

# Raffinage optimal des pâtes thermomécaniques par fractionnement

Alexandre Ferluc

30077855

## RÉSUMÉ

Le besoin de pâtes mécaniques de meilleure qualité découle d'une exigence toujours croissante sur la qualité des papiers et la nécessité de maintenir des prix compétitifs. Les propriétés recherchées ne sont pas les mêmes pour tous les types de papiers. Ceci constitue un aspect multifacétique qui implique une approche spécifique. De plus, la pression croissante pour la protection de l'environnement implique un mécanisme d'amélioration constante des procédés orienté vers la réduction des émissions polluantes, la réduction de la consommation d'énergie et la substitution des sources d'énergie fossile par des sources renouvelables ainsi que l'amélioration de la gestion des ressources naturelles.

Dans le domaine des papiers à usage graphique, on assiste à une tendance orientée vers l'utilisation de plus en plus grande de pâte thermomécanique en remplacement des pâtes chimiques afin de réduire les coûts de fabrication. L'opacité, la résistance mécanique et la rugosité jouent ici un rôle important. En effet, ces papiers étant de faible grammage, la pâte doit apporter une très bonne opacité et requiert donc un coefficient de diffusion élevé. La feuille doit également posséder des propriétés mécaniques qui lui permettent de résister aux exigences des procédés d'impression à haute vitesse. De plus, la feuille doit présenter une faible rugosité qui permettra une impression de qualité et une perméabilité contrôlée pour éviter la migration des solvants des encres ou des liants de couches dans le cas des papiers couchés. Dans le domaine des cartons pour emballage à base de pâte mécanique, la rigidité est une propriété essentielle des boîtes fabriquées à partir de ces cartons afin de garantir une bonne tenue. Cette rigidité est conférée par la pâte mécanique de la couche interne. La cohésion interne joue également un rôle important dans la mesure où la feuille ne doit pas se délaminer durant le procédé de conversion où les efforts mécaniques sont élevés, notamment lors du pliage. Dans le cas de papiers à base de fibres recyclées, le nombre de recyclage déjà subi par la pâte joue un rôle important. Le besoin d'amélioration de la qualité des pâtes à base de caisses de carton recyclées croît en raison de la dégradation progressive de cette matière première en Amérique du Nord due à la pression environnementale pour la réutilisation des vieux papiers et la réduction de l'utilisation des pâtes chimiques.

L'amélioration des pâtes est donc une nécessité présente dans tous les domaines de production papetière et le fractionnement représente une orientation intéressante. Dans le cas du papier journal mais aussi d'autres sortes de papiers et cartons, on constate que l'amélioration de la qualité de la pâte présente trois aspects principaux : le développement des fibres longues, rigides et résistantes qui génèrent la matrice principale de la feuille, la préservation des fibres courtes tout en développant leur capacités de cohésion et enfin, la génération de fines, surtout de fines dites secondaires, plus fibrillées et dont la surface spécifique importante leur permet de jouer un rôle important dans la consolidation de la feuille.

Les impacts socio-économiques associés à ces problématiques sont loin d'être négligeables. Le Canada possède une très grande capacité de production qui dépasse de loin ses besoins internes et génère un excédent de poids dans la balance commerciale du pays. D'autre part, de nombreux emplois sont associés au secteur des pâtes et papiers. Il est donc important pour le Canada de conserver sa position dans le marché des pâtes et papiers au niveau mondial et de posséder la capacité de pénétrer de nouveaux marchés.

L'objectif de cette étude consiste à proposer des réponses à certaines de ces problématiques à travers le fractionnement des pâtes thermomécaniques en usage dans la fabrication du papier journal. La pâte, prélevée après le premier stade de raffinage et dite pâte primaire, n'a reçu à ce stade qu'une quantité minimale d'énergie, nécessaire à la séparation des fibres du bois, et possède encore tout son potentiel de développement. Les études antérieures réalisées par d'autres auteurs, font usage, dans leur très grande majorité, de pâte postérieure au stade secondaire de raffinage et pour lesquelles un traitement de fractionnement et de raffinage signifie une consommation additionnelle d'énergie.

L'intérêt du fractionnement des pâtes réside dans deux aspects principaux liés à la morphologie des fibres : d'une part, la distribution de longueur des fibres qui est inhérente à l'espèce et à la croissance des fibres mais qui est également modifiée par le stade primaire de raffinage sous l'effet de la coupe des fibres, et d'autre part, la période de croissance naturelle des fibres dans le bois qui permet de les classer en fibres de bois de printemps et de bois d'été avec une période transitionnelle et qui conditionne leurs dimen-

sions telles que la largeur des fibres et l'épaisseur de paroi. Ces deux aspects sont à la base des propriétés papetières des fibres.

Dans cette étude, la pâte est obtenue de l'usine de Papiers Masson Ltée et est constituée d'un mélange de trois espèces de résineux, l'épinette noire (*Picea mariana*), l'épinette blanche (*Picea glauca*) et le sapin baumier (*Abies balsamea*) ainsi que d'une quantité mineure de tremble (*Populus tremuloides*). Cette pâte est fractionnée en usine pilote à l'aide d'un tamis par des séquences de fractionnement mettant en œuvre différents paniers. L'étude préliminaire de plusieurs types de paniers, à trous et à fentes, et de séquences met en évidence, d'une part le besoin de séparer les fibres de manière efficace sur la base de la longueur et d'autre part, d'obtenir une séparation qui soit consistante avec la composition de la pâte primaire en termes de fibres longues, de fibres courtes et de fines. Finalement, une séquence mettant en œuvre plusieurs tamis en cascade sur les rejets et des paniers à ouvertures de petites dimensions, apporte une réponse satisfaisante.

Le panier à trous de 0,25 mm de diamètre est un bon équipement de fractionnement sur la base de la longueur mais génère un effet barrière qui produit un taux de rejets massique élevé. Par conséquent, il est nécessaire d'employer le taux de rejets volumique le plus bas possible pour obtenir un bilan de masse en accord avec la composition fibreuse de la pâte primaire. Par ailleurs, le taux de rejets volumique doit être suffisamment haut pour éviter le bouchage du tamis et fournir des conditions opérationnelles stables. Dans cette étude, ces conditions sont remplies pour un taux de rejets volumique de 25%. L'usage de tamis équipés de panier à fentes de 0,10 mm de large postérieurement aux tamis à trous permet de fractionner les rejets du tamis secondaire sur la base de l'épaisseur de paroi. Ce tamis produit également un effet barrière, notamment pour la classe R14, mais produit un fractionnement probabiliste pour les classes de fibres plus courtes, qui permet une augmentation significative des fibres de bois d'été dans les rejets et une diminution de ces fibres dans les acceptés.

Le raffinage produit un effet spécifique sur chaque fraction de fibres. L'effet du raffinage dépend du procédé de raffinage employé, que ce soit à haute consistance en un ou deux stades ou à basse consistance, et se traduit par des modifications différentes de la

morphologie des fibres en termes de réduction de longueur et de fibrillation des fibres. Le raffinage à basse consistance produit une coupe importante des fibres, aussi bien dans le cas des fractions de fibres longues que des fractions de fibres courtes. Le raffinage à haute consistance génère moins de coupe des fibres mais une plus grande réduction de l'épaisseur de paroi. La qualité des fines produites lors du raffinage des fibres longues est plus élevée que lorsque celles-ci sont issues du raffinage des fibres courtes, traduisant une plus grande fibrillation des fibres et la génération de fines fibrillaires avec une plus grande capacité de liaison. Le développement des fibres et la qualité des fines est également lié à la composition des fractions en termes de fibres de bois de printemps et de fibres de bois d'été. Les fibres de bois d'été sont naturellement en plus grande quantité dans la fraction de fibres longues que dans la fraction de fibres courtes car elles possèdent une plus grande résistance aux effets de raffinage du stade primaire. Ces fibres présentent une épaisseur de paroi plus importante qui leur confère une plus grande résistance mécanique, une plus grande capacité à supporter le délaminage de la paroi et donc un potentiel élevé de génération de fines. Les fibres de bois de printemps ont une épaisseur de paroi moindre et la présence de ponctuations de grande dimension créent des points faibles et contribuent à leur fragilité.

Le développement des propriétés de la pâte recombinaée est par conséquent dépendant du raffinage appliqué sur les fractions de pâte. Le fait de retirer les fibres courtes et les fines puis de les réintroduire dans la pâte recombinaée sans raffinage permet de conserver leur propriété de diffusion de la lumière. Les fibres longues requièrent cependant un traitement de raffinage plus important afin d'obtenir un niveau de développement global identique à celui de la pâte entière raffinée, ce qui se traduit par une longueur moyenne des fibres égale ou plus courte et par une réduction de la résistance à la déchirure. La meilleure qualité des fines contribue cependant à la fabrication de feuille avec une plus grande capacité à supporter les déformations induites par des efforts de traction ou d'éclatement. Ceci se traduit par un allongement à la rupture, une absorption d'énergie de traction et une résistance à l'éclatement plus élevés que celle de la pâte entière raffinée lorsque les fractions de fibres sont raffinées à haute consistance, et notamment lorsque les fibres longues sont raffinées en deux stades.

Le raffinage séparé des fibres longues et des fines génère une réduction de la consommation d'énergie de l'ordre de 28% sur le second stade qui signifie une réduction d'énergie d'environ 16% par rapport à un procédé conventionnel de fabrication de pâte TMP pour papier journal. Le fractionnement des rejets en une fraction de fibres longues enrichie en fibres de bois d'été et d'une fraction de fibres courtes contenant moins de fibres de bois d'été permet une réduction d'énergie additionnelle surtout dans le cas où la fraction de fibres courtes est raffinée à basse consistance. La qualité de la pâte finale est cependant sensiblement réduite et un raffinage à basse intensité, tel que le raffinage à haute consistance en deux stades, est requis pour préserver la qualité de la pâte recombinaée.

Cette étude permet donc de proposer une nouvelle stratégie de mise en pâte TMP à travers l'implémentation d'une opération de fractionnement après le raffineur primaire. Ce fractionnement peut être composé de deux tamis équipés de paniers à trous de faible diamètre en cascade ou bien de quatre tamis en cascade, les deux premiers tamis étant équipé de paniers à trous, les deux derniers, de paniers à fentes de faible largeur. Dans le premier cas, seul les rejets sont raffinés, ce qui permet d'économiser un raffineur par rapport au procédé TMP conventionnel. Dans le deuxième cas, les rejets finaux sont raffinés à haute consistance et les acceptés des tamis à fentes sont raffinés à haute ou à basse consistance.

### **Mots Clés**

TMP, fibres de bois de printemps, fibres de bois d'été, fractionnement, tamis, hydrocyclone, raffinage, simulation de procédé, pâte reconstituée

### **Keywords**

TMP, earlywood, latewood, fractionation, pressure screen, hydrocyclone, refining, process simulation, recombined pulp