

Mots clés

- Mise en pâte
- Pâte mécanique
- Pâte à hauts rendements

## La mise en pâte mécanique

La production de pâte à papier peut se faire par différentes méthodes. L'objectif est de séparer les fibres du bois de façon unitaire pour constituer un matelas fibreux.

Il existe deux grandes familles de pâtes : les pâtes chimiques et les pâtes mécaniques. Si la production de pâte chimique requiert l'utilisation de liqueurs (solution diluée de produits chimiques) afin de séparer les fibres par dégradation chimique du bois, la deuxième se base sur une action uniquement mécanique. La composition chimique de la pâte est dans ce cas très proche de celle du bois car aucun composant n'a été transformé ni modifié.

Les rendements de mise en pâte mécanique approchent 98 % contrairement aux autres méthodes pour lesquelles le rendement est plus faible. Les pâtes mécaniques sont donc également appelées **pâte à hauts rendements**. Ainsi, la quantité de pâte produite à partir de bois sera plus grande en utilisant un procédé mécanique par rapport à un procédé chimique.

Le graphique 1 présente l'évolution de la production de pâte mécanique dans le monde sur les années 2001 et 2002.

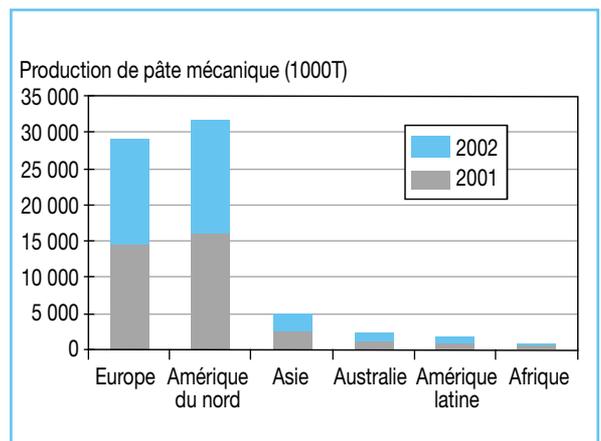
La pâte mécanique est principalement produite en Europe (14 500 000 T) et Amérique du Nord (15 800 000 T), les autres pays ont des productions plus faibles (inférieures à 3 000 000 T). D'autre part, les volumes de production sont stables entre 2001 et 2002.

Les avantages de la pâte mécanique sont :

- un coût de production plus faible que la pâte chimique,
- des propriétés optiques supérieures.

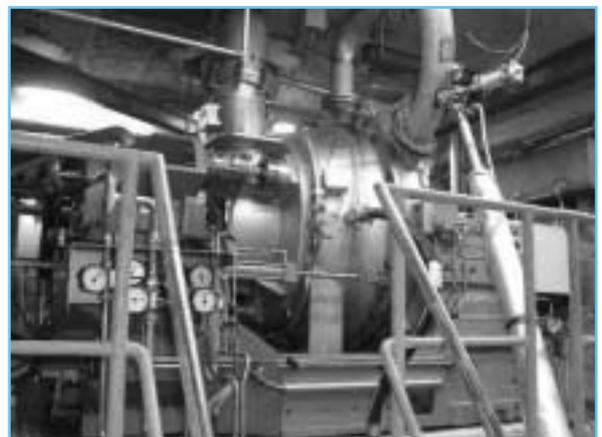


**Graphique 1 : La plus grosse production de pâte mécanique se fait en Europe et Amérique du Nord**



Son principal inconvénient provient d'une instabilité à la lumière qui se manifeste par un jaunissement.

Après avoir présenté les différentes méthodes de mise en pâte mécanique, la ressource fibreuse principalement utilisée sera détaillée et les utilisations des pâtes mécaniques décrites.



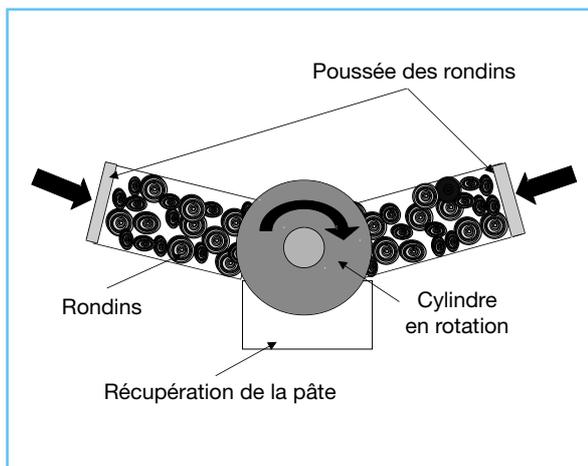
*Un raffinage à disque industriel. Certaines usines sont équipées de plus de 12 appareils équivalents.*

### ■ Défibrage à meule SGW (Stone Ground Wood)

Le premier procédé industriel est apparu en 1843. La pâte produite est appelée **pâte mécanique de meule**.

La séparation des fibres se fait par une action directe sur les rondins. Les rondins, écorcés, sont pressés contre une meule dans le sens longitudinal et les fibres sont séparées par le frottement de la meule contre le bois. Dans certains cas, la zone de frottement est pressurisée, il s'agit alors de pâte de meule pressurisée (PGW : Pressure Ground Wood). La vapeur permet de réchauffer le bois et d'assurer une séparation plus facile et plus sélective des fibres. Le principe de l'équipement est schématisé dans la figure 1.

**Figure 1 : Principe de fonctionnement d'un défibreur à meule**



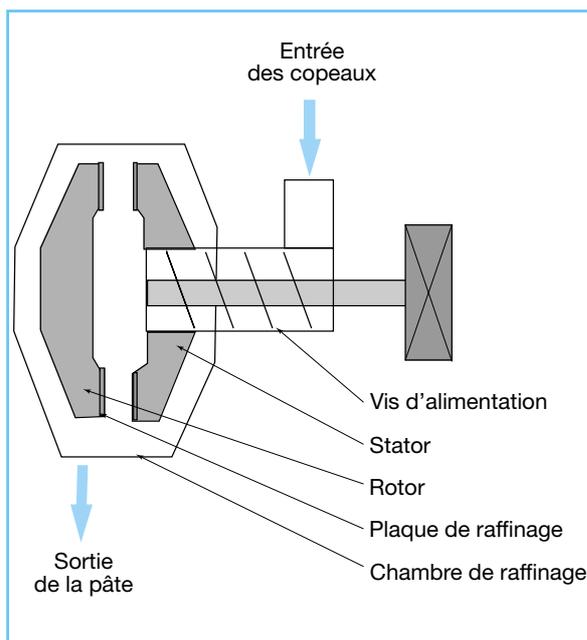
Les inconvénients de cette méthode sont des fibres peu développées et la production d'une grosse quantité de bûchettes, fibres mal séparées et à faibles propriétés papetières. Elle est à présent supplantée par les raffinages à disques.

### ■ Pâte mécanique de raffineur RMP (Refiner Mechanical Pulp)

La ressource n'est plus sous forme de rondins mais de copeaux de bois : les plaquettes.

Ces raffineries sont constitués d'une chambre de raffinage au centre de laquelle deux disques parallèles prennent place comme présenté en figure 2.

**Figure 2 : Schéma d'un raffineur**



Le premier disque le stator, est fixe, le second est mobile, entraîné par un moteur, c'est le rotor. Les plaquettes vont être désintégrées entre les disques à une vitesse de rotation entre 1 500 et 1 800 tr/min. La pâte produite est expulsée vers l'extérieur par force centrifuge. Cette transformation des plaquettes de bois en pâte est l'étape de **défibrage**. Afin de développer les aptitudes papetières des fibres, un passage supplémentaire dans un autre raffineur est réalisé. C'est l'étape de **raffinage**. Cette étape de raffinage peut se répéter plusieurs fois afin de développer encore d'avantage les fibres. Toutefois, chaque passage entraîne une consommation d'énergie supplémentaire. Une dégradation de la pâte peut également intervenir passé un certain seuil de développement.

### ■ Pâte TMP (Thermo Mechanical Pulp)

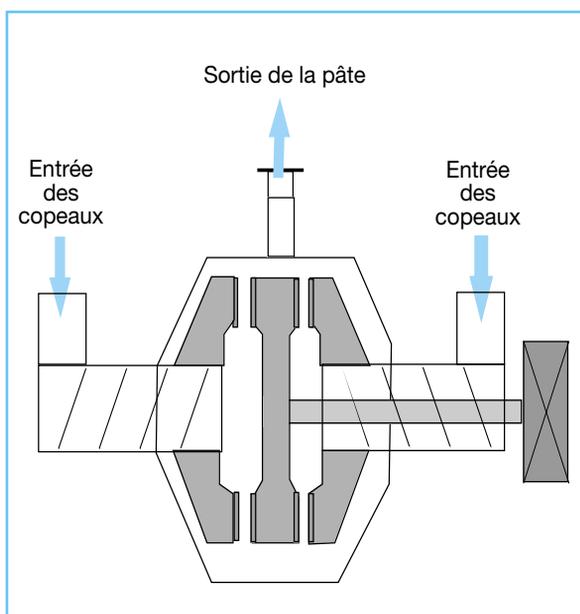
Afin de réduire l'énergie nécessaire et de développer de meilleures fibres, une phase d'étuvage des plaquettes a été ajoutée avant introduction dans la vis d'alimentation. Ainsi, en **TMP**, mise en pâte thermo mécanique, les plaquettes sont étuvées à une température supérieure à 120°C et sont mises sous pression. Cette étape permet le ramollissement de la lignine, il est alors plus facile de séparer les fibres.

## de mise en pâte mécanique

D'autre part la séparation des fibres se fait de façon plus sélective, les fibres sont gardées intactes et la séparation est plus efficace : il y a moins de bûchettes produites.

### ■ Twin-refiner

Afin d'augmenter les capacités de production, les raffineurs ont été améliorés. Des appareils avec une capacité plus importante que celle des raffineurs simple disque ont été développés. Ils sont équipés de deux zones de raffinage sur un même bâti, comme schématisé ci-dessous.



*Schéma d'un twin refiner.*

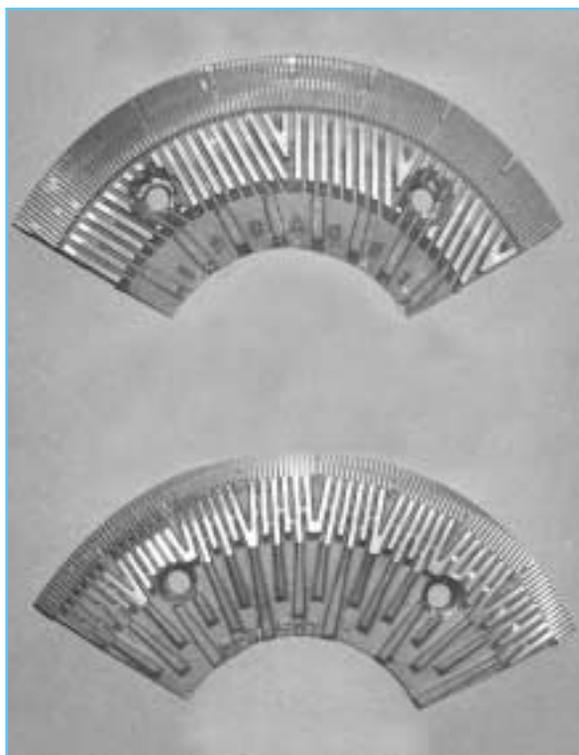
### ■ Développements technologiques autour de la TMP : procédé RTS (Retention Time Speed)

Une méthode plus récente, le **RTS** a été développée. La pression de raffinage est plus élevée, la phase d'étuvage est plus courte et la vitesse de rotation du raffineur est augmentée : 2 800 tours par minute. La consommation d'énergie peut être réduite sans que les propriétés papetières ne soient affectées. Ceci entraîne une

modification du bâti du raffineur qui doit devenir plus résistant aux fortes contraintes mécaniques exercées.

Pour tous les raffinages basés sur des disques, il est possible d'améliorer les propriétés des pâtes et également diminuer l'énergie consommée en utilisant différents types de plaques. En effet, selon leur géométrie, celles-ci vont favoriser le développement des fibres ou encore permettre une diminution de la consommation d'énergie.

Ainsi, il est possible, uniquement en modifiant les dessins des plaques et sans intervenir sur la structure même du raffineur, d'améliorer les conditions de production. D'autre part, les étapes de raffinage et de défibrage ne se font pas avec les mêmes plaques. Des exemples de segments sont présentés ci-dessous.



*Plaques pour raffineur à disque (en bas plaques de défibrage, en haut plaques de raffinage).*

## Process type de mise en pâte TMP

La figure ci-dessous reprend les étapes-clés d'une mise en pâte mécanique.

Les billons sont **écorcés** dans un tambour écorceur : l'écorce n'a pas de bonnes propriétés papetières d'une part et risque de transporter des pierres ou du sable, ce qui est dangereux pour les appareils.

Les rondins sont **mis en plaquettes** par une coupeuse. Puis, les plaquettes sont classées au travers de tamis pour qu'elles aient des dimensions équivalentes. Une granulométrie stable permet un process stabilisé. Le **stockage** intervient à ce moment, en silos ou bien à l'air. Après un laps de temps limité, les plaquettes entrent dans le process proprement dit. Elles sont **étuvées** à pression atmosphérique.

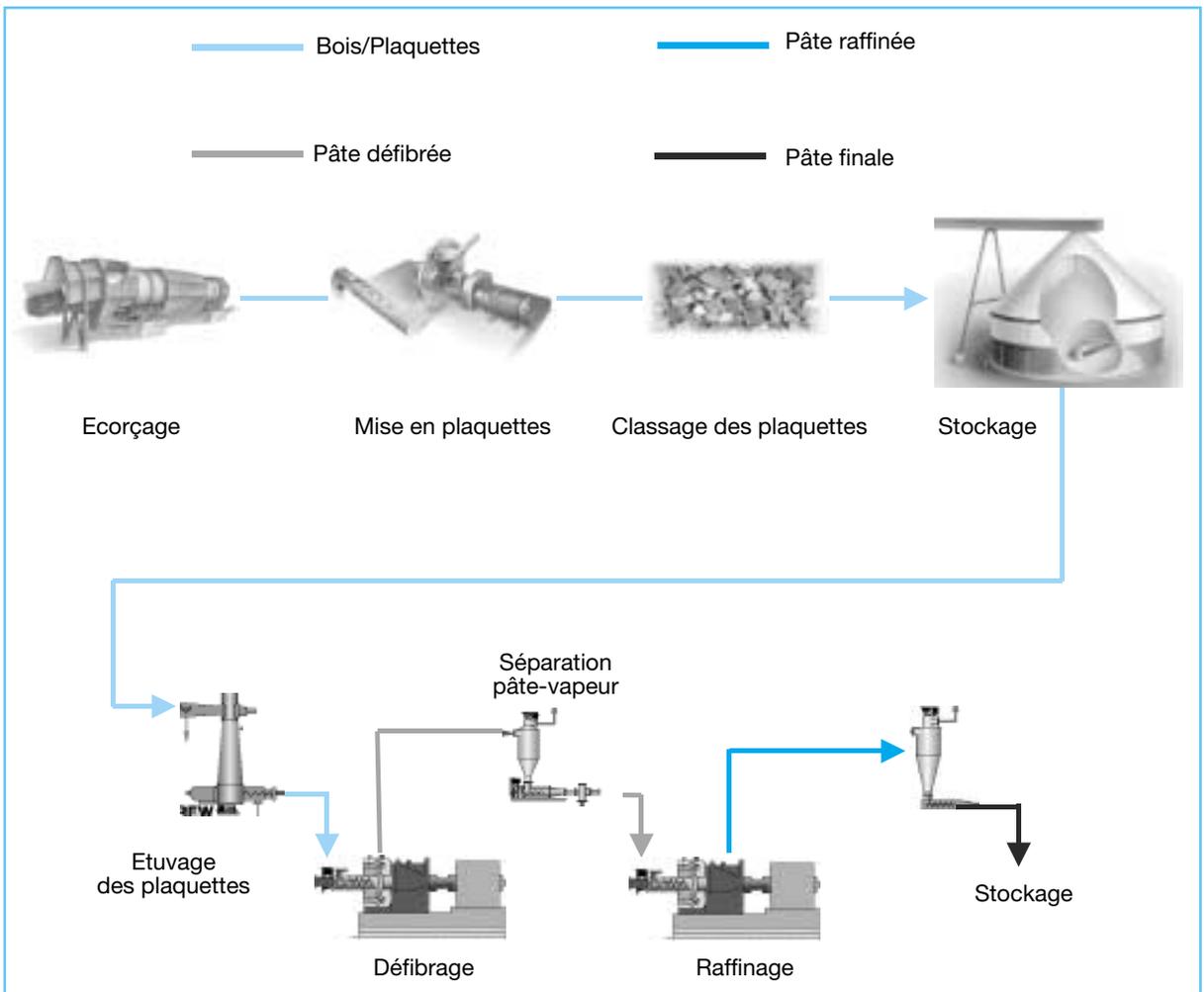
Les plaquettes étuvées sont défibrées dans un premier raffineur. La pâte produite est **raffinée** dans

un second raffineur. Une étape de classage de la pâte peut intervenir à ce stade : les fibres les plus grossières et les bûchettes sont séparées des autres fibres. Les fibres rejetées sont **raffinées** une nouvelle fois. Les fibres acceptées sont conservées et la pâte est alors stockée avant d'être éventuellement blanchie.

Tout au long du process, une grande quantité d'énergie est consommée. Cette énergie est utilisée pour séparer et développer les fibres entre les plaques mais elle est également dissipée sous forme calorifique : une grosse quantité de vapeur est produite.

Pour limiter au maximum les pertes d'énergie, cette vapeur est réutilisée tout au long du process, lors de l'étape d'étuvage par exemple, ou encore au niveau de la machine à papier si elle est intégrée dans l'usine.

### Les étapes du process TMP (documentation Andritz et Metso)



## L'épicéa, ressource majoritairement utilisée

En Europe, l'essence majoritairement utilisée pour la mise en pâte mécanique est l'épicéa. En France, sur les 16 usines productrices de pâte, seules 3 produisent de la pâte mécanique, les autres usines utilisent un procédé chimique ou mi-chimique.

En août 2003, 24 % des pâtes à papier produites en France sont issues de mise en pâte mécanique essentiellement TMP. La carte ci-dessous présente la localisation des usines productrices de pâte mécanique et la répartition de la ressource fibreuse.

L'épicéa présente :

- des fibres dont les propriétés et les caractéristiques après raffinage sont favorables à l'obtention de propriétés physiques élevées de la pâte,
- peu d'extractibles contenus dans le bois qui dégraderaient les propriétés optiques de la pâte,
- un niveau de blancheur satisfaisant.

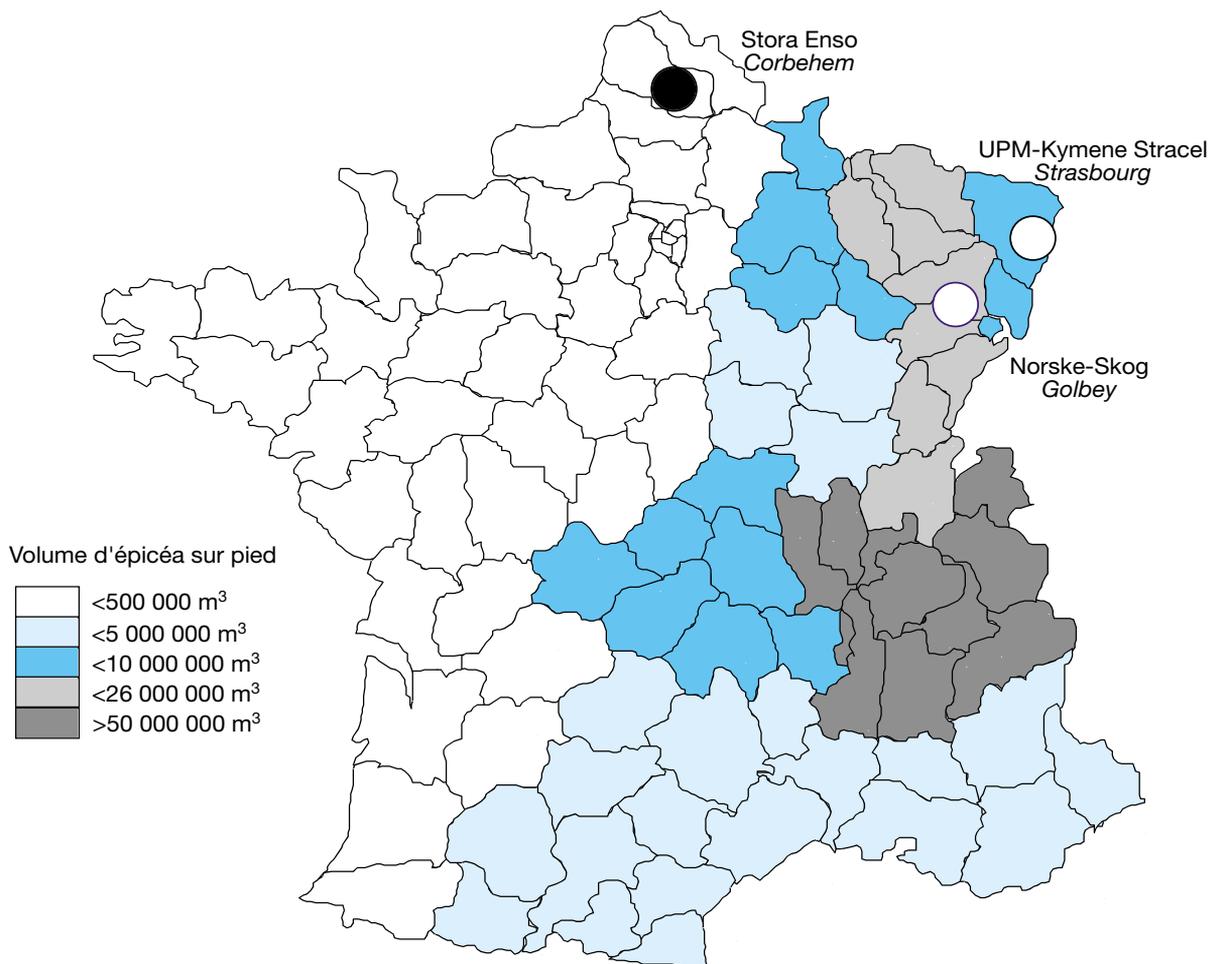
Selon l'origine des plaquettes, les propriétés de la pâte seront différentes. Ainsi, des plaquettes issues de rondins de trituration donneront une pâte avec des propriétés physiques plus faibles mais

présentant de meilleures propriétés optiques que celle issue des plaquettes de scierie. Elles nécessiteront également une plus grande consommation d'énergie par rapport à une pâte issue de plaquettes de scieries (PCS : produits connexes de scierie). Résultats issus du projet européen Eurofiber (QLK-CT-1999-01520).

La qualité du produit fini étant fortement influencée par la qualité de la ressource fibreuse ; un tri des plaquettes en fonction de leur origine, bois juvénile issu de rondin ou bois mature issu de PCS, permet de produire des pâtes avec des propriétés différentes en tirant meilleur parti des caractéristiques du bois.

Jusqu'à présent, l'épicéa commun était utilisé pur, sans être mélangé avec d'autres essences sauf le sapin pectiné. A présent, en France, la disponibilité en épicéa se réduisant, certaines usines acceptent du peuplier en mélange mais en faibles proportions dans leurs approvisionnements. En effet, les feuillus ne donnent pas des propriétés suffisamment élevées à la pâte pour une utilisation plus répandue.

**Les usines productrices de pâtes mécaniques sont localisées près de leur ressource : l'épicéa**

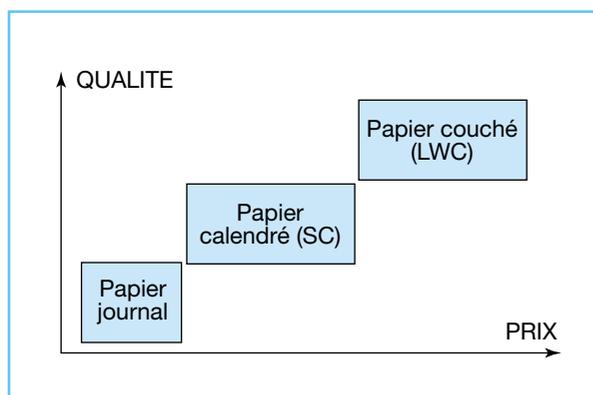


## Utilisation des pâtes mécaniques

Les domaines d'application des pâtes mécaniques se sont étendus du papier journal, vers les papiers de qualité supérieure comme les papiers couchés d'impression. En effet, le développement des nouvelles méthodes de raffinage qui donnent des pâtes aux propriétés supérieures et l'efficacité améliorée des étapes finales de blanchiment ont permis de palier en grande partie le problème de jaunissement des pâtes mécaniques.

Les qualités de papier qui peuvent être produites à partir de pâtes mécaniques en fonction du prix de vente sont présentées ci-dessous :

### Classification des papiers utilisant de la pâte mécanique en fonction de leurs coûts et qualité



La première utilisation de la pâte mécanique fut dans le papier journal dont les critères de qualité permettaient l'emploi d'une telle matière première. Ces papiers étaient destinés aux journaux et à la publicité. D'autre part, les faibles prix de revient de ces types de papiers nécessitent l'emploi d'une pâte bon marché.

Afin d'améliorer les qualités du papier, de la pâte chimique peut être ajoutée, ses propriétés s'en trouvent renforcées. Ainsi, grâce à ce mélange et à l'amélioration des pâtes mécaniques, leur utilisation s'est étendue aux papiers graphiques d'impression dont l'usage est destiné aux papiers magazine (papier calendré et papier couché).

## CONCLUSION

Les procédés de mise en pâte mécanique se sont fortement développés. Il ont été améliorés pour produire une pâte de meilleure qualité. Les améliorations ont porté sur les raffineurs, et enfin

sur les équipements. Les conditions de raffinage ont été optimisées, en terme de vitesse de rotation des raffineurs, des conditions de raffinage. D'autre part, des raffinages séparés des rejets de classage, des raffinages supplémentaires avant passage sur la machine à papier pour préparer la pâte sont autant d'améliorations apportées au process.

Les efforts portent également sur une meilleure connaissance de l'impact de la ressource fibreuse sur les conditions de raffinage. En effet, le bois a une grande influence sur les qualités de la pâte.

Comme a pu le démontrer le projet Européen Eurofiber dont faisait partie l'AFOCEL, la distinction des plaquettes issues de rondins de celles issues de produits connexe de scierie est un premier pas vers une meilleure valorisation de la ressource.

### Pour en savoir plus

SUNDHOLM J. (1999)

Mechanical Pulping, Edition Fapet Oy, 427 p.

PETIT-CONIL M. (1995)

Principe de préparation de pâtes chimiothermomécanique de bois résineux et feuillus. Thèse. CTP, 381 p.

VALLETTE P., de CHOUDENS C. (1992)

Le bois, la pâte, le papier. CTP, 199 p.

Site internet Eurofiber

<http://www.stfi.se/research/eurofiber.htm>

Michaël LECOURT  
AFOCEL-Labo. Bois-Process  
Domaine de l'Etancon  
77370 Nangis  
Tél. : 01.60.67.02.49  
Fax : 01.60.97.02.56  
E-mail : qb@afocel.fr



ISSN : 0336-0261