

**RAPPORT DE GÉNIVEL-BPR,
POTENTIEL DE RÉDUCTION DE LA CONSOMMATION
D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE DANS L'INDUSTRIE
PAPETIÈRE QUÉBÉCOISE**

ÉTUDE

**POTENTIEL DE RÉDUCTION
DE LA CONSOMMATION
D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE
DANS L'INDUSTRIE PAPETIÈRE
QUÉBÉCOISE**

Réalisée pour :

*Association des Industries Forestières
du Québec (A.I.F.Q.)*

&

*L'Agence de l'Efficacité
Énergétique (A.E.E.)*

&

Hydro-Québec

Préparée par :



Génivel-BPR

Émission finale

3 Septembre 2002

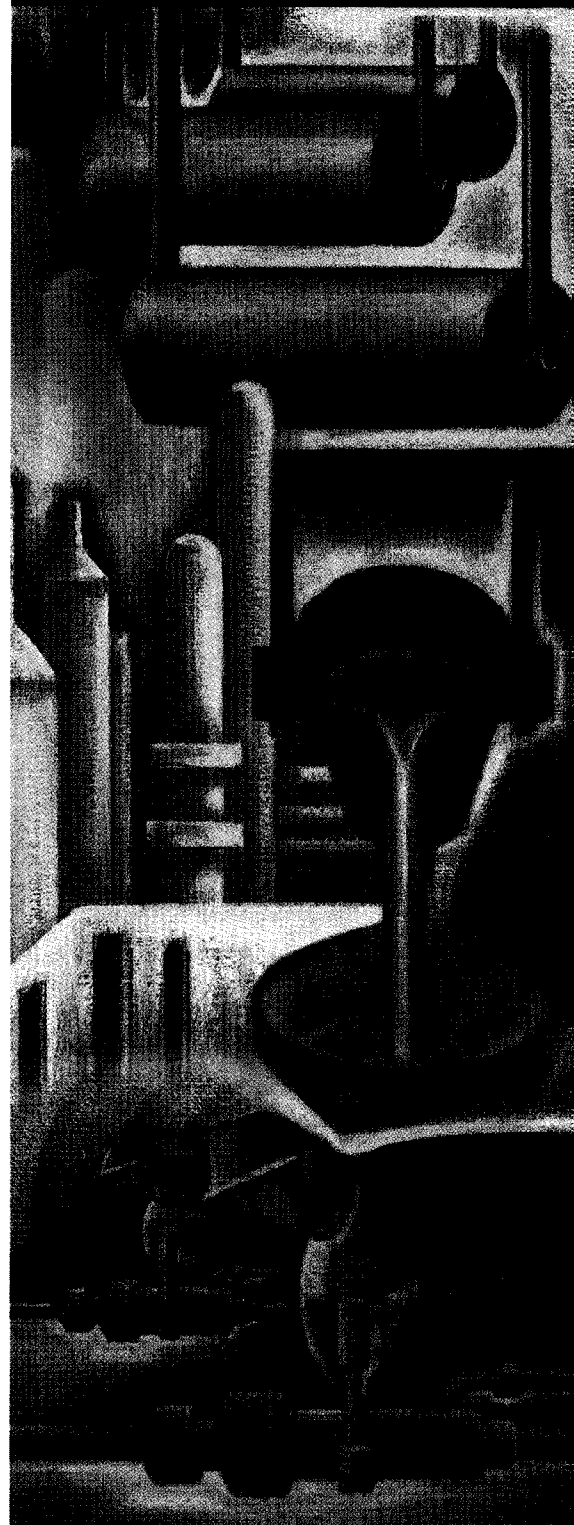
Révisée le 5 décembre 2002

N/Réf. : 093-2F16

Classement : 60et



Génivel-BPR



SOMMAIRE EXÉCUTIF

Le 3 mai dernier, l'Association de l'Industrie Forestière du Québec (A.I.F.Q.), l'Agence de l'Efficacité Énergétique (A.E.E.) et Hydro-Québec confiaient à Génivel-BPR inc. le mandat de réaliser une étude visant à évaluer le potentiel de réduction de la consommation d'énergie électrique dans l'industrie papetière québécoise.

À la demande du client, l'étude a été divisée en deux volets. Le premier volet s'est attardé à l'impact des programmes SPVC et PAPI parrainés par Hydro-Québec au début des années 90, tandis que le deuxième volet a porté sur les technologies susceptibles de générer une réduction de la consommation d'énergie électrique.

Selon l'information transmise par Hydro-Québec, les programmes SPVC et PAPI ont financé plusieurs études qui ont servi à identifier de nombreux projets devant réduire la consommation d'électricité dans tous les types d'industries. En ce qui a trait à l'industrie des pâtes et papiers, dans le cadre du programme SPVC, 30% des projets identifiés ont été réalisés pour une réduction de 150 GWh. Ces projets ont surtout porté sur l'optimisation de systèmes de pompage. Environ 25% de ces projets (38 GWh/150 GWh) ont nécessité une aide financière d'Hydro-Québec pour acheter de l'équipement. Les autres rencontraient les critères de rentabilité des papetières. Dans le cadre du programme PAPI, la consommation annuelle a été réduite de 250 GWh sur une possibilité de 274 GWh identifiés.

Comme SPVC de son côté avait identifié une réduction potentielle de 500 GWh, il faut déduire que plusieurs projets sont restés lettre morte. Si ces projets n'ont pas été réalisés, c'est soit qu'ils ne rencontraient pas les critères de rentabilité des compagnies, soit qu'ils aient été soumis trop tard à Hydro-Québec.

Le marché étant présentement très volatil et les profits étant plus rares, les papetières sont très avares et très sélectives en matière d'investissement. Si toutefois un revirement de situation se produisait, la réduction de la consommation de l'énergie électrique pourrait devenir un facteur motivant, et bien qu'il faille s'attendre à ce que les projets à la fois faciles à réaliser, abordables et rentables aient déjà été complétés, il serait bon de reconsidérer les projets non réalisés en fonction de la conjoncture économique, des changements survenus dans les usines depuis l'époque SPVC et des nouvelles technologies disponibles afin d'en évaluer le potentiel et la probabilité de leur réalisation.

En ce qui a trait aux technologies disponibles sur le marché et pouvant réduire la consommation d'électricité, nous en avons identifié seize réparties en quatre groupes. Toutes ont été validées lors d'une réunion tenue le 7 juin 2002.

PREMIER GROUPE – Technologies à potentiel de réduction de la consommation d'énergie électrique

(voir article 4.1)

Le premier groupe, avec ses quatre possibilités, a trait à la réduction de l'énergie spécifique de raffinage. Les quatre concepts qui sont proposés n'ont pas un effet cumulatif, c'est-à-dire que même si l'on appliquait plus d'une de ces technologies dans un même atelier de pâte thermomécanique, leur effet respectif ne pourrait s'additionner. Pourquoi? Parce qu'il faut appliquer aux fibres une quantité minimale d'énergie pour atteindre les objectifs de qualité et que certains s'appliquent à des équipements propres à un fournisseur unique. Même s'il apparaît que du développement soit encore nécessaire, les plaques « Low E » offrent une avenue simple, peu coûteuse et facilement vérifiable.

Nous pensons que la promotion de cette mesure pourrait générer une réduction de 450 GWh/an.

DEUXIÈME GROUPE – Technologies de réduction de l'énergie de pompage

(voir article 4.2)

Le deuxième groupe compte cinq possibilités et porte sur la réduction de l'énergie de pompage. Contrairement au premier groupe, l'effet des concepts proposés dans ce groupe peut être combiné (cumulatif). Les réductions sont beaucoup moins importantes et plus difficiles à justifier.

TROISIÈME GROUPE – Technologies reliées à l'équipement électrique

(voir article 4.3)

Le troisième groupe propose trois possibilités toutes liées à l'équipement électrique. Dans ce groupe, les effets peuvent être également combinés. Là aussi, les réductions sont moins significatives que celles qui pourraient être générées par l'implantation des possibilités du premier groupe. Nous pensons que la pression du marché pour des produits de qualité supérieure, généralement génératrice de grands projets d'investissement crée généralement l'occasion de remplacer de tels équipements.

QUATRIÈME GROUPE – Technologies diverses

(voir article 4.4)

Enfin, le quatrième groupe compte quatre possibilités n'ayant aucun lien entre elles et de ce fait, leur effet peut aussi être combiné. Cependant, notre estimation de la valeur espérée de réduction de la consommation d'électricité, suite à des réalisations de ce type de projet, est marginale. Il aurait fallu une enquête plus approfondie afin de vérifier où en sont les usines par rapport à ces sujets.

L'estimation du coût moyen d'implantation présenté pour chacune des technologies proposées est à $\pm 25\%$. En fait, nous affichons un ordre de grandeur puisque nous sommes conscients que chaque usine québécoise représente un cas particulier et que cela peut faire varier grandement les coûts de réalisation de certains projets.

Un objectif de réduction de la consommation d'énergie électrique de 650 GWh/an semble réaliste.

Chaque usine devrait être modélisée (procédé et coûts de fabrication) de façon à pouvoir procéder rapidement à l'analyse de plusieurs scénarios.

En général, la consommation d'énergie a beaucoup d'impacts, tant économiques qu'environnementaux. La poursuite d'un idéal visant à réduire la consommation d'énergie électrique dans les papetières québécoises est louable.

TABLE DES MATIÈRES

SOMMAIRE EXÉCUTIF	I
1. OBJECTIF DE L'ÉTUDE	1
2. DESCRIPTION DU MANDAT	2
3. VOLET 1	3
IMPACT DES PROGRAMMES SPVC ET PAPI	3
4. VOLET 2	7
TECHNOLOGIES À POTENTIEL DE RÉDUCTION DE LA CONSOMMATION D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE	7
4.1 Technologies de réduction de l'énergie spécifique de raffinage	9
4.1.1 Raffinage à basse consistance	9
4.1.2 Plaques de raffineur à basse énergie	11
4.1.3 Concept RTS	13
4.1.4 Concept de traitement biologique de copeaux (Bio-Pulping)	15
4.1.5 Considérations générales	17
4.1.6 Sources	18
4.1.7 Mise en garde	19
4.2 Technologies de réduction de l'énergie de pompage	20
4.2.1 Élimination des épurateurs centrifuges	20
4.2.2 Utilisation de tamis multi stages	22
4.2.3 Élimination de pompage entre les stages de tamisages	24
4.2.4 Tamisage et épaisissage à moyenne consistance	26
4.2.5 Optimisation du système de pompes à vide	28
4.2.6 Considérations générales	31
4.2.7 Sources	32
4.2.8 Mise en garde	33
4.3 Technologies reliées à l'équipement électrique	34
4.3.1 Entraînement AC et frein régénératif pour bobineuse	34
4.3.2 Entraînement AC pour machine à papier	36
4.3.3 Optimisation de l'opération des transformateurs d'alimentation	38
4.3.4 Considérations générales	40
4.3.5 Sources	41
4.3.6 Mise en garde	42



TABLE DES MATIÈRES

4.4 Technologies diverses	43
4.4.1 Remplacement des systèmes CALCOIL	43
4.4.2 Élimination du soufflage des copeaux	45
4.4.3 Utilisation de pigments internes	47
4.4.4 Utilisation de sondes à oxygène	49
4.4.5 Considérations générales	51
4.4.6 Source	52
4.4.7 Mise en garde	53
5. CONCLUSION	54



1. OBJECTIF DE L'ÉTUDE

L'objectif de la présente étude est de déterminer les améliorations aux équipements et les modifications technologiques qui pourraient être mises en place dans les usines papetières québécoises afin de permettre une réduction de leur consommation d'énergie électrique.

2. DESCRIPTION DU MANDAT

Le mandat qui a été confié à Génivel-BPR inc. par l'Association de l'Industrie Forestière du Québec (A.I.F.Q.), l'Agence de l'Efficacité Énergétique (A.E.E.) et Hydro-Québec comprend deux volets.

Premier volet

À partir des données transmises par Hydro-Québec sur ses programmes « Système de pompage, de ventilation et de compression » (SPVC) et « Programme d'amélioration de procédé industriel » (PAPI) ayant eu cours au début des années 90 :

- Vérifier dans quelle mesure les programmes ont été utilisés par les usines.
- Établir s'il existe encore un potentiel intéressant de projets relativement aux secteurs visés par ces programmes.
- Essayer de vérifier s'ils ont influencé les habitudes des responsables techniques des usines.

Deuxième volet

Identifier les récentes technologies qui, une fois implantées, permettraient de réduire de façon significative, la consommation d'énergie électrique des usines québécoises :

- Faire valider les technologies identifiées par un groupe technique constitué de membres du comité de l'énergie de l'A.I.F.Q., du personnel de l'A.E.E. et du personnel d'Hydro-Québec.
- Procéder à une analyse relativement à l'implantation (coûts, sites potentiels et réduction théorique potentielle) de chacune de ces technologies dans les usines québécoises.

3. VOLET 1

IMPACT DES PROGRAMMES SPVC ET PAPI

Au début des années 1990, deux programmes mis de l'avant par Hydro-Québec étaient accessibles à toute l'industrie québécoise afin de l'aider à réduire sa consommation d'énergie électrique. L'un de ces programmes était le « Système de pompage, de ventilation et de compression » (SPVC) et l'autre le « Programme d'amélioration de procédé industriel » (PAPI).

Comme tout autre secteur industriel, celui des pâtes et papiers a eu accès à ces programmes et, dans le cadre du présent mandat, Génivel-BPR devait :

- Vérifier dans quelle mesure ils avaient été utilisés par les usines.
- Établir s'il existe encore un potentiel intéressant de projets à réaliser.
- Essayer de vérifier s'ils ont influencé les habitudes des responsables techniques des usines.

Pour aider à la réalisation du mandat, Hydro-Québec, tout en respectant la contrainte de confidentialité liée à la divulgation des données relatives à ses programmes, a fourni quelques statistiques portant principalement sur le SPVC, celles du programme PAPI étant plus difficiles à regrouper.

Après analyse des statistiques reçues, d'Hydro-Québec, il nous a été possible d'établir ce qui suit :

- Dans le cadre du SPVC, les études réalisées dans les usines québécoises de pâtes et papiers ont permis d'identifier des opportunités de réduction de la consommation d'énergie électrique pouvant totaliser 492 GWh.
- Toujours dans le cadre du SPVC, selon les dossiers d'Hydro-Québec, l'industrie papetière québécoise a réalisé des projets identifiés par les études et ceux-ci ont généré une réduction de 150 GWh, soit 30% du total.
- Sur l'ensemble des projets réalisés pour réduire la consommation de 150 GWh, Hydro-Québec, dans le respect des critères d'application de son programme, a financé certains projets (aide financière à l'achat d'équipement) qui ont compté pour 38 GWh sur la réduction totale de 150 GWh.

- Une réduction de 112 GWh a été générée sans l'aide financière d'Hydro-Québec suite à l'approbation, par la direction de certaines usines, de projets identifiés par les études et qui répondaient à leurs critères de rentabilité, entre autre celui ayant trait au remboursement de l'investissement requis sur une très courte période.
- 75% des projets réalisés dans les usines papetières ont porté sur des conditions de pompage. Il y en a eu très peu reliés à la ventilation et à la compression.
- En ce qui a trait au programme PAPI, les études ont principalement porté sur les sujets suivants :
 1. Convoyeurs à courroie pour remplacer un convoyeur pneumatique.
 2. Conditionnement des feutres.
 3. Post raffinage.
 4. Entreposage des copeaux.
 5. Reconfiguration de la distribution des copeaux.
 6. Amélioration du tamisage.
 7. Récupération d'eau.
 8. Amélioration du tamisage en tête de machine.
 9. Nettoyage des feutres en continu.
 10. Optimisation presse à boues.
 11. Réaménagement des circuits des nettoyeurs centrifuges.
 12. Fermeture du réseau des eaux blanches.
 13. Amélioration de l'efficacité du procédé de mise en pâte.
 14. Sonde d'analyse d'oxygène dissous.

Selon Hydro-Québec, dans plusieurs cas, les études ont démontré que ces projets n'étaient pas suffisamment rentables pour les usines.

***Note :** les sujets 1, 6, 11 et 14 sont remis en évidence dans le 2^o volet de cette étude.*

Le programme PAPI a permis l'implantation de mesures telles :

1. Amélioration de l'indice d'égouttement.
2. Sonde de consistance.
3. Recirculation des eaux.
4. Désencrage (augmentation de l'utilisation).
5. Calcoil.
6. Diffuseurs fines bulles.
7. Installation d'échangeurs de chaleur.
8. Augmentation de la capacité de séchage.

L'anonymat des données statistiques fournies par Hydro-Québec ne nous permettant pas de vérifier avec précision l'impact des programmes SPVC et PAPI directement avec les usines qui s'y sont impliquées, nous avons donc placé quelques appels téléphoniques auprès de gens travaillant en usine et nous pouvons résumer leurs commentaires comme suit :

- Ils confirment que les usines ont procédé à des études pour identifier les possibilités de réduction de leur consommation d'énergie électrique.
- Dans certains cas, on a procédé à la réalisation de projets qui ont été identifiés par les études.
- Les moteurs à haute efficacité sont maintenant un standard.
- L'utilisation de pompes avec entraînement à vitesse variable, afin de limiter la recirculation du matériel, n'est pas un réflexe automatique.
- S'il existait un incitatif monétaire pour aider à compenser la dépense supplémentaire liée à l'achat d'un entraînement à vitesse variable, les gens d'usine nous disent qu'ils y réfléchiraient à deux fois malgré tout avant de procéder; ce serait du cas par cas. On ne veut pas dépenser sans une rentabilité assurée.

En conclusion, on peut dire que :

- Du simple point de vue de la réduction de la consommation d'énergie électrique, il reste encore un potentiel important de projets identifiés par les programmes SPVC et PAPI qui pourraient être réalisés.
- Les usines papetières québécoises, en ce qui a trait à la récupération de leur investissement à même les économies générées par ceux-ci, recherchent des temps inférieurs à deux ans.
- Les usines papetières québécoises ont peu d'argent à investir bien que dans plusieurs cas la technologie qu'elles utilisent soit dépassée et que leur rentabilité soit grandement influencée par les fluctuations du marché.
- L'industrie papetière en général est très conservatrice, lente à réagir à cause de ses procédures, et l'utilisation de nouvelles technologies n'est pas un réflexe automatique.

Recommandations

- Selon les données statistiques d'Hydro-Québec en ce qui a trait au défunt programme SPVC, un potentiel de réduction d'environ 350 GWh serait toujours réalisable dans les usines papetières québécoises.

Il serait souhaitable de remettre à jour les études antérieures, d'établir la liste des projets non réalisés et, par rapport au contexte actuel du marché et aux prévisions à moyen terme, voir la pertinence de les réaliser. Il est fort probable qu'une fois ce travail fait, le potentiel de 350 GWh sera significativement révisé à la baisse. Il ne faut pas oublier que les meilleures opportunités ont été exploitées.

- Selon « Ressources et Industries Forestières, Portrait statistique – juillet 2002, section 10, article 10.6 », la consommation moyenne d'eau par tonne de production a été estimée à 56 m³ dans les usines québécoises. Si chaque usine, dont la consommation moyenne est supérieure à 45 m³, continuait à faire des efforts pour abaisser sa consommation à un niveau se rapprochant de 45 m³ et en prenant soin de ne pas trop recirculer inutilement à l'intérieur de ses différents procédés, non seulement la consommation d'énergie thermique serait réduite, mais aussi la consommation d'énergie électrique nécessaire au pompage de toute cette eau.

Il serait souhaitable de modéliser, à l'aide de programmes de balance de masse (procédé) et d'un chiffrier d'analyse de coûts, toute usine offrant un potentiel acceptable à moyen terme. Cela permettrait de visualiser l'impact de nouvelles philosophies de gestion de l'eau blanche proposées par les fournisseurs et de nouveaux concepts tels POM et PINCH en les comparant à la condition statu quo. Ainsi, plusieurs projets intéressants pourraient être identifiés et le retour sur investissement confirmé, tout en laissant à l'usine un outil d'analyse puissant pour sa planification stratégique. Ce serait une bonne façon de vérifier la pertinence des projets non réalisés du défunt SPVC.

4. VOLET 2

TECHNOLOGIES À POTENTIEL DE RÉDUCTION DE LA CONSOMMATION D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE

Il existe sur le marché certaines technologies qui peuvent faire profiter leur utilisateur d'une réduction de sa consommation d'énergie électrique. Certaines sont éprouvées, d'autres en développement, mais chose certaine, il y en a encore de la place pour leur implantation dans les usines papetières du Québec.

On peut regrouper ces technologies en quatre (4) groupes :

1. Technologies de réduction de l'énergie spécifique de raffinage (PTM)
2. Technologies de réduction de l'énergie de pompage.
3. Technologies reliées à l'équipement électrique.
4. Technologies diverses.

Dans le groupe no 1 on retrouve :

- Le raffinage à basse consistance.
- L'utilisation de plaques de raffineurs à basse énergie « Low E ».
- Le concept RTS.
- Le concept de traitement biologique des copeaux.

Dans le groupe no 2 on retrouve :

- L'élimination des épurateurs centrifuges.
- L'utilisation de tamis multi stages.
- L'élimination du pompage entre les stations de tamisage.
- Le tamisage et l'épaississage à moyenne consistance.
- L'optimisation du système de pompes à vide.

Dans le groupe no 3 on retrouve :

- L'installation de frein régénératif et d'entraînement AC sur les bobineuses.
- L'installation d'entraînement AC sur les machines à papier.
- L'optimisation de l'opération des transformateurs d'alimentation en électricité.

Enfin, dans le groupe 4 on retrouve :

- Le remplacement des systèmes CALCOIL.
- L'élimination des systèmes de soufflage des copeaux.

- L'utilisation de pigments internes.
- L'utilisation de sondes à oxygène efficaces.

Il faut se rappeler que l'implantation de toutes ces technologies n'a pas nécessairement un effet cumulatif sur la consommation d'énergie électrique. En effet, l'implantation de plusieurs de ces technologies dans une même usine, surtout en ce qui a trait à l'énergie spécifique de raffinage, n'implique pas nécessairement l'addition de toutes les économies potentielles. Il y a une quantité minimale d'énergie électrique à fournir et il faut faire des choix. Chaque usine demeure un cas particulier.

Les pages suivantes décrivent succinctement chacune de ces technologies, tout en estimant le potentiel de réduction de la consommation d'énergie électrique ainsi que les coûts inhérents à leur implantation.

Le coût moyen d'implantation est une estimation à $\pm 25\%$ qui se veut un ordre de grandeur compte tenu encore une fois de la singularité de chaque usine.

4.1 TECHNOLOGIES DE RÉDUCTION DE L'ÉNERGIE SPÉCIFIQUE DE RAFFINAGE

4.1.1 Raffinage à basse consistance

A- Description

Cette technologie peut s'appliquer à chaque atelier de pâte thermomécanique (PTM) équipé de lignes principales de raffinage à deux stages.

L'application de la technologie consiste en l'installation, après le réservoir de repos de chaque ligne principale, d'un raffineur LCR « Low Consistency Refiner », opérant entre 4.0 et 4.5% de consistance et qui agit comme raffineur de troisième stage. Dans un raffineur LCR, pour une plage d'indices d'égouttement allant de 200 à 300 ml, il ne faut qu'un kWh/tma pour abaisser l'indice d'un ml comparativement à 0.5 ml pour le même kWh/tma dans un raffineur opérant à haute consistance.

B- Avantages

- Même si la littérature fait état d'une réduction pouvant atteindre 7%, aux fins de l'étude, nous considérons que l'énergie spécifique totale de raffinage sera réduite de 5% :
 - Si un PTM pour papier journal consomme environ 2 500 kWh/tma, alors 5% de 2 500 kWh/tma = 125 kWh/tma.
- Propriétés optiques de la pâte maintenues ou améliorées.
- Il est possible de profiter de l'énergie libérée pour augmenter la capacité de production de pâte.

C- Risque

Diminution potentielle de l'indice de déchirure reliée au recoupage des fibres dans le raffineur LCR, d'où possible augmentation de la consommation de pâte Kraft pour maintenir les propriétés physiques du papier.

Si l'atelier de pâte PTM est équipé d'un système de récupération de vapeur, en diminuant l'énergie aux raffineurs primaires et secondaires, si vous n'avez pas à augmenter la production de pâte, vous récupérez moins de vapeur et devez la générer à partir de carburants fossiles.

D- Sites potentiels d'implantation et réduction théorique potentielle

Nous avons identifié seize sites potentiels pouvant ensemble produire un total de 10 450 tma/jour.

Réduction théorique potentielle : $10\,490 \text{ tma/jour} \times 125 \text{ kWh/tma} = 1\,311\,250 \text{ kWh/jour}$ ou 475 GWh/an.

E- Coûts moyens d'implantation

Un projet similaire réalisé dans un atelier de PTM d'une capacité de 860 tma/jour a coûté 4 831 000.\$ CAN en 1998, coûts directs et indirects inclus.

Ajustement des coûts à cause de l'inflation.

- $4\,831\,000.\$ \text{ CAN} \times 161.3/144.8 = 5\,381\,500.\$$.
- $5\,381\,500.\$ \text{ CAN} / 860 \text{ tma} = 6\,258.\$ \text{ CAN/tma}$.

F- Remarques

Ce concept est éprouvé, offre une réduction de la consommation d'énergie électrique appréciable et peut se justifier, pour les usines qui en ont besoin ou qui peuvent l'utiliser, par une augmentation de la capacité de production de pâte à même l'énergie libérée.

4.1.2 Plaques de raffineur à basse énergie

A- Coûts moyens d'implantation

Les fabricants d'équipements ont mis beaucoup d'efforts au cours des dernières années pour développer des jeux de plaques de raffineur qui produisent la même qualité de pâte tout en consommant moins d'énergie électrique.

Ces jeux de plaques s'installent principalement dans les raffineurs primaires et leur opération est particulière par le fait que les copeaux sont introduits différemment dans le raffineur.

Un fournisseur majeur nous confirme qu'au Québec au moins une usine utilise ce type de plaques et qu'une deuxième en fait présentement l'essai.

B- Avantages

- L'énergie spécifique de raffinage appliquée au raffineur primaire est réduite de 10% (peut varier selon le procédé en place).
 - Si un PTM pour papier journal consomme environ 1 000 kWh/tma au primaire, alors 10% de 1 000 kWh/tma = 100 kWh/tma.
- Un jeu de plaques peut s'installer lors d'un arrêt planifié.
- Si on n'obtient pas le résultat escompté, ou que la qualité de la pâte n'est pas acceptable, on peut facilement revenir en arrière.
- Les risques financiers sont minimes.

C- Risque

Effet possible sur les propriétés de la pâte. Lors de la première installation, une attention toute particulière devra être portée aux résultats des essais de qualité et aux ajustements nécessaires aux paramètres d'opération.

D- Sites potentiels d'implantation et réduction théorique potentielle

Nous avons identifié quinze sites potentiels pouvant ensemble produire un total de 9 311 tma/jour.

Réduction théorique potentielle : $9\,311 \text{ tma/jour} \times 100 \text{ kWh/tma} = 931\,100 \text{ kWh/jour}$ ou 337 GWh/an .

E- Coûts moyens d'implantation

Les fournisseurs nous disent qu'un jeu de plaques « Low E » se vend 1.5 fois le prix d'un jeu de plaques conventionnelles.

Si un jeu de plaques conventionnelles, dans le pire des cas, pour un raffineur sur une ligne de 450 tma/jour, se vend environ 40 000.\$ CAN, alors un jeu de plaques « Low E » pour ce même raffineur coûtera 60 000.\$ CAN.

La vie d'un jeu de plaques, conventionnelles ou « Low E », est d'au moins 1 200 heures (peut atteindre 2 000 heures selon un fournisseur) et il y a 8 760 heures dans une année, ce qui implique qu'environ 7.3 jeux de plaques par année seront requis.

$$\frac{(60\,000 - 40\,000) \text{ \$ CAN}}{\text{jeux}} \times \frac{7.3 \text{ jeux}}{\text{an}} = 146\,000 \text{ \$ CAN/année}$$

$$\frac{450 \text{ tma}}{\text{jour}} \times \frac{362 \text{ jours}}{\text{an}} = 162\,900 \text{ tma/année}$$

$$\frac{146\,000 \text{ \$ CAN}}{\text{an}} / \frac{162\,900 \text{ tma}}{\text{an}} = 0.90 \text{ \$ CAN/tma de pâte}$$

F- Remarques

- Peut travailler l'implantation de cette technologie avec les fournisseurs.
- La marge financière (économie / coût de réalisation) est bonne puisque 100 kWh/tma représente environ 3.80.\$ CAN.

4.1.3 Concept RTS

A- Description

Ce concept a été développé par Andritz et il est applicable seulement avec leurs équipements. Il consiste, dans un premier temps, à augmenter le temps de rétention des copeaux avant de les raffiner (1^{er} stage). Dans un deuxième temps, on profite de cette rétention prolongée pour ramollir au maximum les copeaux, et ce, en les soumettant à une haute température. Pour ce faire, Andritz installe un convoyeur pressurisé supplémentaire dimensionné en fonction des besoins. Enfin, on augmente la vitesse de rotation des plaques du raffineur. Cela se fera en installant, entre le raffineur et son moteur, une boîte d'engrenages qui augmentera la vitesse de rotation.

Il n'y a pas d'application au Québec et le concept se prête uniquement aux nouvelles installations. La modification d'installations existantes demanderait trop de travaux très dispendieux et ne serait pas rentable.

B- Avantages

- Énergie spécifique totale de raffinage réduite de 10% (conservateur) :
 - Si un PTM pour papier journal consomme environ 2 500 kWh/tma, alors 10% de 2 500 kWh/tma = 250 kWh/tma.
- Les propriétés de la pâte sont maintenues (papier journal).

C- Risque

Il y a possibilité que les fibres ne soient pas assez développées lorsque la pâte est utilisée dans la fabrication de papiers à valeur ajoutée, d'où nécessité d'ajouter plus de pâte chimique.

D- Sites potentiels d'implantation et réduction théorique potentielle

Nous avons identifié quatre sites potentiels qui ensemble pourrait produire un total de 2 350 tma/jour.

Réduction théorique potentielle : $2\,350 \text{ tma/jour} \times 250 \text{ kWh/tma} = 587\,500 \text{ kWh/jour}$ ou 212 GWh/an.

E- Coût moyen d'implantation

On parle ici de projet majeur, c'est-à-dire l'installation d'un atelier complet de fabrication de pâte thermomécanique (PTM) de dernière génération. L'investissement sera de l'ordre de 150 000.\$ à 225 000.\$ CAN/tma de pâte produite. Une fois l'ingénierie préliminaire complétée, si le procédé et l'équipement d'Andritz sont retenus, alors la différence de coût entre un procédé incluant le concept RTS et le procédé régulier sera négligeable par rapport au total de l'investissement.

F- Remarques

- L'autre fournisseur majeur, Metso, a développé le concept « Thermopulp » en contre partie au concept RTS. Cependant, la littérature ne présente pas ce concept comme un succès technique. Une usine du Québec en a fait l'essai et a finalement suspendu l'utilisation de ce concept.
- Ce genre de projet est justifié généralement par une augmentation de la production, une réduction significative des coûts de fabrication et une amélioration de la qualité des produits finis.

4.1.4 Concept de traitement biologique de copeaux (Bio-Pulping)

A- Description

Ce procédé, dans un premier temps, a recours au chauffage des copeaux, sans toutefois les abîmer, mais à un degré tel que tout ce qui pourrait nuire au travail des champignons (ou enzymes) sera détruit. Ensuite, on refroidit les copeaux et on les imbibe d'une solution contenant l'agent biologique. Enfin, on les égoutte et on les entrepose un certain temps afin de laisser agir les champignons (ou enzymes) sur la lignine avant de passer au raffinage.

De récentes recherches ont aussi permis de réaliser que ce concept pouvait être appliqué à la pâte PTM du raffineur primaire.

Ce concept est prometteur, mais il reste encore du développement à faire.

B- Avantages

- Énergie spécifique de raffinage réduite de 7% (conservateur) :

Note : valable tant pour le traitement avant le raffineur primaire qu'après.

- Si un PTM pour papier journal consomme environ 2 500 kWh/tma, alors 7% de 2 500 kWh/tma = 175 kWh/tma.

- Les propriétés de la pâte sont maintenues.

C- Risque

- Perte des propriétés optiques si l'on cherche à augmenter la réduction de la consommation en poussant trop loin l'application de ce concept, principalement en ayant un temps d'entreposage trop long.
- Manque d'espace physique pour l'entreposage (traitement avant le premier stage de raffinage).

D- Sites potentiels d'implantation et réduction théorique potentielle

Toutes les usines du Québec qui fabriquent de la pâte à partir de copeaux et qui n'utilisent pas, dans leur procédé, des produits chimiques pour ramollir les copeaux.

Il y a quatorze sites potentiels qui ensemble produisent 8 541 tma/jour.

Réduction théorique potentielle : $8\,541 \text{ tma/jour} \times 175 \text{ kWh/tma} = 1\,494\,675 \text{ kWh/jour}$ ou 540 GWh/an.

E- Coût moyen d'implantation

Si l'on utilise le traitement en pile, il faut ajouter des silos supplémentaires et un système pour chauffer, refroidir, imbiber et égoutter les copeaux. Selon nos archives, un silo de $12\,500 \text{ m}^3$, qui permet cinq jours d'entreposage pour un atelier d'une capacité de 350 tma/jour, coûte (accessoires, coûts directs et indirects inclus) 4 000 000.\$ CAN.

On estime les coûts d'un système pour chauffer, refroidir, imbiber et égoutter les copeaux à 2 000 000.\$ CAN (coûts directs et indirects inclus), ce qui correspond sensiblement au coût d'un système de lavage et de traitement des copeaux pour un atelier de 350 tma/jour.

La littérature sur le sujet rapporte qu'il faut laisser les enzymes travailler entre 7 et 28 jours. Si on prend comme hypothèse que 15 jours sont suffisants et qu'il y a déjà un silo installé à l'usine, c'est donc dire qu'il faut ajouter 2 silos et le système de traitement.

- $(4\,000\,000 \times 2) + 2\,000\,000 = 10\,000\,000.$ \$ CAN.
- $10\,000\,000.$ \$ CAN/350 tma = 28 571.\$ CAN/tma.

Si l'on utilise le traitement de la pâte à la sortie du raffineur primaire, il faut prévoir un réservoir (2 heures de rétention selon la littérature), une pompe, un agitateur et un système d'injection de la solution d'enzymes.

Selon nos archives, un tel réservoir tout équipé pour un atelier de 350 tma/jour, coûterait 1 500 000.\$ CAN, système d'injection d'enzymes inclus.

- $1\,500\,000.$ \$ CAN/350 tma = 4 285.\$CAN/tma.

F- Remarques

- Le traitement en pile demande beaucoup d'espace physique et est très dispendieux.
- Les deux façons d'implanter ce concept peuvent se faire sans arrêt de production, à condition d'avoir l'espace physique nécessaire.

4.1.5 Considérations générales

En tenant compte du fait que l'application de ces technologies n'a pas un effet cumulatif, il est possible, dans chacune des usines québécoises fabricant de la pâte PTM et où rien n'a été fait en ce sens, de réduire, par l'implantation de l'une ou l'autre de ces technologies, la consommation d'énergie électrique (énergie spécifique de raffinage) d'au moins 5%, soit 125 kWh/tma de pâte fabriquée.

- Applicable à environ 10 000 tma/jour.
- $\frac{10\,000\text{ tma}}{\text{Jour}} \times \frac{125\text{ kWh}}{\text{tma}} = 1\,250\,000\text{ kWh/jour}$ ou 452 GWh/an.

Chaque usine devra faire un choix en fonction de ses besoins. Les technologies les plus coûteuses devront se justifier par une augmentation de la capacité de production générée à même l'énergie libérée.

Les technologies les plus prometteuses (strictement du point de vue énergétique), sont les suivantes :

- Plaques « Low E » parce que peu coûteuses et faciles à implanter.
- « Bio-Pulping » appliqué à la pâte PTM du raffineur primaire parce que ce concept peut s'installer en parallèle à un coût abordable.

4.1.6 Sources

- Pulp & Paper Magazine, May 1999
Issue Focus (Mechanical Pulping)
Mechanical Pulping Technologies Focus on Reducing Refining Energy
By: Eric Cannel
- Genivel-BPR Inc.
Archives
- Répertoire des usines québécoises
- Pulp & Paper International, August 2000
Issue Focus (Biotechnology)
Another Year Brings Advances in Biotechnology
By: Roger Grant and John Grant
- Partie d'article technique transmis par M. Jean-Denis Champoux, ing., à
l'emploi d'Hydro-Québec et traitant de « Bio-Pulping ».

4.1.7 Mise en garde

Le potentiel de réduction de la consommation d'énergie électrique relative à l'énergie spécifique de raffinage est intimement lié aux essences de bois utilisées.

Il y a un minimum d'énergie spécifique de raffinage à appliquer aux fibres pour obtenir les propriétés physiques de pâte désirées.

Pour une évaluation valable de la réduction de la consommation d'énergie électrique relative à l'énergie spécifique de raffinage, il faut une méthodologie de mesure des différents paramètres à toute épreuve.

Exemple : mesurer le poids des copeaux entrant dans le raffineur et non estimer la quantité de copeaux d'après la vitesse du convoyeur d'alimentation.

Les bénéfices résultant de l'implantation des technologies énumérées ci-après ne sont pas cumulatifs; il faut en choisir une, la plus rentable tout en étant la plus applicable, et l'implanter. Plus d'une aurait un effet marqué sur les propriétés de la pâte et entraînerait un impact compensatoire coûteux un peu plus loin dans le procédé de fabrication.

4.2 TECHNOLOGIES DE RÉDUCTION DE L'ÉNERGIE DE POMPAGE

4.2.1 Élimination des épurateurs centrifuges

A- Description

Ce concept est maintenant applicable grâce aux récents développements technologiques dans le domaine du tamisage. En s'assurant que l'on a un système de tamisage adéquat, on peut éliminer les épurateurs centrifuges dans tous les ateliers de fabrication de pâte, qu'il s'agisse de SGW, PGW, PTM, PTCM, PTCMB, HYS et parfois même du DIP. Toutefois, il n'est pas recommandé de les éliminer sur les machines à papier.

B- Avantages

En posant comme hypothèse que l'on a un différentiel de pression de 40 psi (25 à travers les épurateurs et 15 dans le reste du circuit, soit 90 pieds de tête), si on élimine un système d'épurateurs centrifuges à cinq stages, le potentiel de réduction de la consommation d'énergie électrique est de 10.3 kWh/tma.

Notes :

- *L'importance de l'économie d'énergie électrique varie en fonction de l'effort requis (différentiel de pression, tête) pour pomper le matériel à l'endroit désiré.*
- *Un différentiel de pression de 40 psi est conservateur.*

Les propriétés physiques et optiques de la pâte sont au moins maintenues et possiblement améliorées.

C- Risque

Aucun.

D- Sites potentiels d'implantation et réduction théorique potentielle

Partout où des épurateurs sont utilisés, peu importe le type de pâte.

Nous avons identifié vingt-huit sites potentiels au Québec. Ensemble, ils peuvent produire 16 446 tma/jour.

Étant donné les exigences de certains procédés particuliers, il est possible que les nouvelles technologies de tamisage seules ne soient pas suffisantes pour rencontrer les critères de qualité de la pâte. D'autre part, certains ateliers de fabrication de pâte étant très âgés, leurs propriétaires respectifs penseront peut-être à les remplacer par d'autres plus performants mieux adaptés, ce qui rendrait toute modification inutile aux ateliers actuels. C'est pourquoi, dans ce contexte, il est préférable de réduire de 50% le nombre de tma/jour susceptible d'être influencé par l'implantation de ce concept.

Donc, $16\ 446\ \text{tma/jour} \times .5 = 8\ 223\ \text{tma/jour}$.

Réduction théorique potentielle : $8\ 223\ \text{tma/jour} \times 10.3\ \text{kWh/tma} = 84\ 697\ \text{kWh/jour}$ ou $30.6\ \text{GWh/an}$.

E- Coûts moyens d'implantation

Selon nos archives, pour un atelier de 350 tma/jour, un système de tamisage à fentes (P1, S1 et T1) coûte (directs et indirects inclus) environ 3 000 000.\$ CAN.

➤ $3\ 000\ 000.\$ \text{ CAN}/350\ \text{tm} = 8\ 571.\$/\text{CAN/tma}$.

F- Remarques

Bien qu'importante, la réduction de la consommation de l'énergie électrique (environ 49 000.\$/an pour un atelier de 350 tma/jour) n'est pas suffisante pour justifier un investissement de ce genre. On doit y ajouter une amélioration de la qualité de la pâte requise pour le maintien de la réputation du papier dans les imprimeries.

4.2.2 Utilisation de tamis multi stages

A- Description

Il s'agit de remplacer des tamis pressurisés à stage unique par un tamis pressurisé multi stages. Selon le type de matériel à tamiser, les critères de qualité et la surface requise pour les rencontrer, on se retrouvera avec moins de tamis et le HP requis devrait être moins élevé. Un seul fournisseur majeur offre ce type de tamis. Chaque cas devra être évalué séparément.

B- Avantages

- Selon un fournisseur reconnu, à surface égale de tamisage par exemple, 5 m² pour 5 m², il est possible de remplacer 2 tamis par 1 tamis. On a alors besoin de 50 HP de moins. Comme 5 m² sont suffisants pour 350 tma/jour, on réduit donc la consommation par 1.8 kWh/tma.
- Selon le procédé, il est possible que certains réservoirs, servant à transférer la pâte entre les stages de tamisage, deviennent inutiles. On élimine alors en plus une pompe et un agitateur. Ce n'est cependant pas toujours le cas.
- Maintient des propriétés physiques et optiques de la pâte.

C- Risque

Aucun.

D- Sites potentiels d'implantation et réduction théorique potentielle

Partout où il y a des épurateurs en opération, il y a probablement des tamis à stage unique.

Si l'on procède à l'élimination des épurateurs centrifuges et que l'on optimise le tamisage en utilisant des paniers à fentes, alors aussi bien en profiter pour passer aux tamis multi stages.

Tonnes totales = quantité identique à celle de l'élimination des épurateurs
= 8 223 tma/jour.

Réduction théorique potentielle : 8 223 tma/jour x 1.8 kWh/tma = 14 801 kWh/jour ou 5.46 GWh/an.

E- Coûts moyens d'implantation

Si cela est fait en même temps que l'élimination des épurateurs et que l'on en profite pour remplacer le système de tamisage, alors le coût d'implantation lié au fait que l'on choisisse des tamis multi stages est négligeable.

F- Remarques

- Il est préférable de procéder à ce changement dans le cadre d'un projet majeur impliquant d'autres modifications au système de tamisage, au système d'épurateurs centrifuges, à l'augmentation de la consistance d'opération ou à la réduction des stations de pompage entre les tamis.
- La faible réduction de la consommation d'énergie électrique ne justifie pas à elle seule l'investissement requis pour procéder à ce changement.
- L'aspect qualité doit aussi intervenir dans la justification.

4.2.3 Élimination de pompage entre les stages de tamisages

A- Description

On peut arriver à réaliser ce concept en modifiant la pompe d'alimentation du 1^{er} stage de façon à ce qu'elle soit capable de faire circuler la pâte à travers tous les stages et en prenant pour principe qu'on ne recircule pas le matériel.

B- Avantages

L'avantage est minime étant donné que le différentiel de pression à travers le tamis est autour de 5 psi et qu'il n'y a généralement pas d'agitateur dans le réservoir de transfert.

On estime la réduction potentielle à 0.91 kWh/tma.

Calculs

Pour un atelier de 300 tma/jour, on doit pomper au tamis secondaire l'équivalent de 200 tma/jour à 1.7% de consistance, ce qui donne environ 8 435 l/min.

$$8\,435 \text{ l/min} = 2\,228 \text{ USGPM}$$

$$\frac{2\,228 \text{ USGPM} \times 10 \text{ lb/m}^2 \text{ (différentiel de pression du tamis + autres)} \times 2.31}{3\,960 \times 0.7 \text{ (efficacité de la pompe)}} = 18.6 \text{ HP}$$

$$18.6 \text{ HP} \times .7457 \text{ kWh/HP} = 13.8 \text{ kWh}$$

$$(13.8 \text{ kWh} \times 24/\text{jour}) / (300 \text{ tma/jour}) = 1.11 \text{ kWh/tma}$$

Cependant, on doit augmenter la puissance de la pompe d'alimentation des tamis primaires. On assume que le différentiel de pression « P », habituellement autour de 5 psi, passera à 7.5 psi.

$$5\,757 \text{ l/min} = 1\,521 \text{ USGPM}$$

$$\frac{1\,521 \text{ USGPM} \times 5 \text{ lb/in}^2 \times 2.31}{3\,960 \times 0.7} = 6.3 \text{ HP}$$

$$\frac{1\,521 \text{ USGPM} \times 7.5 \text{ lb/in}^2 \times 2.31}{3\,960 \times 0.7} = 9.5 \text{ HP}$$

$$\frac{(9.5 \text{ HP} - 6.3 \text{ HP}) \times .7457 \text{ kWh jour 24 heures}}{\text{HP 300 tma jour}} = 0.2 \text{ kWh/tma}$$

$$\text{L'avantage est estimé à : } (1.11 - 0.2) \frac{\text{kWh}}{\text{tma}} = 0.91 \frac{\text{kWh}}{\text{tma}}$$

C- Risque

Aucun.

D- Sites potentiels d'implantation et réduction théorique potentielle

Partout où des tamis sont utilisés, peu importe le type de pâte, sauf sur les machines à papier. Par conséquent, la quantité de tonnes susceptibles d'être touchées par un tel concept est identique à celle de l'élimination des épurateurs de même que celle du remplacement des tamis à stage unique.

Tonnes totales : 8 223 tma/jour.

Réduction théorique potentielle : 8 223 tma/jour x 0.91 = 7 483 kWh/jour
ou 2.7 GWh/an.

E- Coûts moyens d'implantation

Ce coût est minime. Peut-être faudra-t-il changer une pompe ou à tout le moins augmenter un impulseur.

Dans le pire des scénarios, changer la pompe, le moteur et tout ce qui va avec, peut être estimé à tout au plus 100 000.\$ CAN pour un atelier de 300 tma/jour.

Coût moyen d'implantation = environ 350.\$ CAN/tma.

F- Remarques

Même si vous ne procédez pas à aucune autre modification, vous pouvez procéder à celle-ci sans trop de problèmes.

Par contre, si vous installez des tamis multi stages, la présente technique devient non réalisable.

4.2.4 Tamisage et épaississage à moyenne consistance

A- Description

Ce concept d'opération exige que la pâte circule à une consistance plus élevée dans le système de tamisage comparativement à 1.5% comme cela se fait habituellement. Il faut que les tamis pressurisés soient compatibles avec cette façon d'opérer et il faut aussi que les épurateurs centrifuges aient été éliminés. Le fait de circuler moins d'eau affecte aussi les épaississeurs (demande moins de surface). S'il y a moins d'eau blanche à manipuler, cela ouvre la porte à l'utilisation d'équipements différents pour épaissir : presses à vis, à double toile, etc. Toutefois, si les filtres à disques ne sont pas remplacés, on sera forcé de diluer la pâte avant de les alimenter, ceci de façon à respecter leurs critères d'opération. Idéalement, on devrait tendre vers 3 à 4% de consistance.

B- Avantages

- Selon le graphique « Perte de charge et consistance », pour un diamètre de tuyau constant, entre 1 et 2% de consistance, la perte de charge augmente de 50%. Plus haut que 2%, la perte de charge augmente très rapidement et en bas de 1.5%, elle semble assez constante.
- Selon le graphique « kWh / consistance et tête », pour une tête de 40 psi, si la consistance passe de 1.5 à 4%, on a une réduction de 5.25 kWh/tma. Comme la perte de charge augmentera, on sera forcé d'augmenter le diamètre de la tuyauterie afin de réduire la vitesse dans le tuyau et limiter ainsi l'augmentation de la perte de charge.

C- Risque

Il faudra surveiller la qualité de tamisage et s'assurer qu'elle répondra aux normes de qualité. Certains ajustements seront peut-être nécessaires.

D- Sites potentiels d'implantation et réduction théorique potentielle

Ce concept en principe est applicable dans tous les ateliers de pâte. Comme le mandat ne comprenait pas le relevé de chaque atelier de fabrication de pâte du Québec, on pose comme hypothèse qu'il peut être appliqué dans 50% de ceux-ci.

Tonnes visées : $16\ 446\ \text{tma/jour} \times .5 = 8\ 223\ \text{tma/jour}$.

Réduction théorique potentielle : $8\,223 \text{ tma/jour} \times 5.25 \text{ kWh/tma} = 43\,171 \text{ kWh/jour}$ ou 15.6 GWh/an .

E- Coûts moyens d'implantation

Remplacer les paniers des tamis pressurisés, modifier les pompes et la tuyauterie, en plus de quelques travaux divers, pour un atelier de 200 tma/jour utilisant des « centrisorter » 110-B, il en coûterait environ 1 250 000.\$ CAN (coûts directs et indirects inclus), sans compter les modifications au système d'épaississage.

Coût moyen : 6 250.\$ CAN/tma.

F- Remarques

Il est préférable de passer à ce concept en même temps que l'élimination des épurateurs, l'installation de tamis multi stages et l'élimination du pompage entre les stations de tamisage.

En fait, cette mesure est plutôt souhaitable pour des installations neuves.

Voir graphiques de référence ci-après annexés.

4.2.5 Optimisation du système de pompes à vide

A- Description

La façon habituelle de générer du vide pour aider au drainage sur une machine à papier, c'est d'utiliser une (des) pompe(s) à anneau liquide. Plus on utilise d'eau pour former l'anneau liquide, plus on a besoin de HP pour générer le volume d'air désiré à la pression négative requise. On doit aussi fournir l'énergie de pompage nécessaire pour manipuler toute cette eau.

La remise à neuf de pompes existantes (optimisation des tolérances pour réduire la quantité requise d'eau de scellement), le remplacement de plusieurs petites pompes par une nouvelle pompe de plus grande capacité ou le remplacement d'une pompe à vide à basse pression négative par un ventilateur sont différentes façons de réduire la consommation d'énergie électrique.

Avant de procéder à quelque modification que ce soit, il est recommandé de procéder à l'analyse de votre système avec l'aide d'un spécialiste.

B- Avantages

En 1975, une étude sérieuse menée par une papetière québécoise et parrainée par l'ACPPP établissait le besoin en HP du système de pompes à vide d'une machine à papier journal à 6.37 HP d/tonne de papier, avec un écart type de 1.75.

En 2002, on utilise le système métrique. Le 6.37 HP d/tonne de papier devient donc 7.02 HP d/tm de papier. Par conséquent, si une machine à papier produit 500 tm de papier par jour, son système de pompes à vide demandera environ 3500 HP.

Selon le représentant technique d'un fournisseur en vue, une révision systématique de pompes à vide peut réduire la consommation d'énergie électrique de 10%. La lecture de l'article présenté à l'annexe N tend à confirmer cette affirmation.

C- Risque

Il n'y a pas réellement de risque sauf que la théorie veut que les points nécessitant un haut vide (haute pression négative) ne soient pas raccordés à des points nécessitant un bas vide (basse pression négative), et il faut faire attention à cette règle.

Lorsque cela est fait, même si l'on évite peut-être l'achat et l'installation d'une pompe, en bout de ligne, on consomme plus d'électricité.

D- Sites potentiels d'implantation et réduction théorique potentielle

La majorité des usines papetières du Québec pourrait être gratifiée d'une révision systématique de leur système de pompes à vide, mais comme certaines installations sont plus récentes que d'autres et mieux entretenues que d'autres, on n'en considérera que la moitié pour les fins de notre étude.

- 66 usines au Québec pour environ 20 000 tm/jour.
- Si 50%, cela fait 10 000 tm/jour.
- $10\ 000\ \text{tm/jour} \times 7\ \text{HP d} = 70\ 000\ \text{HP d}$.
- Si la réduction est de 10%, alors on a 7 000 HP d.
- $7\ 000\ \text{HP d} \times .7457\ \text{kWh/HP d} = 5\ 220\ \text{kWh}$.
- Durant 24 heures, cela implique $5\ 220\ \text{kWh} \times 24 = 125\ 280\ \text{kWh/jour}$ ou 45.2 GWh/an.

Note : le calcul ne tient pas compte de l'énergie sauvée par la réduction de la quantité d'eau de scellement.

E- Coûts moyens d'implantation

Selon la capacité de la pompe à vide, le fait que l'on utilise l'acier inoxydable ou non comme matériau, le coût d'une remise à neuf peut varier entre 15 000.\$ et 150 000.\$ CAN. Une machine à papier compte généralement entre 4 et 6 pompes à vide.

L'analyse technique par un spécialiste et l'audit, coûte environ 1 000.\$ par machine à papier.

Si des travaux de civil et de tuyauterie sont rendus nécessaires par le remplacement de pompes à vide, leurs coûts ne sont pas inclus.

Par conséquent, le coût d'une révision peut dépasser le million de dollars canadiens par machine à papier. On pourrait présumer le coût moyen par tonne métrique de capacité quotidienne de production à approximativement :

1 000 000.\$ divisés par 500 tm/jour = 2 000.\$ CAN/tm.

F- Remarques

Il ne faut pas oublier que chaque usine est un cas particulier.

Les pompes à anneau liquide occupent presque tout le marché. Nous savons que quelques usines européennes utilisent pour certaines applications une technologie similaire à celle des ventilateurs et des soufflantes.

Siemens, Rietschle, Kinney et Unimac ont cette technologie. Toutefois, nos recherches n'ont pas permis d'identifier des utilisateurs ni de déterminer s'il y avait économie d'énergie ou non, et c'est pourquoi nous ne pouvons commenter davantage.

4.2.6 Considérations générales

Les usines où ces concepts peuvent être implantés devraient les considérer dans leur ensemble, comme faisant partie d'un seul projet, et analyser la rentabilité de ce projet unique.

La réduction espérée de la consommation d'énergie électrique est peu élevée par rapport aux investissements requis, ce qui, du strict point de vue de l'économie réalisée à même les coûts d'électricité, n'assure pas la rentabilité de ce type de projet.

Il faudra faire intervenir d'autres justifications, telle la qualité.

Les usines seront probablement plus ouvertes à ces concepts dans le cadre de modifications majeures apportées au procédé de fabrication.



4.2.7 Sources

- Genivel-BPR Inc.
Archives
- Répertoire des usines québécoises
- Modélisation d'un système d'épurateurs centrifuges à cinq stages
- Article
Par: Douglas F. Sweet, P.E.
Paper Machine Vacuum Systems offer Range of Energy-Saving Opportunities
for Mills

4.2.8 Mise en garde

L'implantation simultanée de plusieurs de ces technologies pourra avoir un impact cumulatif sur la réduction de la consommation de l'énergie électrique.

Il faudra constamment garder un œil sur la qualité finale des pâtes et du papier afin de s'assurer qu'elle n'est pas diminuée.

Toutes ses technologies sont éprouvées et ne devraient pas présenter de risques techniques majeurs.

4.3 TECHNOLOGIES RELIÉES À L'ÉQUIPEMENT ÉLECTRIQUE

4.3.1 Entraînement AC et frein régénératif pour bobineuse

A- Description

L'application de ce concept implique l'achat d'un module de contrôle d'entraînement AC, de moteurs AC et d'un système de frein régénératif. Ces nouvelles pièces d'équipement sont ensuite installées sur une bobineuse existante équipée actuellement en DC.

Note :

- *Il n'y a pas eu d'enquête pour déterminer le nombre de bobineuses n'ayant pas encore été modifiées. Cependant, on peut supposer que toute nouvelle installation depuis le début des années 80 a au moins le frein régénératif. On peut poser comme hypothèse que 40% des bobineuses en service au Québec pourraient recevoir la modification.*
- *Il y a environ 75 machines à papier/carton au Québec, donc autant de bobineuses, ce qui implique que 30 bobineuses ($75 \text{ bobineuses} \times 0.4 = 30$) pourraient être modifiées.*

Aux fins de l'étude, nous ne considérerons que les 66 machines à papier en opération, d'où 26 bobineuses potentielles.

B- Avantages

Selon les fournisseurs d'équipement, l'implantation complète de ce concept sur une bobineuse a un potentiel de réduction de 5% de la consommation d'énergie électrique.

Si on assume qu'une bobineuse qui traite en moyenne 200 tm de papier par jour à environ 350 HP installés, alors à 5% de réduction, cela implique :

$350 \text{ HP} \times 0.7 \text{ (efficacité)} \times 0.05 \text{ (\% de réduction)} = 12.25 \text{ HP ou } 9.13 \text{ kWh.}$
 $(9.1 \text{ kWh} \times 24 \text{ h/jour}) / (200 \text{ tm/jour}) = 1.1 \text{ kWh/tm de papier}$

C- Risque

Aucun.

D- Sites potentiels d'implantation et réduction théorique potentielle

- Les sites potentiels d'implantation ne sont pas disponibles.
- Toutefois, selon l'hypothèse avancée :

Production totale de papier au Québec : 6 406 504 tma/an ou 7 118 338 tm/an.

Réduction théorique potentielle : $7\ 118\ 338 \times .4 \times 1.1 \text{ kWh} = 3\ 132\ 068$ kWh/année ou 3.1 GWh/an.

E- Coûts moyens d'implantation

Pour une bobineuse pouvant traiter environ 200 tm de papier par jour, 7 500 pi/min, 150 HP par tambour (2 tambours), etc. un entraînement AC avec frein régénératif coûte 800 000.\$ CAN (tout inclus).

Coût moyen d'implantation : 4 000.\$ CAN/tm de papier.

***Note :** il est possible que le coût moyen d'implantation par tonne métrique de papier diminue légèrement avec l'augmentation de la capacité de la bobineuse. Les composantes sont les mêmes et le contrôle aussi, seule la puissance des moteurs change.*

F- Remarques

- Cette technologie est éprouvée, mais ne peut se justifier uniquement par la réduction de la consommation d'énergie électrique. L'aspect qualité des rouleaux de papier doit être pris en considération et c'est pourquoi, généralement, on attend un très gros projet pour procéder à cette transformation.
- Arrêt de production requis pour installation.

4.3.2 Entraînement AC pour machine à papier

A- Description

L'application de ce concept implique l'achat de modules de contrôle d'entraînement AC et de moteurs AC. Ces nouvelles pièces d'équipement sont ensuite installées sur une machine à papier, de la zone de formation jusqu'à l'enrouleuse, en remplacement de l'équipement conventionnel DC.

Note :

- *Il n'y a pas eu d'enquête pour déterminer le nombre de machines à papier n'ayant pas été modifiées. Cependant, on peut supposer que toute nouvelle installation depuis 1990 a pu être équipée en AC. On peut poser comme hypothèse que 50% des machines à papier en service au Québec pourrait encore recevoir la modification.*
- *Il y a 66 machines à papier au Québec, ce qui implique que 33 machines pourraient être modifiées.*

B- Avantages

Selon les fournisseurs d'équipement, l'implantation complète de ce concept sur une machine à papier a un potentiel de réduction de 2% de la consommation d'énergie électrique.

Si on assume qu'en moyenne une machine à papier a 6 500 HP installés et qu'elle produit en moyenne 580 tm/jour, alors à 2% de réduction, cela implique 130 HP ou 97 kWh.

$$(97 \text{ kWh} \times 24 \text{ h/jour}) / (580 \text{ tm/jour}) = 4 \text{ kWh/tm de papier.}$$

C- Risque

Aucun.

D- Sites potentiels d'implantation et réduction théorique potentielle

- Les sites potentiels d'implantation ne sont pas disponibles.

- Selon l'hypothèse avancée :

Production totale de papier au Québec : 6 406 504 tma/année ou
7 118 338 tm/an.

$7\,118\,338 \times .5 \times 4 \text{ kWh/tma de papier} = 14\,236\,676 \text{ kWh ou } 14 \text{ GWh/an.}$

E- Coûts moyens d'implantation

Un entraînement complet (AC) pour une machine à papier produisant 580 tm de papier par jour coûte environ 5 000 000.\$ CAN (tout inclus, installé).

Coût moyen d'installation : 8 620.\$ CAN/tm de papier.

Note : *il y a plus d'éléments à contrôler que sur une bobineuse.*

F- Remarques

- Arrêt de production requis pour installation.

4.3.3 Optimisation de l'opération des transformateurs d'alimentation

Nous avons vérifié l'information selon laquelle, sur l'ensemble du parc d'usines papetières québécoises, la consommation d'énergie électrique pourrait être réduite de 1 à 1.5% si on optimisait l'opération des transformateurs d'alimentation.

Nous avons parlé à un représentant d'une firme spécialisée en électricité de puissance, qui nous a effectivement confirmé que ces chiffres avaient été mentionnés dans le cadre d'une étude commandée par Hydro-Québec.

Selon notre interlocuteur, chaque transformateur est une source de perte. Cette perte est plus ou moins importante selon la conception du transformateur et son âge. Les gros transformateurs à l'entrée des usines sont généralement plus efficaces, et de toute façon, il serait trop dispendieux de les remplacer. Par contre, tous les autres transformateurs, de plus faible puissance et répartis dans l'usine mériteraient grandement que l'on s'y attarde parce que ce sont eux qui enregistrent les plus grandes pertes (à vide et autres).

La firme spécialisée recommande deux façons de procéder :

- A- Tout nouvel achat de transformateur devrait être assujéti à des critères précis quant à sa conception, et ce, de façon à minimiser sa perte à vide et optimiser son efficacité en charge.
- B- Procéder, dans chaque usine et pour chaque transformateur autre que ceux de la sous-station principale, à une étude de valorisation des pertes basée sur le coût du kWh et la vie utile de l'équipement, ce qui probablement justifierait le remplacement de certains transformateurs.

Les installations faites au cours des quinze dernières années sont probablement équipées de matériel adéquat. Pour les autres, il faut savoir qu'il y a entre 20 et 30 sous-stations par usine, ce qui donne une idée du travail à accomplir, et que le coût d'un transformateur efficace est de 20% supérieur à celui d'un transformateur de moindre qualité.

Hydro-Québec connaissant la consommation totale du parc québécois d'usine de pâte et papier, est en mesure d'évaluer l'impact de cette mesure en considérant qu'une réduction de 1% est possible.

Exemple : Pour une usine consommant 2 700 000 kWh/jour, à 1% de réduction, cela représente 27 000 kWh/jour ou 9.7 GWh/an.

Il est fort probable que d'ici peu, les transformateurs à haute efficacité deviendront un standard, tout comme le sont devenus les moteurs à haut rendement.

L'évaluation des coûts moyens d'implantation et de la réduction théorique potentielle pourrait faire partie d'une autre étude.

4.3.4 Considérations générales

L'implantation de ces mesures est très coûteuse par rapport à la réduction de la consommation d'énergie électrique que l'on peut escompter.

Les grands projets sont plus propices à de tels changements.

Il est fort probable que des études de valorisation des pertes attribuables aux transformateurs de faible puissance seraient plus profitables et peut-être plus justifiable selon l'importance que représente 1% de réduction de la consommation des usines papetières québécoises pour Hydro-Québec.



4.3.5 Sources

- Genivel-BPR Inc.
Archives
- Répertoire des usines québécoises
- Ressources et industries forestières
Portrait statistique juillet 2001
Section 8 : Utilisation de la matière ligneuse
Point 8.0 : Points saillants

4.3.6 Mise en garde

- Les estimations sont à $\pm 25\%$; elles représentent un ordre de grandeur du projet.
- Chaque usine est un cas particulier.
- L'implantation de ces technologies peut avoir un effet cumulatif.

4.4 TECHNOLOGIES DIVERSES

4.4.1 Remplacement des systèmes CALCOIL

A- Description

Certains systèmes, utilisés pour corriger le profil d'épaisseur de la feuille de papier au bout sec de la machine, fonctionnent par induction à partir de plaques chauffantes alimentées par une quantité appréciable d'électricité. L'impact de la chaleur, en un point donné sur la largeur d'un rouleau, a pour effet de faire augmenter son diamètre en ce point précis, ce qui entraîne un plus grand écrasement de la feuille de papier à cet endroit, réduisant ainsi son épaisseur.

Il est maintenant possible de faire le même travail avec un rouleau qui, à l'intérieur de sa coquille, aurait plusieurs zones indépendantes et à l'intérieur desquelles il est possible de faire varier la pression de l'huile hydraulique qui y circule, et ce, de façon à faire varier le diamètre du rouleau en vue de réaliser le même travail que le CALCOIL sur la feuille de papier.

B- Avantages

Un système CALCOIL peut consommer jusqu'à 4.5 kWh/zone de 75 mm. Si la largeur utile de la machine à l'enrouleuse est de 6 300 mm, c'est donc dire qu'il y aura 84 zones. Comme toutes les zones ne sont pas utilisées à pleine capacité à chaque instant et puisque le CALCOIL n'est utilisé que pour corriger, pour fin d'estimation on supposera que 40% de la capacité est requise en tout temp.

D'où $235 \text{ HP} \times 0.7 \times 0.7457 = 122.6 \text{ kWh}$ ou 2.94 MWh/jour, ce qui implique 5.2 kWh/tm de papier.

C- Risque

Aucun; la technologie est récente, mais éprouvée.

D- Sites potentiels d'implantation et réduction théorique potentielle

Toutes les usines du Québec pourraient se rabattre sur cette technologie, mais pour fin d'estimation, on ne considèrera que 75% de toutes les tonnes de papiers fabriqués.

Production totale de papier au Québec : 6 406 504 tma/an
ou 9 118 338 tm/an.

$7\ 118\ 338 \times .75 \times 1.2 = 6\ 406\ 500$ kWh/an ou 6.4 GWh/an.

E- Coûts moyens d'implantation

Le coût d'un tel rouleau, incluant ses unités hydrauliques, ses accessoires et son installation est approximativement de 1 000 000.\$ CAN. Le coût variera selon la vitesse et la largeur de la machine à papier.

F- Remarques

On obtient un meilleur contrôle de l'épaisseur de la feuille.

4.4.2 Élimination du soufflage des copeaux

A- Description

Il s'agit de remplacer les systèmes pneumatiques servant au transport des copeaux par des convoyeurs à courroie.

B- Avantages

Il y a plusieurs avantages à aller de l'avant avec un tel changement.

➤ Réduction de la consommation d'énergie électrique :

Plusieurs facteurs sont à considérer : la quantité de copeaux à transporter (m^3/h), la distance (m), la différence d'élévation (m) entre le point de départ et le point d'arrivée, les obstacles à contourner (nombre de coudes), etc.

Tous ces facteurs ont un impact direct sur le nombre de HP requis pour faire opérer la soufflante. Chaque usine est un cas particulier de sorte qu'il est pratiquement impossible de chiffrer l'importance de la réduction de la consommation d'électricité à moins de procéder à une étude exhaustive.

Toutefois, on peut dire que généralement ce type de système de transport pneumatique ont plus de 100 HP raccordés et que le même travail peut être fait par des convoyeurs à courroie, utilisant au pire 50% de cette puissance.

Donc : $100 \text{ HP} - 50 \text{ HP} = 50 \text{ HP}$.

$50 \text{ HP} \times 0.7457 \text{ kWh/HP} = 37.285 \text{ kWh}$ ou 0.9 MWh/jour .

- Amélioration de la qualité des copeaux, diminution des pertes au tamisage et stabilité de la production de pâte.
- Réduction des frais d'entretien.

C- RISQUE

Aucun.

D- Sites potentiels d'implantation et réduction théorique potentielle

Nous avons identifié six sites potentiels au Québec.

Réduction théorique potentielle : $6 \text{ usines} \times 0.9 \text{ MWh/jour} = 5.4 \text{ MWh/jour}$
ou 1.96 GWh/an.

E- Coûts moyens d'implantation

Convoyeur extérieur couvert : environ 1 000.\$ CAN/pi linéaire.

Convoyeur intérieur : environ 200.\$ CAN/pi linéaire.

F- Remarques

Le coût d'implantation peut varier énormément d'une usine à l'autre (distance, élévation, obstacles, etc.)

4.4.3 Utilisation de pigments internes

A- Description

Il s'agit de remplacer de la matière fibreuse (organique) par de la matière inorganique (glaise, PCC, GCC, etc.).

B- Avantages

Il faut en moyenne 2 500 kWh/tma de pâte PTM produite pour fabriquer du papier journal. En substituant 1 tma de pigments internes, pour laquelle environ quelques 200 kWh auront été utilisés pour la préparer à être utilisée sur la machine à papier, à 1 tma de PTM, on réduit la consommation d'énergie électrique de 2 300 kWh/tma.

Note : la réduction est plus importante si la pâte PTM a été fabriquée en utilisant plus d'énergie, comme cela est courant pour des papiers à valeur ajoutée.

Amélioration des propriétés optiques du papier.

C- Risque

- Besoin de produits chimiques additionnels (agents de rétention), ce qui risque d'augmenter le coût de fabrication.
- Possibilité de détérioration de certaines propriétés physiques.

Note : il faut trouver le pourcentage d'utilisation qui maintiendra les propriétés physiques à l'intérieur des limites acceptables.

D- Sites potentiels d'implantation et réduction théorique potentielle

Nous avons estimé onze sites potentiels au Québec.

Tonnes totales : 8 565 tma/jour, si 5% remplacé par pigments internes, alors 428 tma/jour.

Réduction théorique potentielle : 428 tma/jour x 2 300 kWh/tma = 984 400 kWh/jour ou 356 GWh/an.

E- Coûts moyens d'implantation

- Si l'on reçoit cette matière en solution, les coûts sont minimes. Il est possible de faire payer le réservoir d'entreposage par le fournisseur.
- Une pompe, la tuyauterie, le tamis et les contrôles sont estimés à 250 000.\$ CAN (tout inclus) pour 100 tma de pigments par jour.

Coût moyen important : 2 500.\$CAN/tma de pigments.

F- Remarques

- Réduction significative de la consommation d'énergie électrique, mais après simulation, il apparaît que le coût de fabrication du papier journal augmente si on utilise des pigments internes.

***Raison :** le TMP pour le papier journal est peu dispendieux à produire et le coût des produits chimiques qu'implique l'utilisation de pigments est plus élevé que l'économie générée par la réduction de la consommation d'électricité.*

- Voir copie de simulation en annexe
 - Agent de rétention : 7.50\$/kg = 0.4 kg/tm de papier.
 - Agent de drainage : 2.75\$/kg = 1.0 kg/tm de papier.
- Il semble que le point mort (pour que le coût de fabrication du papier n'augmente pas) se situe entre 2 600 et 2 650 kWh/tma de PTM produite. En bas de cette énergie appliquée aux fibres de PTM, les coûts de fabrication du papier augmentent si on utilise des pigments.

4.4.4 Utilisation de sondes à oxygène

A- Description

On utilise ce type de sonde dans les bassins d'aération des systèmes de traitement secondaire des effluents. En principe, elles doivent détecter la quantité d'oxygène dissout dans le bassin et transmettre le signal à un contrôleur qui, en fonction d'un taux d'opération prédéterminé, gère le fonctionnement des soufflantes.

Presque tous les systèmes de traitement secondaire installés depuis le début des années 90, utilisent des sondes à oxygène. Toutefois, parce qu'il est difficile de les garder propres, ce qui affecte leur fiabilité, et qu'elles demandent beaucoup d'entretien, plusieurs opérateurs les utilisent uniquement comme référence et contrôle manuellement de leurs soufflantes. D'autres ne les utilisent plus du tout.

L'objectif serait de faire en sorte que chaque bassin d'aération soit équipé d'une sonde fiable de façon à pouvoir maintenir un taux convenable d'oxygène dissout (autour de 2 mg/l) en contrôlant les soufflantes. Selon notre spécialiste en environnement, les sondes de marque Züllig pourraient rencontrer nos critères.

B- Avantages

Encore une fois, il est évident que chaque usine représente un cas particulier. La demande en oxygène 5 jours (DB05), le volume à traiter et le type de système d'aération en place sont autant de facteurs qui peuvent influencer le nombre de HP requis pour dissoudre dans l'effluent l'oxygène requis.

Selon notre expérience, opérer à un taux d'oxygène dissout de 3 mg/l au lieu de 2 mg/l peut représenter une différence de plusieurs HP, facilement 100 HP, soit à peu près 1.7 MWh/jour.

C- Risque

Si la sonde n'est pas fiable, mal entretenue ou qu'elle n'a pas de relève, on peut affecter l'efficacité du système de traitement secondaire de l'effluent de l'usine.

D- Sites potentiels d'implantation et réduction théorique potentielle

Toutes les usines du Québec qui sont équipées d'un système de traitement secondaire des effluents devraient contrôler l'utilisation de leur soufflante en maintenant un taux stable d'oxygène dissout dans leur bassin d'aération. Pour connaître avec précision chacun des sites possibles, il faudra procéder à une enquête approfondie.

Selon le répertoire des usines québécoises, il y a 66 usines en opération au Québec. Pour différentes raisons (utilisation de systèmes municipaux, partage avec un voisin, conditions spéciales d'opérations, sondes déjà utilisées convenablement, etc.), posons comme hypothèse que cette mesure pourrait toucher 50% des usines, soit 33.

$33 \times 1.7 \text{ MWh/jour} = 56 \text{ MWh/jour}$ ou 20 GWh/an.

E- Coûts moyens d'implantation

Tout compris (ingénierie, matériel, installation et démarrage), le coût d'un tel projet peut s'établir à 20 000.\$ CAN par sonde.

F- Remarques

L'investissement initial peut être récupéré en moins d'une année.

4.4.5 Considérations générales

Les rouleaux à plusieurs zones de chargement pour modifier la courbure de la coquille et corriger le profil d'épaisseur sont intéressants et peuvent améliorer la qualité du produit.

Le soufflage des copeaux semble avoir été éliminé dans la plupart des usines.

L'utilisation des pigments internes est intéressante dans l'éventualité où l'on fabrique des papiers à valeur ajoutée.

Les sondes à oxygène représentent le meilleur potentiel de réduction de la consommation d'énergie électrique.

4.4.6 Source

- Simulation avec pigment internes
- Sondes à oxygène Züllig
- Article de Rex A. Robertson
Advanced Calendering Technology for Cross Direction Caliper Profiling



4.4.7 Mise en garde

Surtout pour cette série de technologies, l'estimation des coûts d'implantation peut varier d'une usine à l'autre. C'est vraiment du cas par cas.

5. CONCLUSION

Cette étude a permis de réaliser qu'en 2002 il existe encore, dans l'ensemble des usines papetières du Québec, une possibilité de réduire de façon substantielle la consommation d'énergie électrique en réalisant des projets qui font appel à des technologies éprouvées.

Technologies	Réduction potentielle théorique GWh/an	Coût moyen d'implantation \$CAN
Groupe 1		
▪ Raffinage à basse consistance	475	6 258/tma pâte
▪ Plaque de raffineur à basse énergie « Low E »	337	0.90/tma pâte
▪ Concept RTS	212	À venir
▪ Traitement biologique des copeaux « Bio-pulping »	540	28 571/tma pâte (traitement en pile) ou 4 285/tma pâte (après 1 ^{er} stage)
Groupe 2		
▪ Élimination des épurateurs centrifuges	30.6	8571/tma pâte
▪ Tamis multi stages	5.4	Inclus dans épurateurs
▪ Élimination du pompage entre les stations de tamisage	2.7	350/tma pâte
▪ Tamisage et épaississage à moyenne consistance	15.6	6 250/tma pâte
▪ Optimisation du système de pompes à vide	45.2	2 000/tm papier
Groupe 3		
▪ Entraînement AC et frein régénératif pour bobineuse	3.1	4 000/tm papier
▪ Entraînement AC pour machine à papier	14.0	8 620/tm papier
▪ Optimisation de l'opération des transformateurs d'alimentation	9.7 pour une usine de 2 700 000 kWh/jour	Non disponible
Groupe 4		
▪ Remplacement des système CALTROL et CALCOIL	6.4	Varie selon usine
▪ Élimination du soufflage des copeaux	1.9	Varie selon usine
▪ Utilisation de pigment internes	356	2 500/tm pigment
▪ Utilisation de sondes à oxygène	20	20 000/sonde

Selon notre estimation, 650 GWh/an, soit l'équivalent de la consommation normale d'une usine de fabrication de papier journal de 600 tonnes métriques de papier par jour, pourrait être considéré comme un objectif réaliste de réduction.

L'industrie papetière est en général très conservatrice en ce qui a trait aux nouvelles technologies, peu portée à la dépense à cause des conditions actuelles du marché et recherchant des périodes de recouvrement inférieures à deux ans pour justifier ses investissements.

De plus, les usines se doivent de diminuer leurs coûts de fabrication et d'améliorer la qualité de leurs produits finis pour faire face à la concurrence étrangère. La réalisation de projets visant à réduire la consommation d'énergie électrique devra s'aligner avec cette réalité.

Actuellement, pour garder leur part de marché, la philosophie de gestion des compagnies favorise les acquisitions plutôt que l'amélioration de leurs installations.

Peut-être serait-il avantageux pour les promoteurs d'un éventuel programme visant à réduire la consommation d'énergie électrique de se donner une vitrine, c'est-à-dire choisir une usine type et y installer les mesures les plus avantageuses afin de démontrer leur bien fondé.

En ce qui a trait à la récupération des projets non réalisés des programmes SPVC et PAPI, il serait bon de remettre la liste à jour et l'on découvrira probablement que plusieurs se rapportent aux technologies du « volet 2 ». C'est pourquoi nous ne basons pas l'objectif sur le potentiel qu'ils représentent.

Enfin nous recommandons, qu'en utilisant des outils de modélisation qui leur permettront une meilleure analyse de chaque scénario et des décisions stratégiques mieux éclairées, que chaque usine soit passée au peigne fin en ce qui a trait à son procédé et à ses coûts de fabrication.