

Technologie de rotor

Application en usine des tamis
de performances avancées

Produit Vedette

AFT: science appliquée

Technologie de Rotor



Deux nouveaux modèles de rotors employant des designs innovants fournissent des exemples de la façon dont la technologie de pointe peut être utilisée pour améliorer le fonctionnement des tamis.



Extrait

Le rotor de tamisage affecte tous les aspects du fonctionnement d'un tamis à pâte, notamment au niveau de la consommation d'énergie, de la production, de la perte en fibre et de l'efficacité à l'enlèvement des débris.

Des études fondamentales ont mis en évidence l'importance de la pulsation de nettoyage (effort de succion) induite par le rotor et, en particulier, la fréquence et la force de cette pulsation. Plus récemment, il a été déterminé que la création de turbulences de faible échelle ainsi que de turbulences tridimensionnelles plus grandes pouvaient avoir une incidence au moins égale.

La présente étude passe en revue quelques-unes des études fondamentales et propose un modèle de compréhension complet de l'action du rotor, qui reprend tant les effets de pulsations que de la création d'activité tridimensionnelle du fluide. Deux nouveaux modèles de rotors sont étudiés dans le contexte d'application en usine. Un de ces rotors possède une conception de type "ouvert". De façon générale, les éléments du rotor sont assemblés à la carcasse de celui-ci dans le but de générer des pulsations de pression. La nouveauté réside dans le bord d'attaque de cet élément où une surface ondulée est utilisée afin d'induire une structure d'écoulement tridimensionnelle. Grâce à cette surface ondulée le rotor permet: une augmentation de la production de pâte, d'être utilisé à plus faible vitesse de rotation afin d'économiser de l'énergie, ou encore de permettre l'emploi de fentes plus petites menant à une augmentation de l'efficacité à l'enlèvement de débris.

Une usine brésilienne utilise présentement cette nouvelle technologie de rotor et leur permet d'atteindre une économie d'énergie de 33 % ainsi qu'une réduction du facteur d'épaississement des rejets de 3,0 à 1,6. Un facteur d'épaississement plus bas réduit la perte en fibre et améliore la fiabilité de l'opération.

La deuxième technologie de rotor s'applique à un rotor "à pâles" et utilise un profil surdimensionné permettant d'augmenter le niveau de turbulence. Sa conception à double bras de support permet une distance cylindre-rotor (écart) uniforme et, par conséquent, une action du rotor plus efficace. Les pâles inclinées ainsi que les bras profilés du rotor assurent qu'aucun filament indésirable s'accumulera aux composantes du rotor. Des études de cas en usine démontrent la supériorité de ce design de rotor dans des applications de tamis de caisse d'entrée de vieux cartons ondulés, qui peuvent générer de grandes quantités de débris difficile d'enlèvement. La combinaison d'études théoriques et d'expériences éprouvées en usine permet de définir un modèle beaucoup plus complet des performances des rotors, ainsi que de démontrer les avantages des conceptions de rotors avancées.

Vue d'ensemble du tamisage de la pâte

Le tamisage de la pâte est une opération essentielle dans la production de pâte de haute qualité et est par conséquent présent dans toutes les usines de pâtes et papiers. Les tamis à pâte possèdent des fentes d'une largeur pouvant atteindre 0,10 mm, permettant d'éliminer un pourcentage élevé de contaminants qui, sinon, perturberaient les qualités d'apparence, de résistance et de surface du papier. Les producteurs de pâte et de papier dépendent de plus en plus du tamisage en raison de sa haute fiabilité, de son efficacité et de ses faibles coûts.

L'importance du tamisage de la pâte augmente en raison des exigences de plus en plus strictes en matière de produits de papier et de carton de haute qualité. Le défi de produire des qualités de papier de plus en plus élevées est aggravé par l'augmentation de la quantité et de la variété de contaminants présents dans la matière première.

Les paramètres de base utilisés dans l'évaluation du procédé de tamisage de la pâte sont:

- La production, exprimée en termes de volume ou de masse (c.-à-d. en l/min ou t/jour)
- La fiabilité, paramètre subjectif reflétant l'habileté qu'a le tamis à maintenir un bon fonctionnement même lors de variations de consistance à l'alimentation ou encore lors d'une augmentation importante de débris à l'alimentation
- L'efficacité, la capacité à l'enlèvement de débris contenus dans la matière première
- L'énergie, telle que consommée par le rotor de tamisage
- La perte en fibre, la quantité de fibres rejetées au stade final du système de tamisage

Les deux composantes de performance d'un tamis à pâte sont le cylindre et le rotor. Le cylindre de tamisage possède des trous ou des fentes. La pâte dite « acceptée » s'écoule aux travers les ouvertures du cylindre et quitte le tamis par la tubulaire "acceptée" tandis que les contaminants et la pâte rejetée quittent le tamis par la tubulure de rejet. Le rotor nettoie les ouvertures et les prévient de tout colmatage. Il assure aussi les conditions d'écoulement appropriées de la pâte à proximité de la surface du cylindre.

Le taux d'ouverture du cylindre (open area) est intrinsèque aux performances globales dont la taille est la principale variable. Les fentes étroites assurent un haut niveau d'élimination des contaminants, mais tendent aussi à réduire la production et

agissent souvent à titre de compromis dans l'optimisation d'un tamis. L'action de tamisage empêchant le passage des contaminants peut se diviser en deux mécanismes fondamentaux : Le « tamisage de barrière » empêche le passage des débris de grandes tailles au travers les ouvertures quelle que soit leur orientation. Le « tamisage de probabilité », pour sa part, restreint le passage des contaminants qui passeraient s'ils se présentaient d'une certaine façon, mais qui ont tendance à ne pas passer dû à leur taille, leur forme ou leur rigidité. Il est donc difficile pour les contaminants de suivre l'écoulement passant au travers des ouvertures.

Les fentes de plus petites tailles ont été rendues praticables par l'emploi de profils à la surface du cylindre. Les profils sont devenus largement utilisés dans les années 1980 du fait qu'ils permettaient: 1) un écoulement laminaire de la pâte au travers de la fente, 2) d'induire des turbulences dispersant les amas de fibre en plus d'éviter toute fibre de s'accumuler à l'entrée de la fente, et 3) de réduire la possibilité que des fibres se retrouvent immobilisées à l'entrée de la fente. Tout comme la largeur de la fente, la hauteur du profil est spécifiée en fonction de l'application en tenant compte de la consistance de la pâte d'alimentation, du caractère de la pâte et de la nature des contaminants.

La technologie de rotor avancée offre la possibilité d'accroître la production du tamis ou, à l'inverse, de rendre possible l'utilisation d'ouvertures plus petites sans compromettre la production. La consommation d'énergie est une considération supplémentaire lors de l'étude d'une technologie de rotor. Le compromis se situe dans certains cas entre l'énergie consommée et la production (ou encore la taille minimale des ouvertures). L'industrie a vu une grande diversité de conceptions de rotors depuis l'élaboration des tamis sous pression dans les années 1960. La figure 1 illustre quatre conceptions couramment utilisées, à noter que l'on en dénombre pas moins d'une centaine de conceptions de rotors différentes en usage commercial.

Les rotors sont généralement classés selon deux types, soit « ouverts », soit « fermés ». Les rotors ouverts possèdent des pâles et la pâte circule des deux côtés de celles-ci. Les rotors fermés ont une partie cylindrique (carcasse du rotor) sur laquelle les éléments se fixent, et la pâte circule par-dessus la surface de l'élément. Dans les deux cas, le but de ces pâles ou éléments est de voyager à quelques millimètres de la surface du cylindre et de créer un effet hydrodynamique qui libère toutes les fibres qui se sont accumulées à proximité des ouvertures du cylindre.

La présente étude envisage deux technologies de rotors afin d'améliorer les performances du tamis:

■ Technologie de rotor à pulsation active:

La pulsation de nettoyage induite par le rotor a été citée comme étant la principale action du rotor, où la fréquence et la force de pulsation furent étudiées. [1]. Plus récemment, il a été déterminé que des turbulences à faible échelle et de grandes structures d'écoulement tridimensionnelles possèdent une incidence au moins égale [2]. Cette étude passe en revue les effets fondamentaux et propose un modèle de compréhension complet de l'action du rotor qui reprend tant les effets de pulsations que les effets de l'activité du fluide.

■ Technologie de rotor "anti-filament":

Alors que le but du tamisage vise à éliminer les contaminants, une forte concentration de ceux-ci peut nuire au fonctionnement du tamis lui-même. Ainsi, des contaminants durs et abrasifs peuvent entraîner une usure accélérée. Des traitements de surface au chrome de qualité industrielle ont été élaborés. Des contaminants en forme de filaments peuvent aussi s'accumuler sur le rotor et croître au point que la masse accumulée se coince entre la surface du rotor et du cylindre. Les particularités des conceptions réduisant l'accumulation de filaments sont étudiées ci-dessous.



Centre d'essai et de développement d'AFT.
Aucun autre fournisseur n'a autant d'expérience en matière de tamisage dans l'industrie des pâtes et papiers.



Le but du rotor est simple:

Augmenter au maximum la production du tamis en favorisant le passage des fibres au travers des fentes du cylindre.

L'action du rotor est cependant assez complexe, combinant plusieurs mécanismes essentiels:

Comme illustré ci-dessous, le rôle relatif de chaque mécanisme varie en fonction de la conception du rotor et de sa vitesse de rotation.

Les rôles des mécanismes essentiels sont notamment:

Pulsations de nettoyage:

Les pulsations de nettoyage générées par le rotor du tamis sont le fruit d'une diminution de la pression locale en raison de l'accélération du fluide (c.-à-d. la pâte) entre la surface du rotor et la surface du cylindre. Ce phénomène bien connu de la mécanique des fluides est communément appelé « effet Venturi » ou « effet Bernoulli » [1,2]. Entre les pulsations générées par le rotor, l'écoulement au travers des ouvertures du cylindre est régi par la chute de pression existant entre le côté alimentation et le côté "accepté" du cylindre. Au passage de la pâte ou de l'élément du rotor, la pression du côté alimentation du cylindre décroît au point où l'écoulement change temporairement de direction et s'inverse passant du côté "accepté" vers le côté alimentation du cylindre. Ceci produit un effet momentané de nettoyage à travers les ouvertures du cylindre et élimine toutes fibres et autres contaminants voulant s'y accumuler. [3]. Un écart plus petit entre le rotor et le cylindre ainsi qu'une augmentation de vitesse de rotation du rotor augmentent cette force de pulsation [4].

Activité du fluide:

Les turbulences à grande et à petite échelle, ainsi que d'autres formes d'activité de fluide sont également importantes afin d'éliminer l'accumulation de fibres à l'entrée des

ouvertures du cylindre. Des fibres peuvent s'être immobilisées à l'entrée de la fente par une bifurcation de l'écoulement du fluide [5]. La variation à haute fréquence de l'écoulement à l'entrée de la fente déstabilise l'équilibre des forces en présence inhérente au piégeage des fibres et empêche une accumulation significative des fibres. Le rotor à bosses (figure 1a) forme un exemple de conception de rotor qui repose plus sur l'activité du fluide que sur les pulsations de nettoyage (c.-à-d. des inversions de l'écoulement) étant donné que la zone de chaque bosse passant à proximité de la surface du cylindre est relativement petite. La disposition des éléments et leurs formes servent à provoquer une activité au sein du fluide, comme l'illustre le rotor à bosses modifié (figure 1c).

Développement de l'écoulement du fluide:

La « zone de tamisage » du tamis à pâte se définit comme l'espace radial situé entre le rotor et le cylindre du tamis. Si le rotor ne tourne pas, l'écoulement entre à une extrémité de la zone de tamisage et s'écoule le long de la surface du cylindre avec une vitesse axiale qui décroît progressivement à mesure que l'écoulement se produit à travers les ouvertures du cylindre. Comme le rotor de tamisage tourne sur lui-même, il favorise un écoulement du fluide majoritairement circumférentiel à l'intérieur de la zone de tamisage. Même si un écoulement au travers de la fente existe, l'écoulement du fluide observé en amont d'une fente est relativement uniforme tout le long de la zone de tamisage, du fait que ce dernier résulte d'une somme vectorielle dominée par la composante de l'écoulement se produisant le long de la circonférence. Le rotor fournit ainsi un écoulement relativement uniforme et à grande vitesse en amont des ouvertures, qui est crucial au passage préférentiel des fibres par rapport aux contaminants [6].

Pressurisation de la zone de rejet:

Malgré que le rotor assure un écoulement relativement uniforme le long de la zone de tamisage, il n'en demeure pas moins que l'eau s'écoule plus facilement par les ouvertures du cylindre que les fibres. De ce fait, la consistance de la pâte augmente de manière axiale à mesure que



Figure 1: Différentes conceptions de rotors ont été utilisées depuis l'introduction du tamis pressurisé dans les années 1960, notamment : a) le rotor à bosses (années 1960), b) le rotor à pâles (années 1970), c) le rotor à bosses modifié (années 1990) et d) le rotor à pâles en porte à faux (années 2000).

l'écoulement tourne en spirale vers la zone de rejet du tamis [7]. Des consistances plus importantes conduisent généralement à une accumulation plus importante des fibres aux abords des ouvertures. Il est connu qu'en pratique, une majorité de la pâte acceptée par le cylindre provient du premier tiers de la surface de tamisage. La production totale est donc limitée du fait de la sous-utilisation des deux tiers restants du cylindre. Un rotor utilisant des éléments inclinés résout ce problème puisqu'il tend à pressuriser la partie de rejet de la zone de tamisage, ce qui accroît l'écoulement à travers les deux derniers tiers du cylindre [8]. En guise d'alternative, une fente plus petite pourrait être mise en œuvre afin de maximiser l'efficacité à l'enlèvement de débris. Dans une troisième approche à l'utilisation de technologies de rotor améliorées, il est possible de réduire la vitesse de rotation du rotor et ce, sans perte de production. La vitesse réduite du rotor est rendue possible grâce à l'emploi de profil hydrodynamique optimisé des éléments [9]. Des économies d'énergie dépassant 30 % ont été réalisées par rapport à certaines conceptions de rotors illustrés à la figure 1.

Technologie 1: Rotor à pulsation active (Active-Pulse™)

Principes de base: De nombreux rotors ont été développés dans le but d'accentuer l'effort de succion servant au nettoyage des ouvertures ou encore dans le but de réduire la consommation d'énergie. Certaines autres conceptions de rotors ont tentées d'induire une « action du fluide » ou encore

de générer des turbulences réduisant l'accumulation des fibres près des ouvertures. L'utilisation d'éléments inclinés pour pressuriser la partie de rejet de la zone de tamisage et améliorer des performances du tamis s'est avéré un succès [8].

Un nouveau modèle de rotor a été élaboré pour combiner les trois mécanismes améliorant les performances du tamisage. L'élément du rotor GHC2 possède un profil perpendiculaire à l'écoulement optimisé afin d'assurer un important effort de succion ainsi qu'un coefficient de trainée minimale (autrement dit une consommation d'énergie minimale). Des éléments inclinés pressurisent la partie rejet de la zone de tamisage afin d'équilibrer l'écoulement à l'intérieur du tamis et ainsi maximiser la production de ce dernier. De plus la surface ondulée située au bord d'attaque des éléments du rotor GHC2 génère l'activité du fluide. Les tubes de vitesse illustrés à la figure 2 sont le résultat de simulations numériques d'écoulement de fluide et montrent comment l'écoulement se produit autour de l'élément et de sa surface ondulée du bord d'attaque. L'activité du fluide est dès lors introduite simultanément avec l'effort de succion pour obtenir un effet maximal et cette activité persiste en aval de l'élément.

L'activité accrue du fluide constitue le principal bénéfice de la surface ondulée du bord d'attaque, mais la figure 2 indique aussi que l'écoulement tend à être canalisé vers les « creux » de la surface ondulée. Si on se réfère à l'effet Bernoulli, une plus grande vitesse locale dans les creux réfère à une pression plus faible et, par conséquent, d'un effort de succion plus important.



Figure 2: Une nouvelle conception de rotor utilisant des éléments inclinés et une surface ondulée au bord d'attaque des éléments. L'image de gauche montre les tubes de vitesse passant au-dessus de l'élément et démontre l'action du fluide, où la variation de couleur réfère à la vitesse. L'image de droite montre l'ensemble du rotor.



Technologie 1:

Essais d'usine pilote du rotor à pulsation active

Afin d'évaluer l'effet de la surface ondulée sur l'effort de suction, un rotor sans surface ondulée de type GHC et un rotor avec surface ondulée de type GHC2 ont été mis à l'essai dans un tamis de modèle Aikawa MaxFlow 400 (cylindre ayant un diamètre de 400 mm et une hauteur de 498 mm). Un capteur de pression fût installé à la surface du cylindre. Les tracés de pulsations illustrés à la figure 3 indiquent que l'emploi d'une surface ondulée a conduit à une augmentation approximative de 50% de l'effort de suction et ce à la même vitesse de rotation.

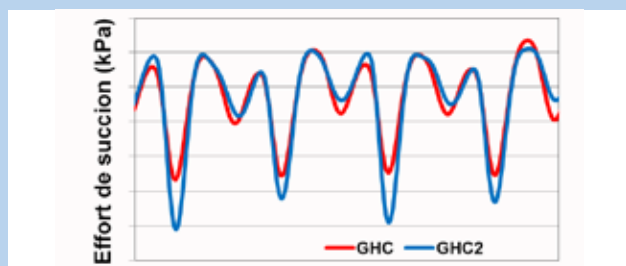


Figure 3: Tracés de pulsations à la surface intérieure du cylindre. Chacun des rotors possède trois rangées de deux éléments; par conséquent, quatre pulsations correspondent à deux révolutions complètes du rotor. Les pulsations plus petites représentent de l'interférence provenant de la rangée adjacente d'éléments. Le rotor GHC2 a permis une augmentation d'environ 50 % de l'effort de suction.

Les mêmes essais pilotes ont montré que le rotor GHC2 a consommé légèrement moins d'énergie que le rotor GHC, comme illustré à la figure 4. D'une manière plus significative, le rotor GHC2 est capable d'opérer à une vitesse de rotation minimale d'environ 2 m/s inférieure à celle du rotor GHC, ce qui permet d'atteindre une économie d'énergie d'environ 30%. De plus grandes économies sont envisageables lorsque nous comparons le rotor GHC2 avec une conception de rotor de génération plus ancienne, où les économies d'énergie peuvent atteindre 50%, comme l'illustre la figure 4.

Il a été découvert que la vitesse de rotation minimale du rotor varie non seulement selon le modèle du rotor, mais également en fonction de la vitesse de fente. La vitesse de fente se calcule comme étant le débit accepté divisé par la surface ouverte du cylindre. La figure 5 suggère qu'une vitesse de fente plus élevée nécessite une vitesse de rotation de rotor plus élevée. Un accroissement de la vitesse de fente de 0,5 à 3,0 m/s nécessitait une augmentation de la vitesse du rotor d'environ 5m/s. Cette relation est importante afin de guider nos choix de vitesses de rotation devant être utilisées dans une application donnée. La figure 5 montre également la différence d'environ 2m/s de la vitesse minimale du rotor entre les modèles GHC et GHC2 visible dans la figure 4, à noter que cet écart demeure constant sur l'ensemble des vitesses de fente testées.

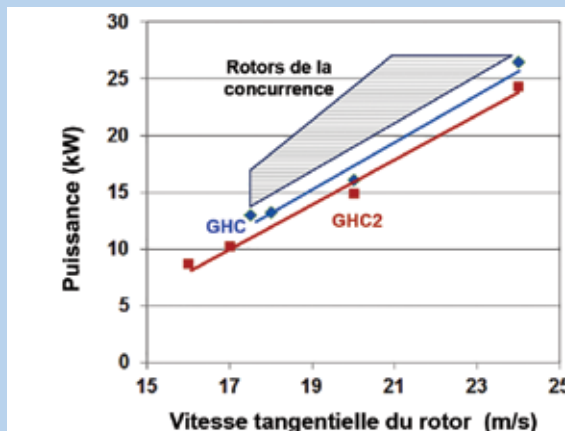


Figure 4: Les économies d'énergie supérieures obtenues avec le rotor GHC2 surviennent en raison de : 1) une réduction de l'énergie à vitesse de rotor donnée (« économie brute ») et 2) son habileté à fonctionner de manière fiable à des vitesses de rotation plus faibles (« économie de ralentissement »).

Une autre importante découverte issue des essais pilotes se situait au niveau du facteur d'épaississement des rejets (c.-à-d. la consistance des rejets divisée par la consistance de l'alimentation), qui s'avérait inférieur d'environ 0,4 avec le rotor GHC2 par rapport au rotor GHC. Cette réduction de l'épaississement reflète une plus importante habileté pour le rotor GHC2 à tamiser la pâte et à briser les accumulations de fibres au niveau des ouvertures du cylindre. La réduction d'épaississement est associée à un comportement amélioré du tamis et s'avère particulièrement importante pour les tamis alimentés à haute consistance. Les résultats prometteurs des essais pilotes ont conduit à un programme d'essais dans des applications variées d'usines de pâtes et papiers, comme décrit ci-dessous.

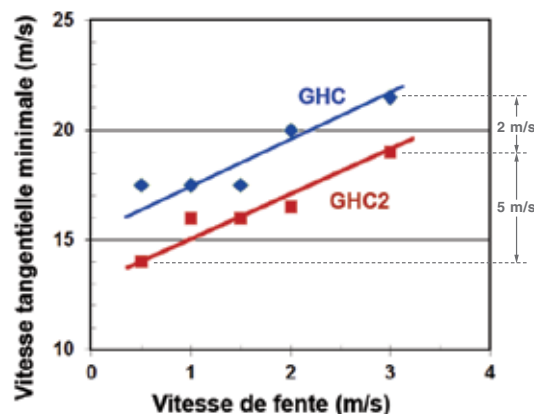


Figure 5: La vitesse minimale du rotor est sensiblement liée à la vitesse de fente, avec des vitesses de rotors plus élevées nécessaires aux vitesses de fente supérieures. Pour un type de rotor donné, une différence de l'ordre de 5 m/s dans la vitesse minimale de rotation a montré une variation de la vitesse de fente allant de 0,5 à 3,0 m/s. Une différence constante d'environ 2 m/s de la vitesse minimale de rotation du rotor a été observée entre les rotors GHC et GHC2.



Étude de cas N° 3 – GHC2 et DIP

Une troisième étude de cas a été menée dans une usine de désencrage de pâte d'Europe centrale. Cette fois, le rotor GHC2 a été installé dans un tamis primaire de modèle Voith MSS 10/06 muni d'un cylindre ayant une largeur de fente de 0,20 mm et une vitesse de fente de 0,6 m/s. La consistance d'alimentation était de 3,4% et le taux de rejet volumétrique de 25%. Un rotor du fabricant d'origine (OEM) était mis en place dans un tamis placé en parallèle, avec un cylindre de tamisage comparable.

L'étude a montré:

- une consommation d'énergie du rotor GHC2 moindre de 14% par rapport au rotor OEM à la même vitesse de rotation de 18 m/s
- que la totalité de la production de l'usine pouvait être prise en charge par le seul tamis équipé du rotor GHC2 fonctionnant à la vitesse de 18 m/s, ce qui a permis d'arrêter le deuxième tamis et, ainsi, d'économiser 43% des coûts énergétiques, plus les frais de maintenance associés
- une augmentation de l'efficacité à l'enlèvement des matières collantes de 8% du côté du rotor GHC2 par rapport au rotor OEM, dans les mêmes conditions d'exploitation (taux de rejets massiques équivalents)

Autres applications du rotor GHC2

Le rotor GHC2 a été installé dans une large gamme d'applications en usine, dont la récupération des vieux cartons ondulés, le kraft et le désencrage, y compris dans des tamis aussi grands que le modèle Ahlstrom F6 (environ 1,5 m de diamètre). Le tableau 1 illustre une sélection de quelques installations.



Des lignes directrices ont été élaborées à partir des études en usine et des travaux d'essais pilotes afin de comprendre les avantages du rotor GHC2 en préparation de pâte. Le tableau 2 offre une synthèse de ces avantages selon deux approches possibles: l'une consiste à simplement substituer le rotor GHC par un rotor GHC2, à la même vitesse de rotation, et l'autre, où la vitesse de rotation du rotor est réduite de 2 m/s afin de tirer pleinement parti de l'action du rotor amélioré GHC2. Ainsi vous pouvez, par exemple, obtenir des économies d'énergie de l'ordre de 30% à partir d'une vitesse de rotation réduite du rotor, ou augmenter de manière substantielle l'élimination des débris en choisissant une fente plus petite, ces deux choix figurant parmi les nombreuses stratégies possibles lors de la mise en œuvre d'un rotor GHC2.

Tableau 1: Une sélection d'installations du rotor GHC2

Pays	Matière première	Position	Modèle du tamis	Avantages principaux
Canada	SWK	Primaire	IR 210	22% d'économies d'énergie
Finlande	HWK	Primaire	Ahlstrom M1600	33% d'économies d'énergie
Finlande	SWK	Secondaire	Ahlstrom M800	Réduction du différentiel de pression de 12 kPa
Allemagne	DIP	Primaire	Voith MSS 10/06	43% d'économies d'énergie
É.-U.	SWK	Primaire	IR 212	Opération améliorée
Canada	OCC	Primaire	KBC PS30	15% d'augmentation de production
Finlande	SWK	Primaire	Ahlstrom F6R	20% d'énergie en moins; réduction des débris ¹
Finlande	SWK	Secondaire	Ahlstrom F4	27% d'énergie en moins; réduction des débris ²
Finlande	SWK	Tertiaire	Ahlstrom F2	9% d'économies d'énergie

¹ Largeur de fente réduite de 0,27 mm à 0,20 mm

² Largeur de fente réduite de 0,30 mm à 0,20 mm

Tableau 2: Bénéfices obtenus par le rotor GHC2 par rapport au rotor GHC selon deux scénarios d'exploitation possibles opérants aux même taux de rejets massiques

	Même vitesse de rotation	Vitesse de rotation réduite de 2 m/s
Énergie		30% inférieure
Facteur d'épaississement	0,4 inférieur	0,2 inférieur
Durée de vie du cylindre/rotor	identique	environ 20 à 30% plus longue
Différentiel de pression	7 kPa plus faible	identique
Vitesse maximale de fente	20% supérieure	10% supérieure
Consistance d'alimentation maximale	0,5% supérieure	identique
Efficacité à l'enlèvement des débris ¹	identique	identique
Efficacité à l'enlèvement des débris (fentes plus petites)	Considérablement plus élevée	Plus élevée

¹ au même taux de rejet massique

Technologie 2: Rotor “anti-filament”

Les usines de pâtes et papiers utilisent généralement un rotor à pâles (ouvert) dans les tamis situés directement en amont de la machine à papier. Ceci minimise les risques pour le rotor de générer des pulsations de pression qui pourraient être observées à la caisse d'arrivée (ou caisse de tête), ce qui, sinon, entraînerait des variations de grammage du papier. Certaines usines de pâtes et papiers utilisent le même tamis pour le tamisage fin de la pâte. Si la pâte est fortement polluée de contaminants en forme de filaments, des problèmes de fonctionnement peuvent en résulter. De façon générale, les rotors à pâles exposent des surfaces sur lesquelles des filaments peuvent s'accumuler et former de longues cordes, notamment sur les pâles elles-mêmes. Dans certaines usines de papiers, l'accumulation des débris peut prendre une importance majeure, comme l'illustre la figure 7, et les contaminants tendent à se coincer entre le rotor et le cylindre, provoquant l'arrêt obligatoire du tamis.

Un rotor a été spécialement développé pour ces cas particuliers d'applications à haut taux de contaminants, dont la figure 8 illustre les caractéristiques principales. Il s'agit d'un rotor à pâles conçu pour minimiser toutes pulsations de pression qui pourraient être transmises en aval du système. Le profil surdimensionné de la pale produit des pulsations efficaces et assure une création de turbulences dans le but d'éliminer toutes les fibres accumulées aux ouvertures du tamis. Les pâles sont juxtaposées afin de répartir les contraintes sur l'ensemble de la surface du cylindre du tamis en plus d'assurer un certain degré d'action du fluide.

L'unique design de ce rotor lui confère une très grande habileté à rejeter hors du système les longs débris déformables contenus dans certains cartons recyclés hautement pollués. Les pâles sont inclinées par rapport à l'axe du rotor, de sorte que les filaments suivent le bord d'attaque de la pale et glissent naturellement vers la zone des rejets du tamis plutôt que de s'accumuler sur la pale. Les bras supportant les pâles (au nombre de 2 par pale) sont à la fois profilés et inclinés d'un angle de 105 degrés par rapport à l'axe du rotor, comme



Figure 7: Les contaminants en forme de filaments peuvent s'accrocher sur les pâles du rotor et former de plus gros amas qui risquent de se coincer entre le cylindre et le rotor.

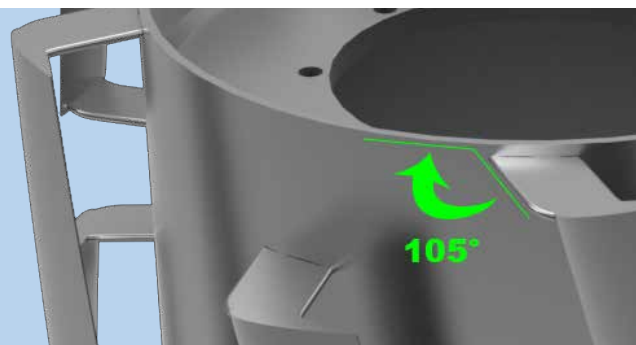
l'illustre la figure 8. De la même manière, les filaments qui se présentent au niveau des bras de support se déplacent le long des bras et sont libérés. De cette façon, les filaments ne peuvent s'accumuler à aucun endroit sur le rotor.

Un écart précis et constant est assuré entre le rotor et le cylindre par un système à double bras de support fixant les pâles au rotor. La pulsation de nettoyage créée par la pale du rotor diminue significativement lorsque l'écart est trop important [4]. Les mesures de l'écart observées sur un tamis d'AFT (figure 9) montrent que le nouveau rotor EPX illustré à la figure 8 affiche des valeurs constantes comprises entre 2,5 et 3,5 mm. En revanche, les écarts mesurés sur un rotor OEM utilisant une conception plus ancienne à un seul bras de support ont été mesurés entre 1,5 et 7,0 mm. Les grands écarts conduiraient à une forte diminution de l'effet de nettoyage du rotor. Plusieurs expériences en usine font état de cylindres colmatés dans les régions qui correspondent aux emplacements de ces grands écarts. De trop petits écarts génèrent, à l'inverse, des pulsations très importantes et peuvent forcer des contaminants déformables à passer au travers des fentes du cylindre, ce qui réduit d'autant l'efficacité à l'enlèvement des débris.



Figure 8

Un nouveau rotor à pâles hélicoïdale (à gauche), équipé de pâles surdimensionnées et de bras de support profilés (à droite), réduit les risques que des filaments ou d'autres débris puissent s'accumuler.



Technologie 2:

Étude de cas: application en usine du rotor EPX “anti-filament”

Le nouveau rotor à pâles EPX a été installé dans un tamis de tête primaire de modèle Metso TL450 dans une usine européenne produisant un carton à partir de la récupération de vieux cartons ondulés. La consistance d'alimentation était de 1,3% et le cylindre comportait des fentes de 0,15 mm. Le tamis fonctionnait précédemment à l'aide d'un rotor à pâles OEM et souffrait depuis un certain nombre d'années de problèmes de colmatage et d'un fort différentiel de pression entre l'alimentation et l'accepté. L'installation du nouveau rotor EPX illustré à la figure 8 a éliminé les problèmes de colmatage récurrents. Le différentiel de pression a diminué. L'usine est désormais en mesure de faire fonctionner le tamis de façon fiable sans interruption. L'usine a également signalé une amélioration de la propreté de la couche supérieure de son papier produit.

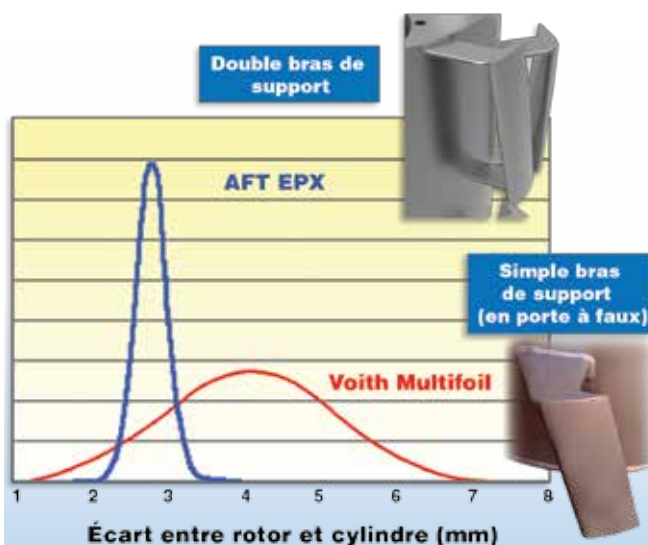
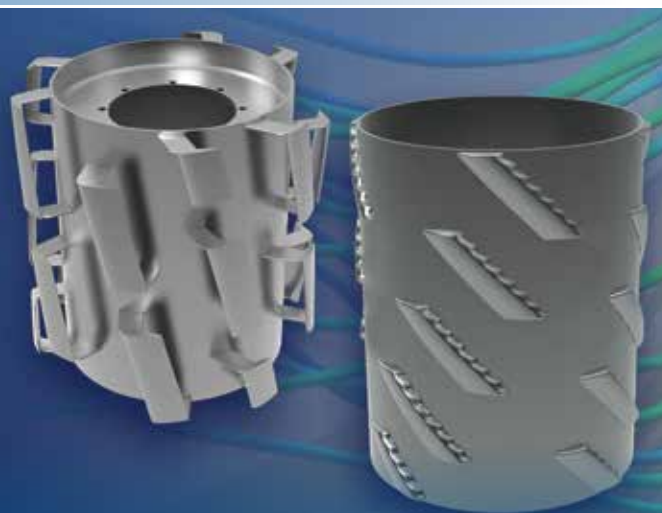


Figure 9 La pale à double bras de support du nouveau rotor EPX assure un écart plus précis et plus constant entre le rotor et le cylindre que dans le cas de la conception à simple bras de support utilisée par le rotor de la concurrence. Un meilleur contrôle de l'écart génère une pulsation de nettoyage uniforme et efficace, ainsi qu'un meilleur comportement du tamis.



Conclusions

Deux nouveaux modèles de rotors employant des designs innovants fournissent des exemples de la façon dont la technologie de pointe peut être utilisée afin d'améliorer le fonctionnement d'un tamis. Le rotor GHC2 utilisant une surface ondulée au bord d'attaque de ses éléments a vu son utilisation généralisée. Il permet de réduire la consommation d'énergie, d'accroître l'efficacité à l'enlèvement des contaminants ainsi que d'augmenter la production de pâte. Le rotor à pâles EPX présente des caractéristiques de conception qui permettent de résister à la formation de filaments et d'autres débris, et donc d'assurer un bon comportement, même lorsqu'employé avec une matière première fortement polluée. Ces produits reflètent l'application continue des outils théoriques, plus la connaissance pratique issue des usines dans le but d'élaborer une technologie qui améliore sans cesse les procédés de tamisage.



REFERENCES

1. Karvinen, R., and Halonen, L., "The effect of various factors on pressure pulsation of a screen," *Paperi ja puu* 66(7):80–83 (1984)
2. Feng, M., Gonzalez, J., Olson, J.A., Ollivier-Gooch, C., and Gooding, R.W., "Numerical simulation and experimental measurement of pressure pulses produced by a pulp screen foil rotor," *J. Fluids Eng.* 127(2):347-357 (2005)
3. Martinez, D.M., Gooding, R.W., and Roberts, N., "A force balance model of pulp screen capacity," *Tappi J.* 82(4):181–187 (1999)
4. Pinon, V., Gooding, R.W., and Olson, J.A., "Measurements of pressure pulses from a solid core screen rotor," *Tappi J.* 2(10):9–12 (2003)
5. Salem, H.J., Gooding, R.W., Martinez, D.M., and Olson, J.A., "Some fundamental aspects of pulp screen capacity," *Proc. 15th Fundamental Research Symposium, Cambridge, England* (2013)
6. Gooding, R.W., "The passage of fibres through slots in pulp screening," M.A.Sc. thesis. The University of British Columbia, Canada (1986)
7. Gooding, R.W., and Kerekes, R.J., "Consistency changes caused by pulp screening," *Tappi J.* 75(10) :109-118 (1992)
8. Konola, A., Poikolainen, I., Kovasin, K., Karppinen, J., and Gooding, R., "Reduced power consumption in softwood kraft screening at Botnia Aankoski," *Paperi ja puu* 91(3):27-32 (2009)
9. Luukkonen, A., Delfel, S., Olson, J.A., Ollivier-Gooch, C., and Pfeuger, C., "A computational fluid dynamic simulation of the pressure pulses produced by a solid core pulp screen rotor," *Appita J.* 61:6 (2008)

Scientifiques au travail: Des tamis qui performant



Il y a de la place pour la science théorique:
**Toutefois, pas dans une usine de
pâtes et papiers.**

C'est pourquoi nous mettons l'accent sur ce que nous appelons la science appliquée – une combinaison de connaissances théoriques et d'expérience du terrain axées sur l'obtention de résultats mesurables dans votre usine. Pour quels genres de résultats? Des augmentations de production, d'efficacité de tamisage, de suppression de matières collantes, de réduction d'énergie, de récupération des fibres et d'une durée de vie accrue des composantes.

AFT offre une gamme complète de systèmes de tamisage comprenant les meilleures composantes dans le monde (cylindres et rotors). Mais nous ne sommes pas seulement une entreprise spécialisée dans l'usinage d'acier. Notre point de départ, c'est une science éprouvée – la connaissance de la physique, de la dynamique des fluides, des forces mécaniques, de la tolérance des fentes, de l'importance de l'écart rotor/cylindre. Cela nous permet d'avoir une base solide sur laquelle fonder nos conceptions et d'ajouter un complément à nos 110 années d'expérience.

Des solutions pratiques et éprouvées pour régler les problèmes les plus tenaces en matière de tamisage. Voici à quoi vous pouvez vous attendre d'AFT – le fournisseur ayant l'expérience la plus poussée en matière d'application de tamisage dans l'industrie des pâtes et papiers.

www.aft-global.com

Sherbrooke, Canada
Tel: +1 819 562 4754
Fax: +1 819 562 6064

Varkaus, Finlande
Tel: +358 207 429 200
Fax: +358 207 429 280

Incheon, Corée du Sud
Tel: +82 32 814 2825
Fax: +82 32 815 2825

États-Unis
Tel: +1 800 223 0060
Fax: +1 819 562 6064

Rio Claro, Brésil
Tel: +55 19 3024 0700
Fax: +55 19 3024 0300

Jiaxing City, Chine
Tel: +86 573 8391 3279
Fax: +86 573 8391 3298

email
ame.sales@aft-global.com

