrocalamus strictus* s'étant généralisée, l'usine n'a d'autres ressources que s'alimenter avec ce matériau et ceci jusqu'en 1972. Après quoi, elle exploitera le *Bambusa arundinacea*.

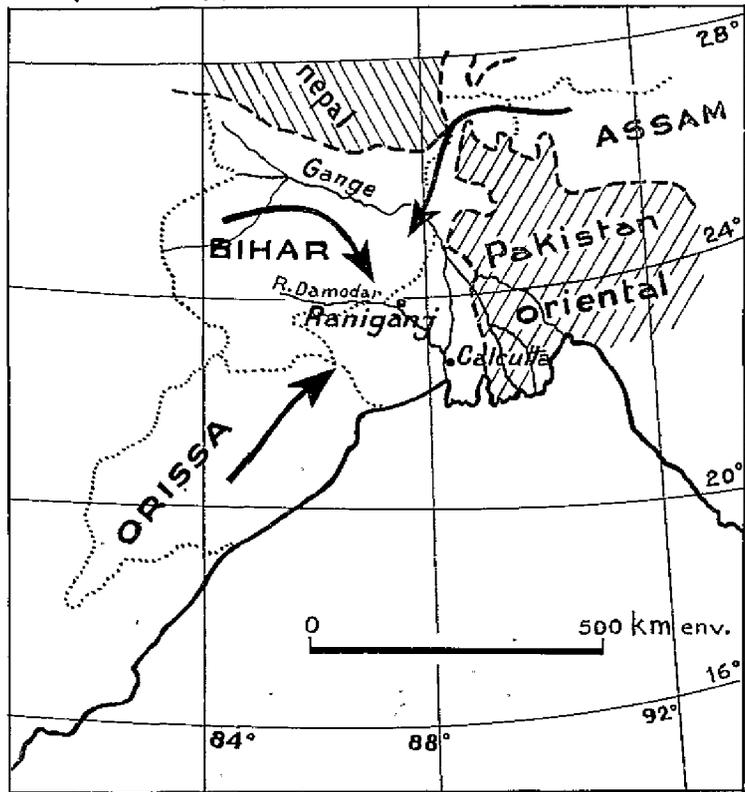
La floraison d'un Bambou naturel est difficilement prévisible. Elle peut être grégaire ou sporadique. Si cette floraison est grégaire, elle peut mettre une usine en difficulté. On peut limiter ces risques en choisissant des aires d'exploitation où sont représentés au moins deux variétés à cycles de floraison différents. Le cycle de floraison qui est de 40 ans pour le *Dendrocalamus strictus* peut d'ailleurs être accéléré par une mauvaise saison des pluies, et il est admis au contraire qu'il est susceptible de s'allonger avec une exploitation rationnelle.

**EXPLOITATION ET PRIX  
DE REVIENT DES BAMBOUS**

**PRINCIPE D'EXPLOITATION.  
CYCLE. RÉGLES PRATIQUES**

L'alimentation en matières premières des usines est l'objet d'un planning d'exploitation dont le prin-

*Sources d'approvisionnement de l'Indian Paper Pulp (I. P. P.) en matières fibreuses.*



cipe d'établissement est le suivant : la superficie du territoire exploitable est divisée en de nombreuses parcelles. Ces parcelles sont exploitées à tour de

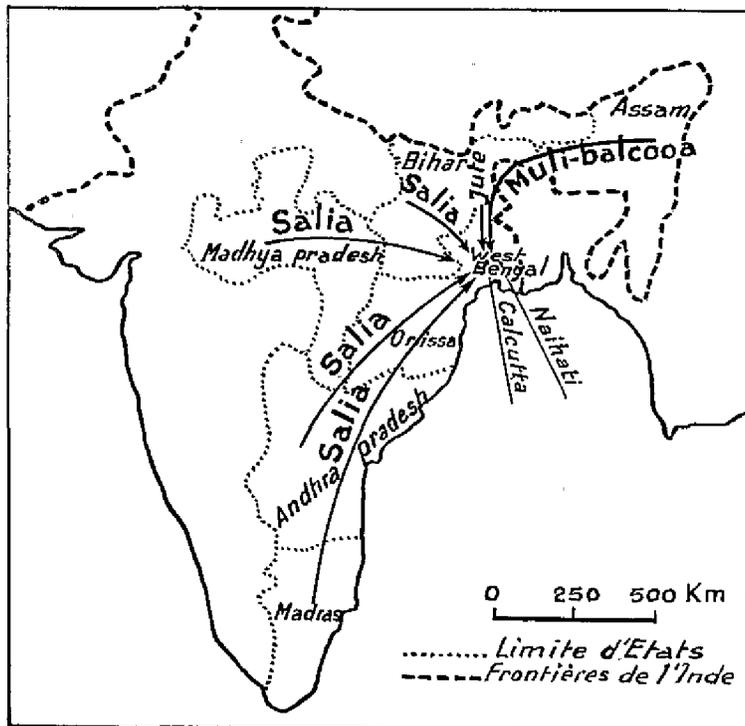




Photo Tissot.

*Etat de Gujarat. Touffe de bambous après floraison.*

rôle. La surface d'une parcelle représente une année de fonctionnement de l'usine. Une fois exploitée, la parcelle est abandonnée pendant quatre ans. L'exploitation, comme on le verra plus loin, prélève sur chaque touffe de bambous, les tiges arrivées à maturité, en laissant au moins 10 tiges par touffe.

La surface d'exploitation nécessaire à l'alimentation de l'usine en Bambous résulte d'un calcul simple :

Pour une firme de 100 t/jour à 40 % de rendement il faut 250 t de Bambou par jour soit  $350 \times 250 = 82.500$  t/an de Bambou. Le rendement annuel varie de 0,5 à 1 t par acre (1,25 à 2,5 t/ha) soit en moyenne 0,75 t/acre, ce qui nécessite donc 110.000 acres d'exploitation. C'est-à-dire environ 50.000 ha.

#### SITUATION DES AIRES D'EXPLOITATION

Deux cas sont à distinguer selon qu'on a affaire à une usine de construction récente ou ancienne. L'usine n° 2 appartient à la première catégorie et les ressources en Bambou ne sont pas pour l'instant à plus de 50 km. Dans les années à venir, cette distance moyenne d'exploitation devrait normalement

augmenter sans toutefois aller au-delà de 200 km. Dans le 2<sup>e</sup> cas qui est celui des usines 3 et 4, le voisinage n'offre depuis longtemps plus aucune disponibilité et les efforts de reboisement sont restés très insuffisants. Alors que ces usines sont situées au cœur du Bengale, on va chercher les Bambous dans des provinces aussi lointaines que l'Assam, le Bihar, l'Orissa et même pour l'usine n° 4 la région de Madras ce qui représente des distances comprises entre 500 et 1.500 km.

L'usine n° 1 est un cas intermédiaire avec des distances comprises entre 130 et 250 km. Dans les zones proches de l'usine, il n'y a pas de Bambous, mais des peuplements naturels de *Boswellia serrata*, exploités pour la fabrication de pâte mécanique.

#### RENDEMENT A L'HECTARE

L'exploitation du Bambou en peuplements naturels fournit de 1,5 à 2,5 tonnes à l'hectare et par an. Dans les massifs forestiers où Tecks et Bambous coexistent, le rendement est un peu plus élevé et atteint 3,5 t par hectare et par an. Le Bambou de plantation fournirait un rendement de 5 t par hectare et par an sans irrigation et un rendement de 10 t avec irrigation.

## PRIX D'ACHAT DES BAMBOUS

L'usine peut posséder son propre service d'exploitation. Elle verse dans ce cas une royauté à l'état dont elle dépend. Cette faible redevance, dont le montant était de 7 roupies par tonne (soit 5,18 F) dans le cas des usines n<sup>os</sup> 1 et 2, place l'usine dans de bonnes conditions d'exploitation. Dans le cas de l'usine n<sup>o</sup> 3, le prix d'achat, à des exploitants particuliers de Bambou coupé et chargé, s'élevait à 90 roupies par tonne, soit 66,6 F.

## MODALITÉ DE LA RÉCOLTE

La coupe du Bambou est pratiquée en continu à l'exception de la saison des pluies, soit pendant 9 mois sur 12. Les coupeurs sont recrutés dans les environs proches du lieu d'exploitation. Ce sont des paysans qui obtiennent de cette façon quelques revenus supplémentaires. Ils sont payés au poids de Bambou ou au nombre de tiges. Ainsi l'usine n<sup>o</sup> 2 donne 30 roupies (soit 22,2 F) pour une tonne de bambous coupés et liés. L'usine n<sup>o</sup> 1 donne 50 roupies (37 F) pour 1.000 tiges de Bambous coupés et liés. Un coupeur fournit de 100 à 200 tiges par jour, le rendement dépendant des conditions de coupe (terrain plus ou moins accidenté ou en pente) et de la distance au lieu de chargement.

Un coupeur gagne donc environ 5 roupies par jour (3,70 F). Il faut noter que toutes les opérations forestières sont faites manuellement, l'outil de coupe étant la machette.

Les Bambous sont exploités suivant des règles précises établies par le Gouvernement Central après consultation de l'Institut de Recherches de Dehra Dun. Pour en favoriser l'application, les usines ont la possibilité de passer des accords de longue durée (40 ans) avec leurs états respectifs. Les indications suivantes sont fournies sur le terrain pour n'abattre que les Bambous arrivés à maturité :

1<sup>re</sup> année, la tige est blanchâtre, les feuilles sont étroitement liées à la tige.

2<sup>e</sup> année, la tige devient verte, les feuilles se détachent de la tige.

3<sup>e</sup> année, les feuilles tombent, } maturité  
la tige est toujours verte

4<sup>e</sup> année, la tige devient jaunâtre }

5<sup>e</sup> année, une partie de la tige se dessèche.

D'après les règles de coupe, on doit laisser au moins 10 tiges par touffe. On ne revient sur la même touffe qu'une fois tous les 4 ans. Avant l'enlèvement des tiges normales, la touffe est soigneusement débarrassée de toutes

ses tiges mortes et des tiges mal formées ou cassées si toutefois la touffe contient plus de 10 tiges. Si la touffe contient moins de 10 tiges, on n'y pratique aucune éclaircie.

## TRANSPORT DES BAMBOUS

Routes et voies ferrées font, dans la plupart des cas, partie de l'infrastructure du pays.

Le coût du transport par camion est d'environ 0,8 F par tonne et par km, pour un chargement maximum de 3,5 t de Bambou sec. Le tarif chemin de fer est 7 à 8 fois moins coûteux que le transport par camion. Mais ce mode de transport est rendu particulièrement complexe en raison de la non-uniformité de l'écartement des voies qui caractérise le réseau ferré indien. De plus, les Bambous venant d'Assam ne peuvent pas traverser le Pakistan pour des raisons politiques et sont dérivés par le Nord ce qui augmente considérablement les distances.

La capacité d'un wagon de 42 m<sup>3</sup> correspond à 22 t de Bambou vert. La densité de chargement du



*Forest Research Institute (Dehra Dun).  
Touffe de bambous (plantation expérimentale).*

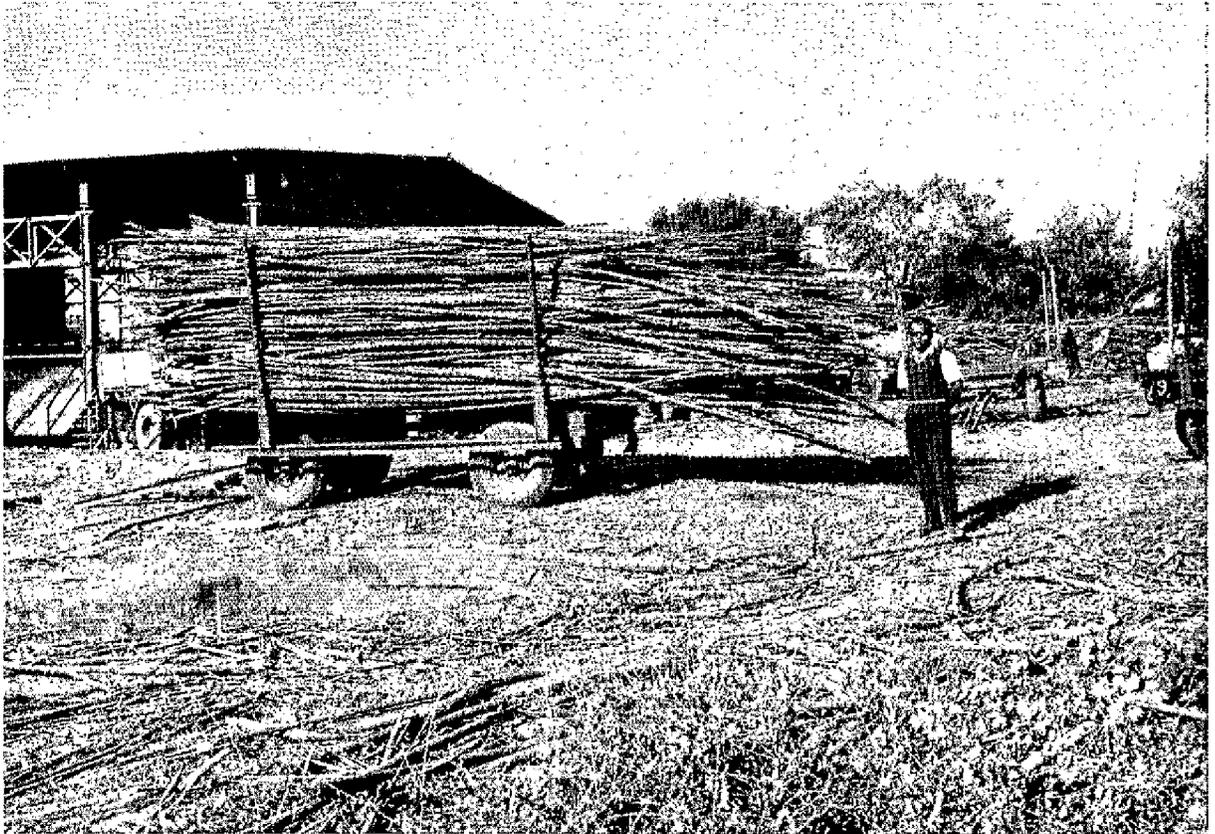


Photo Tissot.

Central Pulp Mill. Remorque chargée de 1,5 t de bambous.

*Dendrocalamus strictus* est de 200 kg/m<sup>3</sup> à l'état sec. Elle tombe à 100 kg pour *Melocanna bambusoïdes* qui est moins dense. Les Bambous sont transportés par tiges entières sur camions et par morceaux de tiges de 2 à 3 m de long par chemin de fer.

La densité de chargement de Bambous en copeaux est sensiblement la même.

L'incidence des frais de transport sur le coût du Bambou rendu usine, toutes taxes comprises, représente 47,3 % de ce coût dans l'usine n° 1, 58 % dans l'usine n° 2 et 27,6 % seulement dans l'usine n° 3 qui est cependant une usine à Bambous « lointains » transportés par chemin de fer. L'incidence pour l'usine n° 4 n'a pu être déterminée avec exactitude.

#### COÛT DU BAMBOU RENDU USINE

Le Bambou compté en poids sec revient entre 7 et 10 centimes le kg rendu à l'usine. Ce prix tient compte outre le transport, du coût des opérations de déchargement, et éventuellement de mise en piles.

Il est intéressant de signaler que l'usine n° 3 s'approvisionne aussi en feuillus tropicaux divers qui seront cuits en mélange et qui reviennent à 84, 9 F la tonne (non sciée) soit légèrement moins cher que le Bambou pour des provenances identiques. Le tarif de transport est en effet établi sur la base du nombre de wagons et non du poids transporté ce qui favorise les feuillus qui sont plus denses que le Bambou.

### UTILISATION PAPETIÈRE DES BAMBOUS

#### LE STOCKAGE

Les Bambous sont, dans la plupart des cas, stockés en pile. Les piles peuvent avoir les dimensions de 30 × 4,5 m sur 6 m de haut. Pour une usine de 100 t/jour, la superficie du parc est de 80 ha. Le volume stocké correspond ainsi à une année de

fonctionnement. Toutefois, l'usine n° 2 stocke seulement pour la durée de la saison des pluies, c'est-à-dire 3 mois. En temps normal elle évite le stockage en chargeant les Bambous sur des remorques tractées d'une capacité de 1,5 t, qui alimentent directement les chaînes de coupe.

Toutes les opérations de déchargement et de mise en pile sont manuelles. La reprise des Bambous sur parc est assurée soit par des chariots, soit par de longues files de manœuvres transportant sur la tête des fardeaux de 15 à 30 kg.

Aucun traitement fongicide n'a été observé quelle que soit l'usine visitée.

### LA MISE EN COPEAUX

La mise en copeaux des Bambous pose un certain nombre de problèmes qui ne se rencontrent généralement pas avec les bois feuillus. En effet, les Bambous ont la particularité de contenir une quantité élevée de silice. Le silice a un grand pouvoir désaffûtant. Le désaffûtage du couteau est donc prévisible à plus ou moins courte échéance. Il est vraisemblablement aggravé par un effort accru pour entamer les tiges de Bambous protégées par une pellicule très résistante. Si on s'accorde en général pour attribuer à la silice une série de difficultés rencontrées au coupage et dans la suite du traitement, on est plus partagé sur l'intérêt de couper les Bambous à l'état sec ou à l'état vert. Ainsi l'usine n° 1 emploie par principe du Bambou sec ou tout au moins qui a perdu une grande partie de son eau d'origine. On

pense, en effet, dans cette usine, que le Bambou vert demande plus d'alcali, produit davantage de longs éclats, et donne des copeaux moins uniformes. L'usine n° 2 utilise nécessairement du Bambou sec, puisqu'il s'agit de Bambou « fleuri », et en est satisfaite. L'usine n° 4 préfère traiter des Bambous verts non sans difficulté cependant en raison de la formation de lanières éliminées au classage.

### Solutions apportées par les différentes usines pour favoriser la coupe.

#### TRAITEMENTS APPLIQUÉS AUX COPEAUX.

Pour favoriser l'opération de coupe, l'usine n° 2 pratique la méthode de crushing qui consiste à écraser la tige de Bambou entre 2 cylindres cannelés. Cette usine lave ensuite systématiquement ses copeaux dans un grand courant d'eau. L'usine n° 1 effectue un arrosage superficiel des tiges alors que l'usine n° 3 plonge les tiges dans un bassin avant la coupe. L'usine n° 4 n'effectue aucun traitement.

Ce traitement à l'eau est considéré comme un moyen d'enlever une partie de la silice superficielle. Cependant, la quantité totale de silice n'est pas notablement diminuée (3 % au lieu de 3,7 % à l'usine n° 3) ou même reste inchangée (usine n° 2).

*Central Pulp Mill, Déchargement de tiges de bambous.*

Photo Tissot.



On élimine ainsi les particules de terre ou de sable adhérent aux Bambous.

TABLEAU N° 1

	Usine n° 1	Usine n° 2	Usine n° 3	Usine n° 4
Etat du Bambou	Sec	Fleuri sec	Sec	Vert
Lavage	Simple arrosage	Oui	Pas systématique	Non
Ecrasement (crushing)	Non	Oui	Non	Non
Formation de lanières ou longs éclats	Non	Non	Non	Beaucoup
% Cendres principalement silice	2 %	6,4 % identique après lavage	3,7 % après lavage	3-5 %

#### TRAITEMENT DES COUPEAUX.

L'usine n° 1 a étudié le problème de l'usure des coupeaux, et a notablement amélioré le rendement de ses coupeuses en appliquant le traitement ther-

mique suivant : acier de départ au chrome molybdène, dureté Rockwell 32 chauffé à 580 °C pendant ½ h. Après refroidissement, nouveau chauffage à 980 °C pendant 35' et refroidissement à l'air. La dureté s'élève alors à 58.

#### Les coupeuses.

Ce sont des coupeuses à disque rotatif comprenant 6 à 10 coupeaux. Les puissances vont de 90 à 250 CV. Les marques sont : Voith, Wigger (Allemagne), KMV (Suède), KMV-Tata (Inde). L'installation de crushing et de coupage à l'usine n° 2 est d'origine japonaise.

Après la coupe, les copeaux sont classés sur tamis et les refus renvoyés sur concasseur avant recyclage. A l'usine n° 4, les lanières et les longs éclats qui se forment en abondance sont stockés sur parc en vue d'un traitement isolé.

La taille et l'épaisseur des copeaux de *Dendrocalamus strictus* varient beaucoup d'une usine à l'autre. *Melocanna bambusoides* donne des copeaux très minces — *Bambusa balcooa* des copeaux très épais. Les diverses variétés de Bambous sont coupées séparément.

Le Bambou séché sur parc donne peu de poussière, alors que le Bambou « fleuri » donne un pourcentage élevé de débris irrécupérables.

TABLEAU N° 2

	Usine N° 1	Usine N° 2	Usine N° 3	Usine N° 4		
Production copeaux en tonnes/j. ....	100	150	200	80		
Nombre de coupeuses .	2	2	10	4		
Puissance (CV) .....	150	250	135-150-125	90-125-150 (2)		
Nombre de coupeaux par coupeuses .....	10	8	6-5-7	4-6-7-7		
Poids de copeaux par coupeau avant réaffûtage (t) .....	7	9,4	1,5-2	—		
Nombre d'heures de marche sans réaffûtage (h) .....	34	24	5-10			
Aspect des copeaux	gros copeaux plus longs que larges ; à coupe franche, très oblique	petits copeaux rectangulaires plus ou moins fragmentés dans le sens longitudinal	copeaux moyens à coupe oblique ; beaucoup d'aiguilles	<i>Salia</i> copeaux minces, irréguliers éclats	<i>Balcooa</i> copeaux épais aussi longs que larges	<i>Muli</i> copeaux très minces beaucoup d'aiguilles
Pertes au classage.....	2 %	7 % env.	5 % env.	5 % env.		
Traitement des coupeaux	thermique	non	stellitage	non		
Provenance acier, dureté	Flinger Company (France) 58 Rockwell	Forges d'Anor (France)	Suède 55-56 Brinell			

Une classification favorable obtenue à l'usine n° 3 après réaffûtage des copeaux donne 80 % de copeaux entre 1 cm et 3,5 cm. Le désaffûtage des copeaux augmente le nombre de particules fines.

De ce qui précède on peut retenir que l'écrasement des tiges avant coupage ou « crushing » n'offre pas une preuve évidente de supériorité et la puissance dépensée par tonne de Bambou est importante. Au contraire, l'arrosage des tiges de Bambou que justifie le poussierage abondant de la saison sèche est certainement une pratique favorable. Enfin, le stellitage des copeaux ou mieux le traitement thermique diminuent la fréquence des réaffûtages.

### OBTENTION DE LA PÂTE À PAPIER

#### La cuisson.

Les procédés mis en œuvre pour la cuisson du Bambou sont les suivants : procédé soude-sulfure de sodium appelé aussi procédé kraft (usines n°s 1-2-3) — Procédé acide au bisulfite de magnésium (usine n° 4) — Procédé au sulfite neutre (usine n° 2). Le procédé kraft et le procédé au bisulfite de magnésium conduisent à l'obtention de pâtes chimiques. Le procédé au sulfite neutre permet la fabrication de pâte à haut rendement.

L'usine n° 1 applique un procédé de cuisson kraft en 2 phases dont le principe a été établi en Inde en 1925. Mais les unités modernes ont abandonné ce procédé. L'usine n° 4 est la seule en Inde et probablement au monde, à traiter le Bambou au bisulfite de magnésium. Ce réactif est d'un emploi relativement courant dans les usines européennes qui l'appliquent au traitement des résineux. Mais, le procédé employé dans le cas des résineux ne peut, comme on va le voir, s'appliquer au bambou

qu'avec de notables modifications portant sur le degré d'acidité, la durée de la cuisson et la température de cuisson.

Les cuissons de Bambous sont effectuées en lessiveurs discontinus (usines n°s 2 et 4) ou en lessiveurs continus (usine n° 3). La cuisson en continu est une technique récente. Appliquée au Bambou, elle constitue une innovation. Les techniciens indiens ont voulu franchir une étape supplémentaire en cuisant par ce procédé, non seulement du Bambou à 100 %, mais encore un mélange 40-60 % de feuillus et Bambous. Il y a, à la base de cette réalisation, des raisons de force majeure pour l'usine en question. L'usine n° 3 était en phase de développement et cherchait à augmenter sa production avec un minimum d'investissements. Par ailleurs, en considération du peu de place disponible, un lessiveur continu était ce qu'il y avait de moins exigeant.

Les feuillus mélangés aux Bambous à l'usine n° 3 proviennent de la forêt tropicale où ils sont prélevés sans sélection. On sait toutefois qu'une essence très abondante, le Salai (*Boswellia serrata*), représente à elle seule 70 % du volume de bois. Parmi les 30 % restants, on a identifié certaines essences telles que *Casuarina equisetifolia*, *Butea frondosa*, *Acacia auriculiformis*, mais il s'agit de cas isolés car on ignore le plus souvent la composition des mélanges.

Ce type de fabrication a nécessité une mise au point un peu longue, mais les résultats obtenus sont actuellement satisfaisants.

#### Les conditions de cuisson.

##### CUISSON KRAFT

Les conditions de cuisson sont résumées dans le tableau n° 3.

TABLEAU N° 3

	Usine N° 1		Usine N° 2		Usine N° 3
	1 <sup>re</sup> phase	2 <sup>e</sup> phase	Pâte écrue	Pâte blanche	
Fabrication .....	100 % Bambou		100 % Bambou		60 % Bambou 40 % Feuillus Continu
Type lessiveur .....	Discontinu		Discontinu		1
Nombre de lessiveurs .....	3		3		1
Capacité (m <sup>3</sup> ) .....	57		100		1
Humidité des copeaux % .....	15 en saison sèche	30 en saison humide	35-40 après lavage		15-30
% alcali actif (NaOH + 1/2 SNa <sup>2</sup> en Na <sup>2</sup> O) .....	13,5		14	18	18
Sulfidité % .....	18		25-28	25-28	20
Rapport liquide/matière première .....	2,5/1		2,7/1	2,7/1	3/1
Durée totale de cuisson (h) .....	4 h 30		3 h 45	4 h	4 h dont 1 h à 170 °C (1)
Pallier intermédiaire .....	Non		Oui	Non	
Durée du pallier terminal (h) .....	1 h	1 h entre 165 et 155 °C	(1 h à 135 °C) 15'	2 h	
Température max. (°C) .....	120 °C	165 °C	155 °C	160 °C	170 °C
I. MnO <sup>4</sup> K .....	21		24-26	14-16	17-18
Rendement % .....	48 %		50 %	40 %	45 %
Production t/j .....	40 t		80 t		110-125 t

(1) Le cycle de la cuisson continue comprend 1 h 30 d'imprégnation, 1 h de cuisson et 1 h 30 de lavage.

On remarque que les techniciens indiens cuisent les Bambous dans des conditions voisines de celles de mélanges de feuillus tropicaux africains avec une quantité d'alcali actif comprise entre 14 et 18 % comptée sur le bois sec, et des sulfidités assez classiques.

Les rendements en pâte, compris entre 40 et 50 %, dépendent de la température de cuisson et du degré de délignification final. Ces valeurs sont peut-être légèrement inférieures à ce que l'on observe avec des bois feuillus, mais elles restent cependant dans des limites économiquement acceptables.

Les densités de chargement en lessiveur sont de 200 kg/m<sup>3</sup> pour *Dendrocalamus strictus* qui est un Bambou dense, et tombent à 100 kg avec *Melocanna bambusoides*, Bambou léger.

#### CUISSON ACIDE

Cette cuisson se pratique uniquement à l'usine n° 4. Les conditions sont les suivantes :

% MgO par rapport au bois sec : 6,5 %-6,8 %  
 % S par rapport au bois sec : 7,0 %-7,5 % (soit 14 %-15 % de SO<sup>2</sup>).

Rapport liquide/bois sec : 4/1.

Durée totale de la cuisson : de 13 heures à 16 heures.

Palier intermédiaire de 3 heures à 120 °C.

Température maximale : 160 °C.

Durée du palier terminal : 3 h.

Indices de permanganate généralement obtenus avec ces conditions :

*Bambusa balcooa* : 20.

*Dendrocalamus strictus* : 25.

*Melocanna bambusoides* : 18.

Production : 30-35 t/jour.

La composition moyenne d'une liqueur de cuisson est :

SO<sup>2</sup> total : 4,00 %.

SO<sup>2</sup> libre : 1,84 %.

SO<sup>2</sup> combiné : 2,6 %.

SO<sup>2</sup> combiné/SO<sup>2</sup> total % : 65.

Alors que les lessives de cuisson des feuillus et résineux des régions tempérées contiennent habituellement 30 à 35 % de SO<sup>2</sup> combiné, ce pourcentage est ici beaucoup plus élevé. Cette teneur est portée à 72 % en début de cuisson par l'adjonction de magnésie. On comprend qu'il soit possible dans ces conditions de cuire le Bambou à 160 °C qui est une température élevée pour ce procédé. La durée de la cuisson est très longue, ce qui limite sensiblement l'intérêt de ce procédé, d'autant que les pâtes obtenues ne sont pas pour autant très délignifiées.

#### CUISSON AU SULFITE NEUTRE

La haute teneur en hémicelluloses des pâtes obtenues rend ce procédé intéressant pour la fabrication de papiers spéciaux (ingraissable, cristal). L'usine n° 2 fabrique ainsi un beau papier

simili sulfurisé après raffinage en pile à cylindre en lave.

La pâte mi-chimique est fabriquée en lessiveur chemisé d'acier inoxydable d'une capacité de 100 m<sup>3</sup>. La quantité de sulfite par rapport au bois sec est de 16 %. On tamponne au carbonate de sodium dans le rapport 1/7. Le pHI de la solution est de 7,5. Le diagramme de cuisson est le même que celui de la pâte kraft de Bambou à blanchir. La quantité de sulfite dans les liqueurs résiduelles s'élève à 12 g/l. Le rendement obtenu est de 62-65 %. La production atteint 30 t/jour.

#### Lavage des pâtes.

Le lavage s'effectue sans difficulté, après élimination des incuits, dans des filtres à vide Kamyrr ou similaires alimentés en eau chaude à 50-60 °C. Pour des cuissons discontinues, des séries de trois filtres sont nécessaires. Dans le cas de cuissons en lessiveur continu, la pâte partiellement lavée à la sortie du lessiveur puis classée sur appareil IMPCO, nécessite un matériel moins important. C'est la technique appelée « hot screening » ou classage à chaud. Il y a un risque de formation de mousse avec cette technique de lavage.

#### Epuración de la pâte.

La pâte de Bambou est fortement diluée avant classage. Sa concentration tombe à 0,6-0,8 %. L'épuration s'effectue sur classeurs rotatifs. Le diamètre de perforation des grilles va en décroissant dans le cas de classage à plusieurs étages.

Les perforations ont les diamètres suivants :

Usine n° 1 : 3 étages avec respectivement des perforations de 2, 1,6 et 1 mm.

Usine n° 2 : 2 étages avec 2, 1,8 mm.

Usine n° 3 : 1,57 mm (mélange feuillus bambous).

Usine n° 4 : 2 mm.

Les rejets de classage sont renvoyés aux lessiveurs.

Les marques de classeurs sont les suivantes : Biffar, Cowan, Bird Screen.

Le classage est généralement complété par un passage en épurateur tourbillonnaire situé le plus souvent en tête de machine. L'usine n° 2 procède ainsi à une épuration centrifuge en 2 étages avec 36 Bird Cyclean pour le 1<sup>er</sup> étage (concentration 0,5 % - pression d'entrée 1,7 kg/cm<sup>2</sup>) et 5 autres pour le 2<sup>e</sup> étage. L'usine n° 3 fait une épuration centrifuge sur pâte blanchie, et enlève les bûchettes ayant résisté à l'action des réactifs de blanchiment. L'usine n° 4 possède des batteries d'épurateurs tourbillonnaires à l'entrée de toutes les machines.

Une classification type de pâte, à l'usine n° 2 sur appareil Clark, est la suivante :

		Ecrue	Blanchie
Retenu sur tamis n° 20	.....	55,5 %	56,5 %
— — — — —	50	74,8 %	76 %
— — — — —	65	86,3 %	88,3 %
— — — — —	125	92,8 %	95,5 %

Passant à travers le tamis de

125.....	7,2 %	4,5 %
Une classification sensiblement identique a été observée à l'usine n° 1 sur appareil Bauer Mac Nett.		
Retenu sur tamis n° 28 .....	48	55-60
— — 48 .....	88-90	
— — 150 .....	90-94	

Ces indices de rétention sont élevés, et assez voisins de ceux des pâtes de résineux.

### Blanchiment.

En Inde, le niveau de blancheur exigé pour les pâtes à papier ne semble pas particulièrement élevé. Les valeurs de 75-80° photovolt qui sont admises se situent en effet assez loin des blancheurs de 85-90° que l'on obtient généralement dans les usines européennes.

Le blanchiment s'effectue en 3 ou 4 phases : 1 chloration-1 sodation-1 ou 2 phases d'hypochlorite de calcium. La quantité totale de chlore consommée atteint une moyenne de 10 % dans le cas de la pâte kraft. Elle s'élève à 14 % pour le bisulfite qui donne avec les Bambous des pâtes relativement peu délignifiées. On n'emploie nulle part de réactifs tels que le bioxyde de chlore ou les peroxydes qui permettraient d'atteindre des blancheurs plus élevées.

La blancheur des pâtes de Bambous dans les usines visitées peut être considérée comme normale compte tenu du traitement appliqué. Il n'en est pas

de même de la stabilité qui est très nettement insuffisante puisque un mois après le prélèvement d'échantillons la pâte de l'usine n° 1 était tombée à 45° photovolt, celle de l'usine n° 4 (bisulfite Mg) à 62. Cela est imputable d'une part au mode opératoire probablement mal adapté ainsi qu'à une mauvaise qualité de l'eau, d'autre part à la matière traitée, les pâtes de Bambous n'étant pas particulièrement stables.

Le blanchiment s'effectue d'une façon classique. Les réactifs de blanchiment sont introduits et mesurés d'une façon automatique dans des mélangeurs. Les circuits comportent des régulateurs de densité en amont des tours de blanchiment et un filtre laveur en aval. Le chlore est acheté et stocké en réservoir ou en bouteilles à l'exception de l'usine n° 1 qui fabrique son chlore par électrolyse. L'hypochlorite est fabriqué sur place par action du chlore sur un lait de chaux à 30 g/l, en maintenant un léger excès de CaO (5 g/l) ; la réaction s'effectue à 30 °C ce qu'on ne peut obtenir en saison chaude qu'en refroidissant.

Le détail des opérations de blanchiment est indiqué au tableau n° 4. Pour l'usine n° 3 on notera que les conditions de blanchiment s'appliquent au mélange feuillus-bambous.

### Séchage de la pâte.

Cette phase de la transformation n'est évoquée que pour signaler l'installation originale de l'usine

TABLEAU N° 4

Procédé	Usine N° 1	Usine N° 2	Usine N° 3	Usine N° 4
	Kraft	Kraft	Kraft	Bisulfite Mg
1 <sup>re</sup> phase chloration				
Consommation en chlore %...	5-6	5,5-5	6	7,5
Concentration %.....	3,5	3	3	3
Température °C.....	30	30-35	22-38	25-32
Durée.....	1 h 30	15-20'	45-60'	1h
Lavage + 2 <sup>e</sup> phase : Sodation				
Consommation NaOH % ....	2-3	2-2,5	2	Pas d'extraction sodique
Concentration %.....	13-14	10-12	10	
Température °C.....	30	30	50	
Durée .....	3 h	1 h 15-1 h 30	1 h	
Lavage + 3 <sup>e</sup> phase : Hypochlorite calcium				
Consommation en chlore actif % .....	3-4	2,5	3,5	2
Concentration %.....	12-13	12	10	5
Température °C.....	30	38-40	40	25-32
Durée .....	3 h	2 h 30	2 h 30	2 h
Photovolt .....	60-65		72	
Indice de Cu .....			1,8	
Lavage + 4 <sup>e</sup> phase : Hypochlorite calcium				
Consommation en chlore actif %.....	Pas de 2 <sup>e</sup> phase d'hypochlorite	2,5	Pas de 2 <sup>e</sup> phase d'hypochlorite	5,5
Concentration %.....		12		5
Température °C.....		38-40		25-32
Durée .....		2 h 30		3-4 h
Photovolt .....		79-80		78-80
Indice de Cu .....				1,6

TABLEAU N° 5

Résultats des analyses effectuées au C. T. F. T. sur des pâtes de bambous indiennes

Usines	Usine N° 1		Usine N° 2		Usine N° 3		Usine N° 4	
	Kraft 100 % Bambou		Kraft 100 % Bambou		Kraft 70 % B. Bambou + 30 % F. Feuillus + Sabai		Bisulfite Mg 100 % Bambou	
	Ecrue	Mi-blanchie	Ecrue	Blanchie	Ecrue	Blanchie	Ecrue	Blanchie
L. Rupture	5.200	5.800	5.500	3.000	5.900	5.500	4.600	4.900
Eclatement	28	33	32	18	33	25	25	30
Déchirure	77	82	86	44	95	62	90	100
D. Plis	18	25	20	1	25	3	4	20
Porosité	50	30	60	40	25	18	30	40
Allongement %	2,5	3,2	3,4	2,5	3,4	3,0	3,2	3,2
Main	1,55	1,55	1,55	1,55	1,5	1,35	1,5	1,5
Photovolt	28,5	45	29	77	26	72	37,5	62
Opacité		79,5		70		70		71
I. MnO <sup>4</sup> K	16,8		22,5		21,5		17	
D. P.	935				1.260		1.175	

TABLEAU N° 6

Résultats moyens des études antérieures effectuées au C. T. F. T. sur divers bambous

Caractéristiques à 40° SR	Longueur rupture	Eclatement	Déchirure	D. Plis	Porosité	Allongement %	Main	Photovolt
Moyennes pour pâtes écrues de Bambous « africains »	4.900-7.100	23-43	170-230	50-200	6-20	1,8-2,5	1,8 2,1	24-31

TABLEAUX N°s 7 et 8

Résultats des analyses effectuées au C. T. F. T. sur des copeaux de bambous indiens

a) Résultats de cuisson (tableau n° 7)

N° de cuisson	Bambous	Provenance	Rendement pâte brute	Rendement pâte classée	NaOH restant g/l	I. MnO <sup>4</sup> K	Photovolt
T. 477 1	<i>Melocanna bambusoides</i> (Muli)	Usine N° 4	46,4	46,3	7,2	14	27
2	<i>Bambusa balcooa</i> (Balcooa)	Usine N° 4	43,2	42,6	10	15	28,5
3	<i>Dendrocalamus strictus</i> (Salia)	Usine N° 4	43,5	43,2	9,6	14,6	29,5
4	Salia	Usine N° 2	42,1	41,9	4	19,4	21,5
6	Salia	Usine N° 1	42,6	42	4,4	22,8	22,5
7	Salia	Usine N° 3	44,3	43,9	5,2	23,3	20,5

b) Caractéristiques mécaniques à 40° SR (tableau n° 8)

	L. Rupture	Eclatement	Déchirure	D. Plis	Porosité	Allongement %	Main
Muli	6.200	36	158	105	9	2,5	1,9
Balcooa	7.400	43	175	500	5	3,0	1,6
Salia Usine n° 4	7.520	46	184	800	4,6	3,2	1,7
*Salia Usine n° 2	6.780	36	86	68	12,1	2,7	1,7
Salia Usine n° 1	6.180	39	165	150	15,9	2,6	1,8
Salia Usine n° 3	5.800	29	200	60	38	2,5	1,8

\* Bambou fleuri



Bengal Paper. Feuillus tropicaux écorcés et sciés.

Photo Tissot.

n° 2 qui « floconne » la pâte après séchage à l'air chaud et la comprime ensuite en blocs parallépipédiques (Système Flash drying) au lieu de la livrer en feuilles.

Description succincte du « Flash Drying System » ou procédé de mise en pâte en flocons :

La pâte venant d'un cuvier à 3 % de concentration est amenée à 12 % sur épaisseur et ensuite à 40-42 % dans une presse à tambour Thurne. C'est à ce moment que s'effectue le floconnage dans un « fluffer ». Le séchage s'effectue ensuite en 2 phases.

a) 1<sup>re</sup> phase : air à 360-410 °C.

b) 2<sup>e</sup> phase : air à 200 °C.

La pâte sort finalement à 32 °C et 20 % d'humidité.

Le débit de l'installation de l'usine n° 2 est de 5 t de pâte sèche à l'heure. La consommation en fuel pour le séchage à l'air chaud est de 100 kg par tonne de pâte à 20 % d'humidité. Il y a quelques difficultés à mettre en suspension la pâte ainsi séchée car il subsiste quelques particules non ouvertes. Toutefois, ces particules disparaissent au raffinage.

#### Caractéristiques des pâtes de Bambou.

Des échantillons de copeaux et de pâtes ont été prélevés dans les usines visitées et testés au Centre Technique Forestier Tropical.

Les pâtes écruées et blanchies ont été raffinées en raffineur à disques Bauer. Les papiers ont été tirés sur formette Frank à 60 g/m<sup>2</sup>. Les résultats sont donnés à 40 °SR dans le tableau n° 5.

Il est surprenant de constater la faiblesse relative des valeurs de déchirure si on les compare à celles obtenues par le Centre Technique Forestier Tropical sur plusieurs variétés de Bambous de provenance africaine et malgache (tableau n° 6), et ceci d'autant plus que les fibres de Bambous indiens et « africains » possèdent des caractéristiques anatomiques voisines. (Bambous indiens : longueur des fibres comprise entre 2,4 et 3 mm, largeur entre 19 et 23 μ. Bambous « africains » : longueur des fibres comprise entre 2,0 et 2,7 et largeur entre 18 et 26 μ.)

Dans le but d'avoir une confirmation ou infirmation des valeurs observées avec les pâtes indiennes, une cuisson a été effectuée au laboratoire du C. T. F. T. sur des échantillons de copeaux de Bambous indiens prélevés en usine. Les conditions, sensiblement égales à celles des Bambous « africains », étaient les suivantes :

Conditions de cuisson :

NaOH : 22 %.

S : 2,2 %.

Température de palier : 155 °C.

Durée de palier : 2 h 30.

Durée totale du cycle de cuisson : 4 h.

Les résultats sont donnés dans les tableaux 7 et 8 :

Alors que les résultats de cuissons réalisées au Centre Technique Forestier Tropical (rendement, indice de délignification) n'appellent pas de commentaires (tableau n° 7), on voit, à l'exception du Salia de l'usine n° 2 qui correspond à du Bambou fleuri, que les résistances à la déchirure des pâtes indiennes de laboratoire (tableau n° 8) sont très sensiblement plus élevées que celles des pâtes industrielles et se rapprochent de celles obtenues à partir des pâtes de bambous « africains ».

On peut déduire de ces essais d'une part que les techniques opératoires adoptées pour le traitement industriel des Bambous indiens sont susceptibles d'amélioration, d'autre part que le Bambou fleuri correspond à une matière première fibreuse dont les caractéristiques papetières sont nettement amoindries.

### LA RÉGÉNÉRATION DES LIQUEURS DE CUISSON

#### Les liqueurs de cuisson kraft.

La récupération du sodium des liqueurs noires après la cuisson s'effectue d'une façon classique après évaporation, calcination et caustification. La compensation des pertes durant ce processus est faite par adjonction de sulfate de sodium brut. Le rendement de la régénération de l'ordre de 80-84 % peut atteindre 90 % lorsque le circuit de récupération est bien étudié et lorsque le four de combustion assure une bonne récupération des particules entraînées par les gaz (venturi-scrubber de l'usine n° 3).

Les liqueurs noires arrivent aux évaporateurs à 12-13 % dans le cas du lessivage discontinu, 15 % dans le procédé en continu.

TABLEAU N° 9

Composition des liqueurs noires de Bambous

	Usine N° 2	Usine N° 3
Solides totaux .....	12,9 %	15 %
Matières organiques %.....	49	59,1
Matières inorganiques % ...	50,1 dont	40,9 dont
NaOH % .....	12,9	
CO <sup>3</sup> N <sup>2</sup> % .....	66,6	
SO <sup>4</sup> Na <sup>2</sup> % .....	11,6	
SiO <sup>2</sup> % .....	3,5	3,1

Les boues de carbonate de calcium, sous-produit ultime de la régénération, ne sont pas récupérées, sauf à l'usine n° 2 qui les calcine et produit quotidiennement 5,3 tonnes de chaux à 90 % de CaO.

Outre une perte de quelques francs par tonne de pâte, le rejet des boues calcaires dans une rivière

représente évidemment une source de pollution. Les responsables des services sanitaires indiens souhaitent vivement que l'on arrive à une récupération systématique des sous-produits.

La composition type d'une boue de CO<sup>3</sup>Ca avant calcination ou au moment des rejets, est la suivante :

Humidité : 59 %  
Soude libre : 3,9 %  
Ca sous forme de CO<sup>3</sup>Ca : 84 %  
Magnésium : 1,1 %  
Silice : 11 %.

Les systèmes de récupération dans les usines visitées sont de 4 à 6 effets, le tonnage de liqueur à 13-15 % de solide entrant dans les évaporateurs est compris entre 60 et 80 t/heure.

#### Les liqueurs des cuissons bisulfiteuses.

Dans ce cas, il ne s'agit pas d'une régénération mais d'une récupération des constituants pour d'autres usages.

La composition d'une liqueur résiduaire diluée à la sortie du réservoir de soufflage est la suivante :

Poids spécifique .....	1,06-1,09
% solides .....	12-20
Eau .....	80-88 %
Soufre combiné .....	1,4 -1,8 %
Soufre libre ou SO <sup>2</sup> .....	0
Magnésie combinée .....	1,4 -2,0 %
Sucres .....	1,2 -2,0 %
Lignine .....	6,5 -8,0 %
Inorganiques (Cendres %) .....	1,6 -2,5 %
Fer .....	Traces

Cette liqueur résiduaire dont la partie solide est principalement constituée de lignine et de sucres, n'est cependant pas transformée par fermentation pour l'obtention d'alcool comme c'est le cas dans la plupart des installations européennes travaillant avec le bisulfite de calcium ou de sodium.

La liqueur est simplement concentrée après neutralisation. La concentration va jusqu'à un sirop (à 60-65 % de solide) ou jusqu'à une poudre. Ce produit est appelé Celex. Le liquide à 60 % de solide est brun-noir, soluble dans l'eau. Après combustion à l'air, il laisse un résidu blanc constitué de magnésie et d'une petite proportion d'oxyde de calcium et de silice. La poudre est jaune claire, soluble dans l'eau, légèrement hygroscopique.

L'usine n° 4 produit : 1 t par jour de poudre  
25 t par jour de concentré.

Le produit se vend facilement sur le marché intérieur. Selon les brochures publicitaires, le Celex trouve des applications : dans l'industrie du cuir comme substitut de tanins végétaux, dans la briqueterie du charbon et du coke en tant que liant, dans l'industrie du ciment armé dont il réduit la perméabilité, dans l'industrie des réfractaires comme agent dispersant et comme agent d'amélioration de la stabilité au séchage, dans l'industrie du caoutchouc en remplacement du carbone après

précipitation, en agriculture comme stabilisant de sol ou comme dispersant dans la préparation de fongicides.

Principe de la transformation des liqueurs bisulfiteques de récupération :

Les liqueurs composées essentiellement de lignosulfonate de Mg à 10-15 % de solides, sont neutralisées avec de la magnésie de façon à rendre ces liqueurs non corrosives. Après tamisage, le produit est évaporé en une seule phase pour donner soit une pâte à 40 % de solides soit un sirop à 60-65 % de solides. Le sirop est stocké tel quel alors que la pâte subit une dessiccation complète et fournit une poudre à 95 % de solides. La consommation de vapeur s'élève à 9 kg par kg de Celex concentré et 16 kg par kg de Celex poudre.

#### Le Bambou : matériau siliceux.

L'un des problèmes qui se posent à propos de la transformation du Bambou en pâte à papier est celui de l'élimination de la silice. Le taux de cendres des Bambous indiens est élevé et varie de 3 à 6 %. Les cendres sont en majeure partie constituées de silice.

Il apparaît donc qu'une usine, de 80 t/j, cas de l'usine n° 1, traitant environ 160 t de Bambou par jour, introduit dans son circuit plusieurs tonnes de silice. Cette substance indésirable va se retrouver à toutes les étapes du traitement de la pâte. La cellulose va elle-même en contenir une très petite quantité (moins de 1‰).

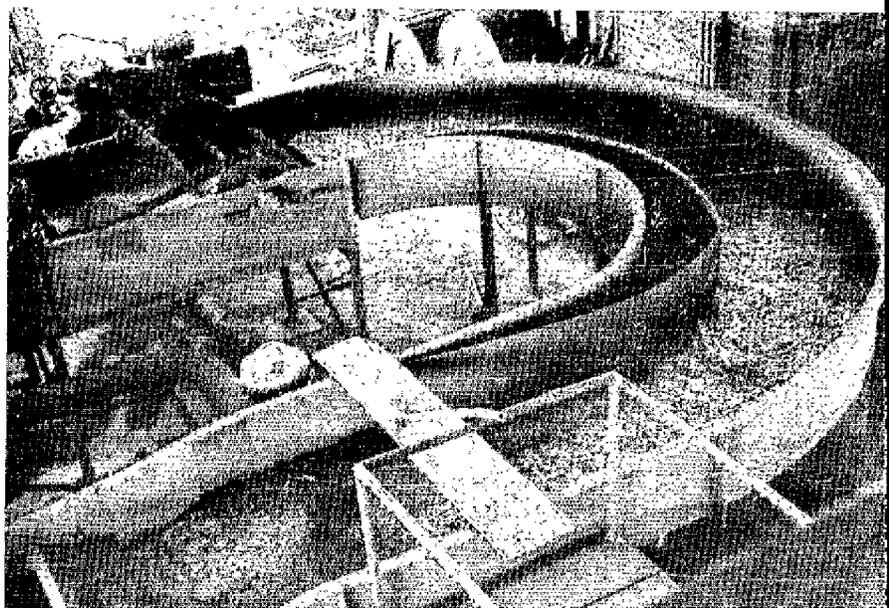
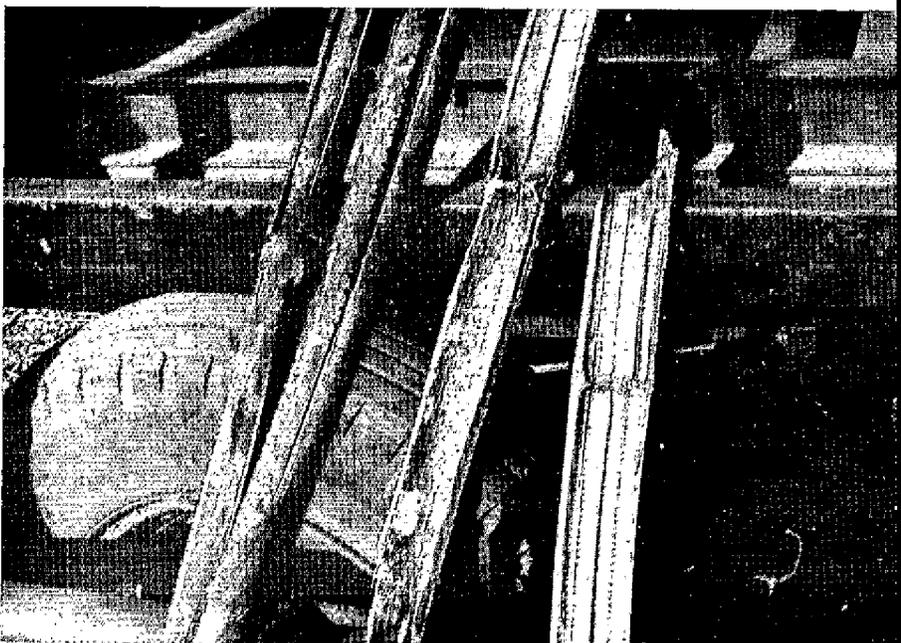
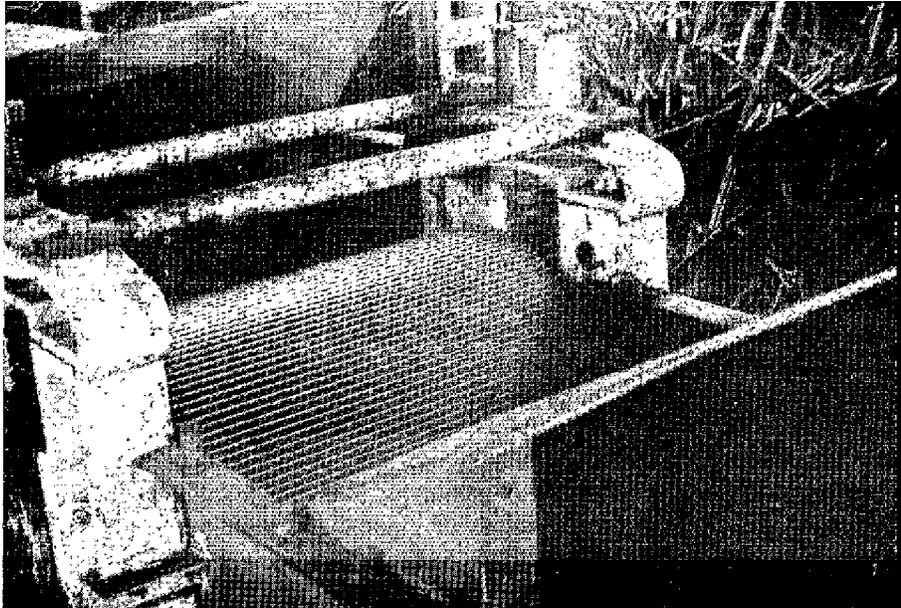
#### LES DÉPÔTS DE SILICE

La silice se dépose sur les tubes des évaporateurs en formant des écailles dont elle constitue 25 %. La silice se dépose également sur les tubes des chaudières de récupération, et sur les parois des fours à chaux sous forme de loupes vitreuses. Il en résulte une baisse du rendement général, un moindre débit des installations de récupération et une mauvaise qualité de la chaux recyclée.

De haut en bas, à la Central Pulp Mill :

- Crusher à bambous.
- Bambous après crushing.
- Lavage des copeaux de bambous.

Photos Tissot.



LES SOLUTIONS ADOPTÉES.

Les solutions sont de 2 sortes :

— Le rejet pur et simple des boues calcaires entraînant ainsi l'élimination d'une partie de la silice.

— L'injection dans les évaporateurs, au niveau du 3<sup>e</sup> effet, d'une solution de soude à 150 g/l de façon à élever le pH de ces liqueurs. A pH de 10-10,5 on a en effet constaté la disparition d'écailles dans les évaporateurs.

TABLEAU N° 10  
Raffinage du bambou

		Usine N° 1	Usine N° 3	Usine N° 4
Production .....		40 t/jour	Machine VI 18.000 t (1967)	30-35 t/jour
Nombre de stades .....		2	2	2
1 <sup>er</sup> stade	Nombre de raffineurs ..	3	4	Piles
	Marque .....	Morden coniques	Jones coniques	—
	Puissance .....	—	340 CV	—
	Lamage .....	—	6 mm	—
	Concentration 1 % .....	4 %	4 %	4 % (1 h 30-2 h)
°SR recherché .....	25 SR	—	35-40 °SR	
2 <sup>e</sup> stade	Nombre de raffineurs ..	2	4	2 ou 4 par machine à papier
	Marque .....	Sutherland à disques	Jones (conique)	Bertrams-Scott (conique)
	Puissance .....	—	300 CV	—
	Lamage .....	—	6 mm	—
	Concentration % .....	4 %	3 %	—
°SR recherché .....	32 °SR	—	45-60 °SR	

Central Pulp Mill. Atelier de lavage de pâte de bambou.

Photo Tissot.



Central Pulp Mill. La chaîne de pâte N S C C de bambou (pâte mi-chimique, au sulfite neutre).

Photo Tissot.

## LES PAPIERS DE BAMBOU

### Le raffinage.

Le degré d'engraissement des pâtes écrites non raffinées ne dépasse pas 12-13 °SR. C'est une valeur normale pour une fibre longue. Les caractéristiques mécaniques d'une telle pâte seraient insuffisantes sans un engraissement suffisant pour développer les caractéristiques d'éclatement et de longueur de rupture.

L'emploi des raffineurs coniques ou à disques est la règle dans les 4 usines ; toutefois dans un cas (l'usine n° 4) le raffinage est au préalable partiellement effectué en pile, vraisemblablement pour une raison d'économie de matériel. L'essentiel du raffinage du Bambou est indiqué au tableau n° 10.

L'usine n° 2 n'est pas intégrée et ne raffine pas la pâte.

Sur le circuit de la machine VI de l'usine n° 3, le serrage va croissant du 1<sup>er</sup> au 4<sup>e</sup> raffineur. On a établi qu'il était nécessaire de dépenser 0,9 kW par 100 kg de pâte et par degré d'engraissement SR. Le 2<sup>e</sup> stade de raffinage s'effectue sur la pâte chargée et collée, donc immédiatement avant l'entrée sur la machine à papier, sauf dans le cas de l'usine n° 1, productrice de papier journal, qui n'encolle pas du tout sa pâte.

### Les machines à papier.

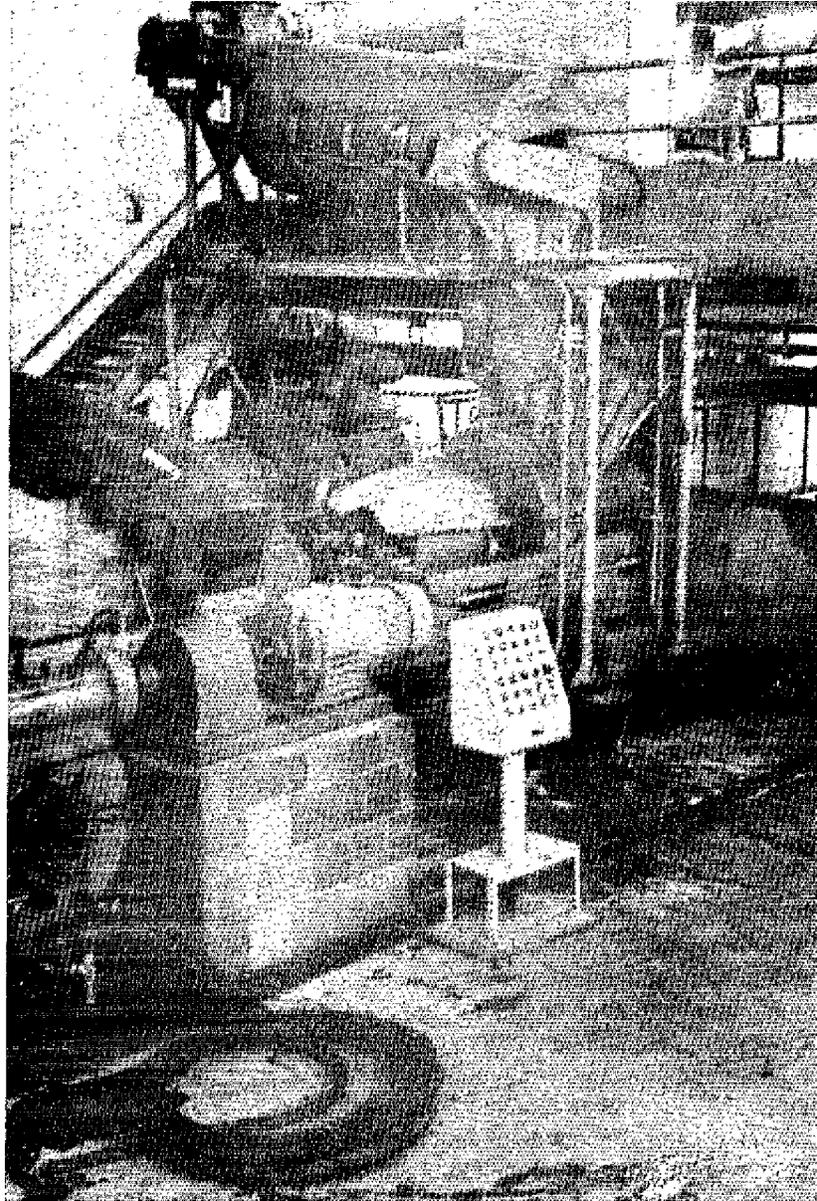
Il coexiste dans les entreprises des machines de type ancien avec entraînement par courroies et des machines modernes à commande sectionnelle électrique. Les machines nouvelles sont équipées de size-press pour la fabrication de papiers couchés. L'emploi des presses aspirantes se généralise.

L'usine n° 1 est équipée de 2 machines dont l'une en montage. La machine en fonctionnement de marque Pusey et Jones, a une largeur de 5,6 m et une vitesse de 360 m/min. Elle fabrique une seule qualité : du journal à 52-54 g/m<sup>2</sup>.

L'usine n° 3 possède 5 machines à papier. La plus importante de marque Beloit-Walmsey, à une largeur de 3,4 m., et marche aux vitesses de 360-375 m/min. Elle est composée d'une section de 3 presses ; une sécherie de 30 sècheurs, une size-press horizontale entraînée par turbine à vapeur, 2 calendres en bout de machine et une bobineuse.

L'usine n° 4 possède 3 machines respectivement de 75, 105, 157 m/min. ; de largeur 2,47 m, 2,55 m et 3,40 m.

L'usine n° 2 n'est pas intégrée à une fabrique de papier.



### Les papiers.

#### PAPIER 100 % BAMBOU

On trouve dans cette classe des emballages écrus de 40 à 200 g/m<sup>2</sup> ainsi que des papiers d'impression, velin ou vergé, blancs ou couleur, de 55 à 220 g/m<sup>2</sup>. Ces papiers ont un aspect correct bien que légèrement nuageux dans les sortes minces.

#### PAPIERS BAMBOUS-AUTRES MATIÈRES FIBREUSES.

On trouve dans cette classe toutes les variétés de papiers impression-écriture : duplicateurs, machine à écrire, support pour carbone, buvard, etc... Le pourcentage de Bambou varie de 60 à 80 %. Le reste correspond à des feuillus, du jute, de la bagasse, ou des chiffons. On trouve également des papiers couchés qui se composent d'une base de Bambou et d'une couche d'amidon appliquée en size-press et fortement calandrée. On fabrique enfin un papier de 150 g/m<sup>2</sup> pour « formica » constitué de 80 % de pâte de feuillus-bambous et 20 % de chiffons. La présence des fibres courtes améliore



Central Pulp Mill. Pâte de bambou floconnée.

Photo Tissot.

abandonné au profit de pâtes de chiffons ou de résineux.

#### LE PAPIER JOURNAL.

On fabrique un papier journal avec 40 % de pâte chimique de Bambou éclaircie et 60 % de pâte mécanique de feuillu. Ce papier jaunâtre est d'apparence très médiocre bien que la forte proportion de pâte de Bambou compense partiellement les très mauvaises caractéristiques de la pâte mécanique. Ce papier bon marché est utilisé pour le tirage des journaux de langue indienne. En effet les quotidiens des grandes villes imprimés en anglais sont tirés sur du papier d'importation.

#### INSTALLATIONS COMPLÉMENTAIRES. RECHERCHES

Les usines disposent d'ateliers bien équipés pour le façonnage du papier. C'est ainsi que l'usine n° 3 dispose de 2 supercoupeuses Masson-Scott pourvues de dispositif de comptage automatique de feuilles. Ces appareils peuvent traiter 100 t/jour en format.

Toutes les usines contrôlent leurs fabrications. Les essais habituels de résistance du papier sont effectués en permanence. Par ailleurs, une partie du personnel est affectée à des travaux de recherche. Dans ce domaine, l'usine n° 4 cherche, par exemple, à appliquer son procédé de cuisson bisulfite au cas des bois feuillus tropicaux. Les résultats observés sont encourageants. A l'usine n° 3, les recherches sont orientées vers l'incorporation au mélange feuillus-bambous, de sciure et de divers déchets fibreux. Face à des problèmes pour lesquels elles ne sont pas équipées, les usines s'adressent à la division papetière de l'Institut de Recherches de Dehra-Dun. A la tête de cette division se trouve un éminent spécialiste indien, bien connu dans le monde pour ses nombreux travaux sur le Bambou : le Dr GUHA. C'est notamment l'Institut de Dehra-Dun qui a étudié le problème de la cuisson en mélange feuillu-bambou.

Pépair et l'aspect fini du papier après calandrage. Ce papier est exporté.

Les fibres d'appoint (jute, bagasse, chiffons) sont fabriquées sur place, ou viennent d'entreprises spécialisées indiennes. D'autre part, une faible quantité de fibres longues de résineux (5 %) est achetée par l'usine n° 4 pour entrer dans la composition des sortes minces.

Pour les sortes inférieures à 28 g/m<sup>2</sup>, mousselines et cigarettes notamment, le Bambou est

## CONSOMMATIONS D'EAU ET D'ÉNERGIE

### CONSOMMATION D'EAU

En Inde, le problème de l'eau se pose en saison sèche car il s'agit d'assurer la marche d'une industrie dont les besoins sont considérables. C'est pourquoi les

usines sont placées à proximité de cours d'eau d'une certaine importance.

A l'ouest, les usines 1 et 2 sont situées sur la rivière Tapti. Dans les conditions tropicales de pluviosité (500 à 1.000 mm), l'irrégularité du débit

et la quantité très variable des matières en suspension (désignée sous le terme de turbidité) contribuent à compliquer les problèmes de fabrication. Des contrôles de turbidité sont effectués régulièrement.

Le débit de la rivière Tapti en saison sèche est de 14 m<sup>3</sup>/sec au site de l'usine n° 2 mais il n'est que de 0,4 à 0,6 m<sup>3</sup>/sec 500 km en amont au site de l'usine n° 1. Indépendamment de la situation, le débit de saison sèche dépend d'une plus ou moins bonne saison des pluies. Les turbidités, très irrégulières, varient de 30 à 500 mmg/l en saison sèche à 3.000 à 20.000 mmg/l en saison humide.

A l'est, l'usine n° 3 est située sur la rivière Damo-

dar qui prend sa source dans le Chotanagpur, traverse le Bengale Occidental à climat tropical légèrement plus humide que le précédent, caractérisé par une saison sèche de 5 à 6 mois, une température moyenne comprise entre 15 à 20 °C, et des précipitations annuelles de l'ordre de 1.500 mm. Sa longueur est de 545 km.

L'usine n° 4 est située au bord de la rivière Hooghly qui est le plus important des bras de l'embouchure du Gange.

Les eaux pompées en rivière sont traitées dans des stations d'épuration Dorr-Oliver. Les agents d'épuration sont l'alun, le chlore et l'aluminate de

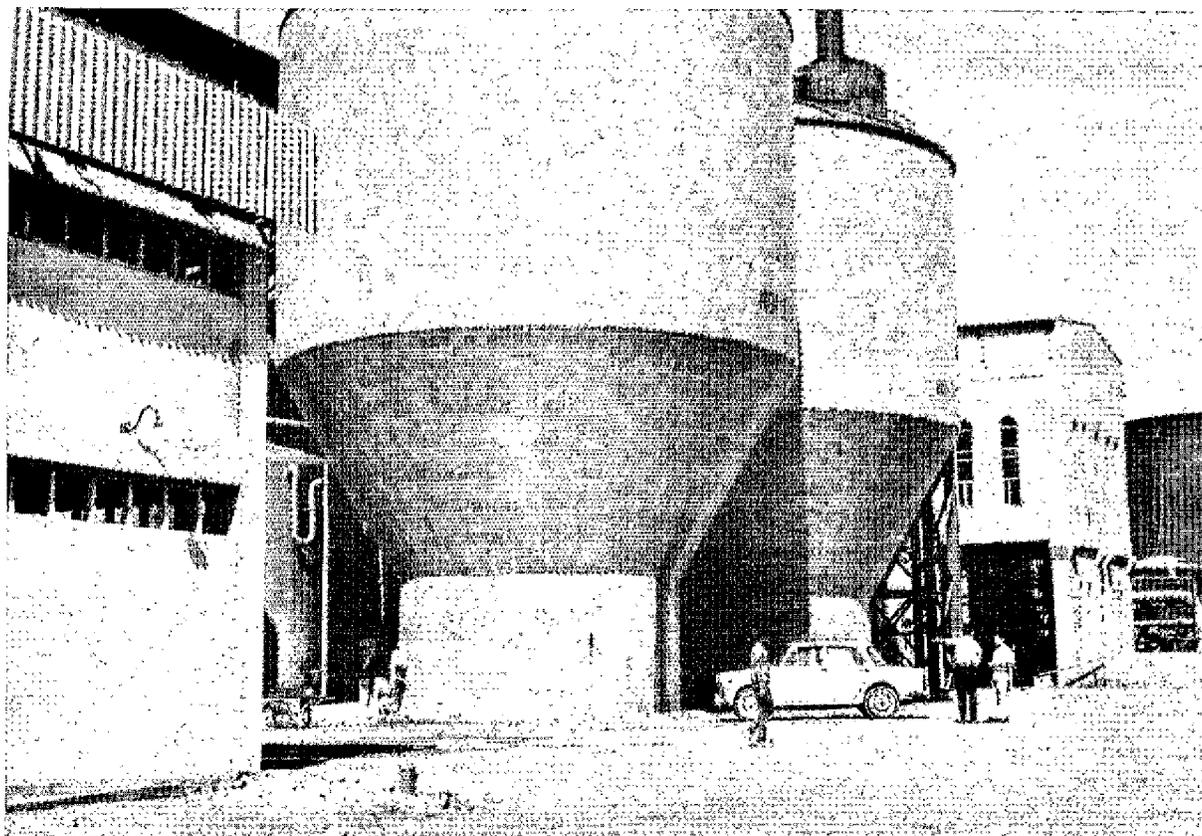
TABLEAU N° 11

	Usine N° 1	Usine N° 2	Usine N° 3	Usine N° 4
Production de pâte chimique (t/jour) .....	40 t	80 t	110-125 t	50 t
Autres pâtes .....	60 t (PM)	20 t (NSSC)		
Consommation eau m <sup>3</sup> /j .....	36.000	45.000	45.000	27.000

PM = Pâte mécanique  
NSSC = Pâte mi-chimique au sulfite neutre

Central Pulp Mill. Réservoirs en briques d'une contenance de 100 t de pâte de bambou.

Photo Tissot.



soude s'il subsiste une coloration nuisible dans les eaux.

Les consommations sont par exemple de l'ordre de 1,5 t/jour d'alun et 30 kg d'aluminate à l'usine n° 3.

La capacité de pompage peut atteindre 45.000 l/mn aux usines n° 2 et 3 soit 0,36 à 0,4 m³ d'eau par tonne de pâte blanchie.

Dans tous les cas, les eaux usées sont rejetées à la rivière sans traitement. Cette pratique est particulièrement néfaste dans un pays extrêmement peuplé comme l'Inde, où l'eau des rivières est utilisée pour la consommation dans la plupart des villages.

### CONSOMMATION D'ÉNERGIE

Les stations d'énergie sont intégrées aux usines sauf dans le cas de l'usine n° 1. Elles comprennent

des chaudières Babcock-Wilcox travaillant à 45 kg de pression d'une capacité de 20 à 30 t de vapeur à l'heure. Les turbogénérateurs à contrepression ont des puissances comprises entre 1.200 et 3.000 kW. Les soutirages à 7 et 3 kg fournissent la vapeur de chauffage des lessiveurs, des machines à papier et des évaporateurs.

Par tonne de pâte sèche, on compte 800 kWh d'énergie électrique et 1.000 kg de vapeur.

À l'usine n° 2 qui sèche sa pâte par le système « flash drying », il faut compter un supplément de 100 kg de mazout par tonne de pâte sèche pour la fourniture d'air chaud.

Dans le cas de l'usine n° 1, une centrale thermique a été construite par les services spécialisés de l'Etat de Madhya Pradesh. En plus de l'usine, elle est chargée d'alimenter la ville de Nepanagar, et les villes environnantes du district.

TABLEAU N° 12

	Usine N° 1	Usine N° 2	Usine N° 3	Usine N° 4
Production pâte ou papier (1967) (t)	31.280 (papier)	30.000 (pâte)	35.772 (papier)	17.300 (papier)
Puissance électrique totale disponible (kw) .....	17.500 (1)	3.400	10.500	3.000
Consommation totale (1967) :	Inconnu	24.000.000	15.766.794	Inconnu
En kwh .....		21.000.000	1.280.521	
En fuel (l) .....		0	99.354	
En charbon (t) .....				

(1) Puissance fournie à l'usine et à la ville de Nepanagar

### LOGEMENT DU PERSONNEL

Le personnel cadre (senior et junior staff) est logé dans tous les cas par les soins de l'entreprise.

Le reste du personnel se recrute dans l'environnement des usines qui comprend de nombreux villages et petites villes où s'exercent les activités les plus diverses. Nepanagar représente un cas particulier

car elle abrite exclusivement le personnel de la Nepa Mill (usine n° 1). Les dépenses occasionnées par la cité, soit environ 500.000 F pour 67-68, sont couverts pour la moitié grâce à une subvention du Gouvernement de l'Etat de Madhya Pradesh.

### LES CONDITIONS ÉCONOMIQUES

#### LES MATIÈRES PREMIÈRES

Le coût des matières premières rendues usine ainsi que le coût de l'énergie sont sensiblement les mêmes pour toutes les usines et s'élèvent aux valeurs ci-contre (roupie 1970 = 0,74 F).

#### LES SALAIRES

En Inde, l'éventail salarial est très ouvert puisque les salaires les plus élevés et les plus faibles peuvent atteindre un rapport de 50/1.

TABLEAU N° 13

Matières premières	Roupie	FF
Energie électrique ... le kwh	0,10-0,11	0,074 F
Fuel .....	220-245	163 F-181 F
Charbon .....	34,52	25,51 F
Chaux .....	60-107	44 F-79 F
Sulfate de sodium brut .....	650-669	481 F-495 F
Soude .....	1.000	740 F
Charges .....	139	103 F
Colle .....	681	504 F
Bambou .....	90-127	67 F-94 F
Feuillu (non scié) ...	108	80 F

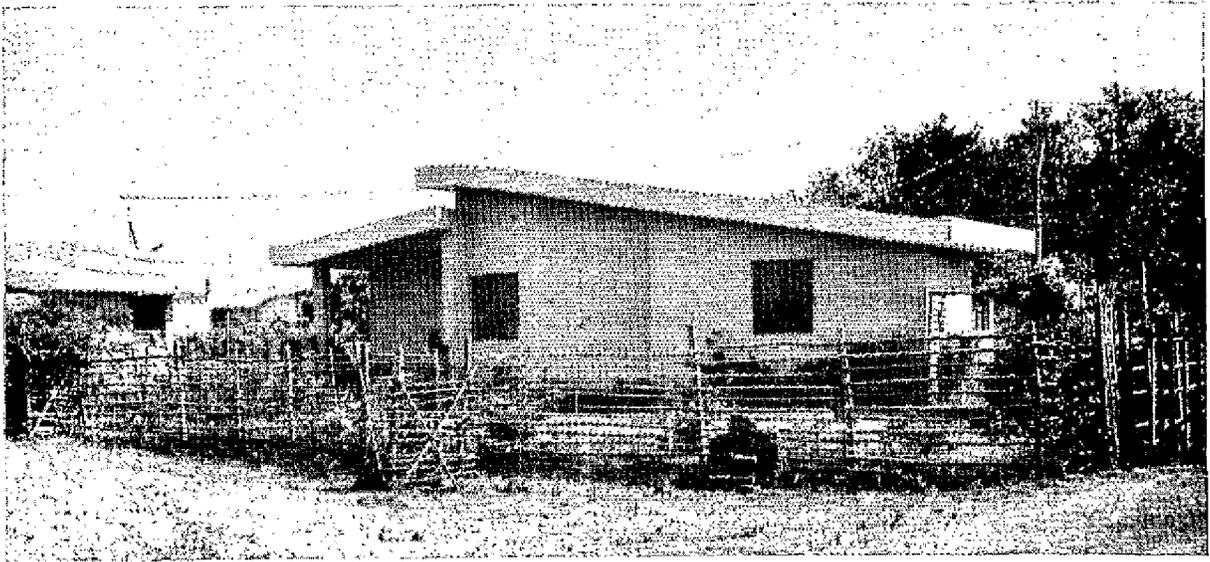


Photo Tissot.

Central Pulp Mill, Bengalous du personnel cadres.

Pour les différentes catégories de personnel, les salaires et gains journaliers peuvent approximativement se classer de la façon suivante :

Journaliers (manœuvres-ouvriers spécialisés) de 2 à 15 roupies.

Mensuels : niveau techniciens-contremaîtres 350 à 1.000 roupies ; niveau ingénieurs : 500 à 1.500 roupies ; Cadres supérieurs : 1.500 à 3.000 roupies ; niveau direction : 2.500 à 5.000 roupies.

Le nombre de personnes employées est de 900 pour l'usine n° 1, 450 dont 100 « cadres » à l'usine n° 2, environ 1.000 à l'usine n° 3, 1.400 dont une centaine de « cadres » à l'usine n° 4.

L'incidence du salaire sur le coût industriel de la pâte blanchie est 18,42 % à l'usine n° 1, 16,9 % à l'usine n° 2, 4,82 % à l'usine n° 3.

La main-d'œuvre est particulièrement importante dans le cas des usines 3 et 4. On peut voir à l'origine de cette situation, une localisation favorable au cœur d'une région surpeuplée (le Bengale) où l'abondance de main-d'œuvre disponible pèse sur le niveau moyen des salaires. Le faible niveau de mécanisation qui caractérise les usines 3 et 4 est compensé par un travail manuel bon marché pour des opérations élémentaires telles que le transport du Bambou.

Au contraire, l'usine n° 2 a prévu l'installation d'un matériel moderne et productif nécessitant un personnel beaucoup plus réduit, mais de plus haut niveau technique.

L'usine n° 1 représente un cas intermédiaire.

#### COÛTS DE PRODUCTION DIRECTE

On a essayé de définir le coût de production en Inde d'une tonne de pâte blanchie de Bambou mais,

une telle étude se heurte à de nombreuses difficultés liées d'une part à l'obtention d'informations exactes d'autre part aux différences de technicité, de salaires, de prix de revient des bois, etc...

Les tableaux nos 14 et 15 (p. 44) suivants donnent toutefois à titre indicatif quelques précisions communiquées par les usines nos 2 et 3. L'usine n° 2 correspond à une unité moderne fonctionnant avec du personnel spécialisé, payé comparativement très cher, mais disposant de Bambous à un prix relativement intéressant. Il faut noter que cette unité achève à peine sa première année de fonctionnement et qu'elle a de sérieuses raisons d'espérer un abaissement de son prix de revient au cours des prochaines années.

L'usine n° 3 utilise du matériel ancien et une main-d'œuvre très bon marché. Elle fonctionne depuis de nombreuses années. Le Bambou, mélangé aux bois feuillus, est transporté sur de longues distances et son prix de revient est élevé.

D'après les renseignements précédents, on calcule un coût de fabrication de la tonne de pâte kraft blanchie qui varie de 720 à 840 roupies soit 533 à 622 F. Ce coût, qui ne tient compte ni des investissements ni de l'intérêt du capital engagé, est comparativement plus élevé que celui des grandes fabriques de pâte qui approvisionnent le marché international et qui serait plutôt de l'ordre de 350 à 450 F. Il permet toutefois aux pâtes indiennes d'être compétitives avec les pâtes importées qui doivent supporter des frais de transport élevés. (Le cours des pâtes chimiques blanchies est actuellement de l'ordre de 850 F sur le marché européen.)

Le coût de production directe analysé de la pâte kraft écorée et blanchie pour les usines n° 2, 3 est

TABLEAU N° 14

Tableau relatif à l'usine N° 2 — production 30.000 t/an

	Unité	Quantités annuelles prévisibles	Quantité par tonne de pâte A. D.	Prix unitaire (roupies)	Prix total (roupies)
Bambou .....	t	75.000	2,5	100	7.500.000
Energie .....	kwh	24.000.000	800	0,11	1.000.000
Fuel .....	t	21.000		245	5.150.000
Chaux (1) .....	—	6.000		60	360.000
Sulfate de sodium brut .....	—	3.100	0,100	650	2.000.000
Soude caustique .....		4,5 % du total évalué à			1.200.000
Chlore .....		3,7 %	—	—	1.000.000
Salaires ; Dépenses générales .....		16,9 %	—	—	4.500.000
Entretien .....		9,4 %			2.500.000

(1) Si la chaux n'est pas récupérée, les 6.000 t deviendraient 21.000 t. ; A. D. = sec à l'air.

TABLEAU N° 15

Tableau relatif à l'usine N° 3 — production 35.7000 t/an

	Unité	Quantités annuelles 1967	Quantité par tonne de pâte A. D.	Prix unitaire (roupies)	Prix total (roupies)
Bois feuillus (1) .....	t	27.983		108	3.022.164
Bambous .....	—	62.912	2,54	112	7.046.144
Energie .....	kwh	15.766.794	440	0,10	1.576.679
Fuel .....	t	1.280.521	36	0,22	281.714
Charbon .....	t	99.354	2,78	34,52	3.429.700
Chaux .....	—	18.188	0,51	107	1.946.116
Sulfate de sodium brut .....	—	2.465	0,068	669	1.649.085
Soude caustique .....	—	2.352	0,065	1.003	2.359.056
Chlore .....		6,88 % du total soit :			2.300.000
Salaires .....		4,82 %			1.000.000
Entretien, divers .....		4,71 %			1.000.000

donné au tableau suivant. Il met bien en évidence que des différences extrêmement importantes existent entre les deux usines.

TABLEAU N° 16

Secteur	Usine N° 2		Usine N° 3	
	Ecreu %	Blanchi %	Ecreu %	Blanchi %
Matières fibreuses .....	26	28	56	46
Salaires .....	21	17	6	5
Energie et fuel .....	27	20	11	12
Produits chimiques .....	14	24	23	32
Entretien et divers .....	12	11	4	5
	100	100	100	100

### PRIX DE VENTE DES PAPIERS

Les renseignements recueillis au sujet des prix de vente des papiers sont très succincts ; les chiffres communiqués remontent à 1960 et nécessitent de ce

fait une actualisation. A titre d'exemple, on notera que le prix du papier journal produit par l'usine n° 1 était de 1.050 roupies par tonne vers 1960 (Prix brut, sans taxes ni transports). A ce moment, le prix du papier importé, d'une qualité très supérieure était de 914 roupies, donc sensiblement moins cher. Après la dévaluation de la roupie en 1966, le prix du papier importé s'élevait à 1.243 roupies par tonne alors que le prix de l'usine n° 1 ne montait qu'à 1.064 roupies. En 1968, le prix du papier journal indien a été révisé et porté à 1.100 roupies soit 814 F la tonne.

Pour des papiers d'emballage, d'impression ou d'écriture courants, les prix indiens étaient en 1960 de l'ordre de 1.400 roupies la tonne (Prix bruts sans taxes départ usine). En supposant une augmentation semblable à celle du papier journal, cela donnerait, au cours actuel, des prix de l'ordre de 1.500 roupies, soit 1.100 F la tonne. Ces prix, relativement bas, sont généralement fixés par le Gouvernement.

## CONCLUSION

L'industrie papetière indienne présente les aspects les plus divers. Toutefois, à l'exception de quelques fabrications semi-artisanales, on trouve en Inde des unités relativement importantes dont certaines, équipées de matériel moderne, disposent d'un personnel présentant un niveau de technicité satisfaisant.

La matière fibreuse de base est le Bambou, et, dans une moindre mesure des bois feuillus ainsi que diverses plantes annuelles. De nombreux types de pâte sont obtenus à partir de cette matière première.

En ce qui concerne les papiers, l'industrie papetière indienne fait la démonstration qu'il est possible, à partir de pâtes de Bambous utilisées seules ou en mélange avec des pâtes de feuillus, d'obtenir les sortes les plus variées : impression-écriture, journal, emballages, et divers papiers spéciaux. La qualité de ces papiers est variable, mais beaucoup de fabrications ont des caractéristiques et un aspect très corrects ; certaines sont exportées et commercialisées sur le marché international.

L'Inde ne mise cependant pas entièrement sur le Bambou pour assurer son développement ultérieur. D'importants besoins vont apparaître au cours des prochaines années, et ces besoins ne pourront pas être assurés par les seules disponibilités actuelles. L'Inde de ce fait, poursuit des recherches sur l'emploi des bois de la forêt tropicale pour la fabrication de pâtes et développe l'utilisation des matières fibreuses annuelles (canne de jute, roseaux).

Dans le domaine économique, la règle est de limiter au maximum les importations. Dans ce contexte, le Gouvernement de New-Delhi s'efforce de soutenir l'utilisation des matières fibreuses nationales et d'encourager les exportations.

En revanche, dans le domaine du matériel papetier, il ne lui est pas possible d'éviter les importations étrangères en provenance principalement des U. S. A. et du Japon. Les milieux industriels indiens font cependant des efforts pour modifier cette situation en donnant à l'Inde une certaine autonomie.

*Central Pulp Mill. Vue générale.*

Photo Tissot.

