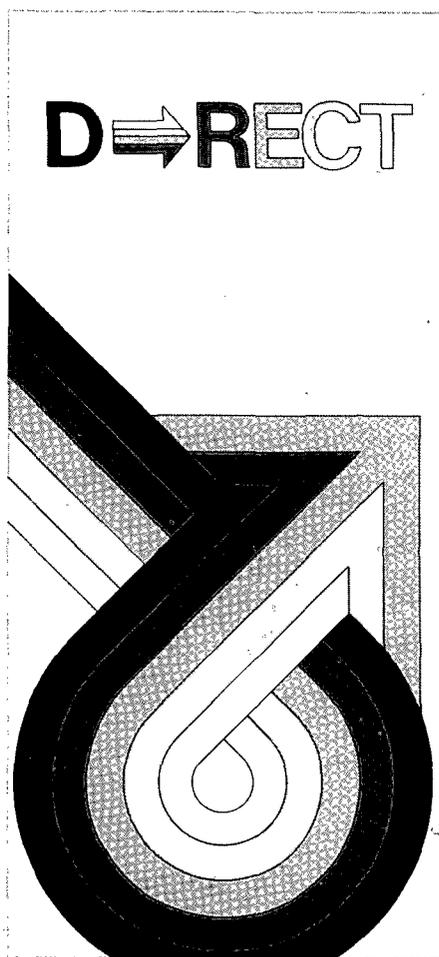


Série de la Protection de l'environnement

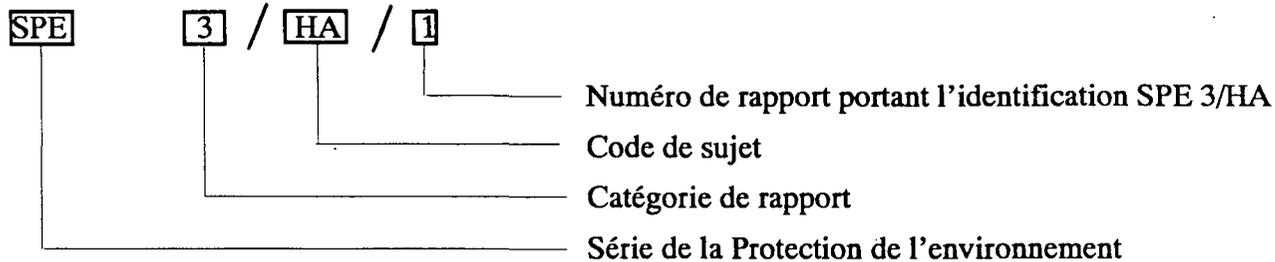


Égouttage des boues d'une
usine de pâtes et papiers au
moyen d'une presse à
anneaux Kamyr

Rapport SPE 3/PF/4
Juin 1991

SÉRIE DE LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT

Exemple de numérotation :



Catégories

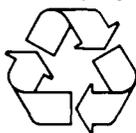
- 1 Règlements/Lignes directrices/
Codes de pratiques
- 2 Évaluation des problèmes et
options de contrôle
- 3 Recherche et développement
technologique
- 4 Revues de la documentation
- 5 Inventaires, examens et enquêtes
- 6 Évaluations des impacts sociaux,
économiques et environnementaux
- 7 Surveillance
- 8 Propositions, analyses et
énoncés de principes généraux
- 9 Guides

Sujets

- | | |
|-----|---|
| AG | Agriculture |
| AN | Technologie anaérobie |
| AP | Polluants atmosphériques |
| AT | Toxicité aquatique |
| CC | Produits chimiques commerciaux |
| CE | Consommateurs et environnement |
| CI | Industries chimiques |
| FA | Activités fédérales |
| FP | Traitement des aliments |
| HA | Déchets dangereux |
| IC | Chimie inorganique |
| MA | Pollution marine |
| MM | Exploitation minière et
traitement des minéraux |
| NR | Régions du Nord et rurales |
| PF | Papier et fibres |
| PG | Production d'électricité |
| PN | Pétrole et gaz naturel |
| RA | Réfrigération et climatisation |
| RM | Méthodes de référence |
| SF | Traitements de surface |
| SP | Déversements de pétrole et de
produits chimiques |
| SRM | Méthodes de référence normalisées |
| TS | Systèmes de transport |
| TX | Textiles |
| UP | Pollution urbaine |
| WP | Protection/préservation du bois |

Des sujets et des codes additionnels sont introduits au besoin. On peut obtenir une liste des publications de la SPE en s'adressant aux Publications de la Protection de l'environnement, Conservation et Protection, Environnement Canada, Ottawa (Ontario) K1A 0H3.

Think Recycling!



Pensez à recycler!

Cette publication est imprimée sur du papier contenant des rebuts recyclés.

TD
182
R46

3009883D M

No. EPS 3/PF/4

Égouttage des boues d'une usine de pâtes et papiers au moyen d'une presse à anneaux Kamyr

par

G. Arcand et D. Heins
Produits forestiers Canadien Pacifique Ltée
Gatineau (Québec)

pour la

Direction du développement technologique
Protection de l'environnement
Conservation et Protection
Environnement Canada



Ce projet a été réalisé en vertu du Programme de création et de démonstration de techniques de conservation des ressources et de l'énergie.

D ▶ RECT



Rapport SPE 3/PF/4
Juin 1991

DONNÉES DE CATALOGAGE AVANT PUBLICATION (CANADA)

Arcand, G.

Égouttage des boues d'une usine de pâtes et
papiers au moyen d'une presse à anneaux Kamyр

(Rapport ; SPE 3/PF/4)

Texte en français et en anglais disposé tête-bêche.

Titre de la p. de t. addit.: Dewatering pulp and
paper mill sludge using the Kamyр ring press.

ISBN 0-662-58497-X

N° de cat. MAS En49-6/3-4

1. Pâte à papier -- Industrie -- Québec (Province) --
Déchets -- Élimination. 2. Pateries (Usines) --
Québec (Province) -- Déchets -- Élimination.
3. Boues d'épuration -- Séchage. I. Heins, D.
(David). II. Canada. Direction du développement
technologique et des services techniques. III. Canada.
Environnement Canada. IV. Titre. V. Coll.: Rapport
(Canada. Environnement Canada) ; SPE 3/PF/4.

TD899.W65A72 1991 674'.042 C91-098664-9F

Avis de révision

Le présent rapport a été revu par la Direction du développement technologique d'Environnement Canada, qui en a approuvé la publication. Cette approbation ne signifie pas nécessairement que le contenu soit conforme aux vues et aux politiques d'Environnement Canada. Toute mention d'une marque déposée ne constitue nullement une recommandation de la part d'Environnement Canada.

Commentaires

Les personnes qui désirent faire part de leurs commentaires sur la teneur du présent rapport sont priées de les adresser à :

S.A. Ross
Direction du développement technologique
Conservation et Protection
Environnement Canada
Ottawa (Ontario)
K1A 0H3

Exonération de responsabilité

Produits forestiers Canadien Pacifique Ltée se décharge de toute responsabilité ou obligation eu égard à l'utilisation de toute installation ou de tout matériel d'égouttage des boues. En outre, Produits forestiers Canadien Pacifique Ltée rejette notamment toute responsabilité, obligation ou garantie relative à l'installation, à la mise en marche, à l'exploitation, au rendement ou à la prestation de services techniques de toute installation dotée de ce genre de matériel.

Produits forestiers Canadien Pacifique Ltée ne garantit pas que l'utilisation ou la vente d'une installation ou d'un appareil d'égouttage des boues, y compris la presse à anneaux Kamyr, n'enfreint pas les droits de brevet d'autres personnes.

Résumé

À l'usine de pâtes et papiers de Produits forestiers Canadien Pacifique Ltée de Gatineau, au Québec, les déchets sont pressés au moyen d'une presse à anneaux Kamyra avant d'être incinérés. La conception innovatrice de cette presse, mise au point par le Centre de recherche industrielle du Québec, constitue une solution de rechange intéressante aux filtres à disques, aux presses à bandes ou aux presses à vis qui sont d'usage courant au sein de l'industrie des pâtes et papiers.

Table des matières

Résumé	v
Liste des figures	viii
Liste des tableaux	ix
Remerciements	x

Section 1

Introduction	1
1.1 Produits forestiers Canadien Pacifique Ltée	1
1.1.1 Installations	1
1.1.2 Traitement des effluents	1
1.1.3 Consommation d'énergie	2
1.2 Presse à anneaux Kamyr	2
1.2.1 Caractéristiques	3

Section 2

Évolution du projet	4
----------------------------	---

Section 3

Exploitation de la presse à anneaux	7
3.1 Journal des événements	7
3.2 Problèmes et solutions	9
3.2.1 Démarrage initial	9
3.2.2 Pression de fonctionnement	9
3.2.3 Blocage de la déchiqueteuse	10
3.2.4 Lames de docteur	12
3.2.5 Tamis	12
3.2.6 Modification de la section d'évacuation	12
3.2.7 Vis d'alimentation	12
3.2.8 Modification de l'admission	12
3.2.9 Fiabilité de la presse	12
3.2.10 Intervention du conducteur	13
3.3 Résultats des essais	13

Section 4

Évaluation économique	17
------------------------------	----

Section 5

Conclusion	21
-------------------	----

Annexe A

Calcul des économies d'énergie potentielles et des avantages sur le plan environnemental	23
---	----

Annexe B

Chaudière n° 6 - économie de mazout	25
--	----

Liste des figures

1	Traitement des effluents de l'usine	1
2	Rotor profilé simple de presse à anneaux Kamyr	2
3	Fonctionnement de la presse à anneaux Kamyr	3
4	Presse à un anneau mobile de 40 po	5
5	Agencement d'essai de presse à anneaux	5
6	Vis d'alimentation avec goupilles d'agitation	9
7	Vue en coupe de la sortie de la presse	10
8	Déchiqueteuse à vis d'évacuation	10
9	Vue en coupe partielle de l'agencement original de la sortie de la presse à anneaux	11
10	Vue en coupe partielle de l'agencement modifié de la sortie de la presse à anneaux	11
11	Fonctionnement de la presse à anneaux dotée de nouveaux tamis chromés et agencement de la sortie : couple et débit	13
12	Fonctionnement de la presse à anneaux dotée de nouveaux tamis chromés et agencement de la sortie : concentration et débit	14

Liste des tableaux

1	Teneur en humidité des boues provenant de la presse en V Reitz (août 1985)	4
2	Résultats des essais portant sur la presse à un anneau de 40 po (avril 1985)	6
3	Résultats des essais portant sur la presse à anneaux (du 22 au 28 janvier 1988)	15
4	Résultats des essais portant sur la presse à anneaux (29 et 30 août 1989)	16
5	Débit de boues vers la chaudière n° 6	17
6	Teneurs en humidité des boues	18
7	Paramètres de fonctionnement de la chaudière	19
8	Consommation de combustible fossile (1989)	20

Remerciements

Nous tenons à remercier sincèrement Kamy Inc., et tout spécialement Erwin R. Funk, pour l'aide apportée en matière de collecte et d'analyse des données.

Section 1

Introduction

1.1 Produits forestiers Canadien Pacifique Ltée

1.1.1 Installations

L'usine de Produits forestiers Canadien Pacifique Ltée à Gatineau, au Québec, fabrique 1 500 tonnes métriques (t) de papier journal par jour. Les installations de pâte comprennent une râperie, une usine de pâte de raffineur et une usine de pâte mécanique mi-chimique qui fournissent chacune environ un tiers de la production totale. L'usine consomme 30 000 gallons américains (113 600 L) d'eau à la minute, qu'elle rejette dans la rivière des Outaouais

après un traitement dans un clarificateur primaire.

1.1.2 Traitement des effluents

Les matières en suspension dans les eaux usées de l'usine sont décantées dans le clarificateur primaire et forment un lit de boues (figure 1). Ces boues sont recueillies et pompées vers des filtres à vide qui portent la concentration* de matières solides à 18 %. Les boues provenant de l'un des filtres sont ensuite acheminées dans la presse à anneaux Kamyр afin d'en élever la concentration de solides à ± 40 %. En comparaison, la concentration des boues utilisées par le passé

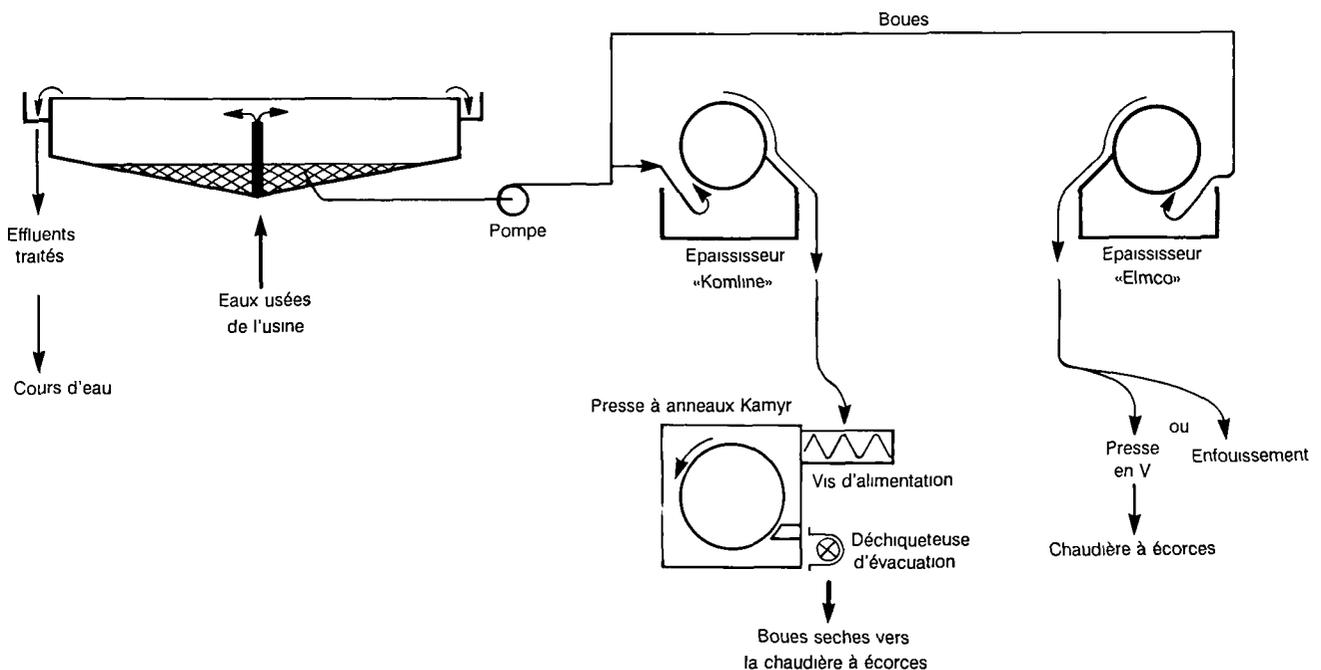


Figure 1 Traitement des effluents de l'usine

* Tout au long du présent rapport, on utilise le terme «concentration» pour désigner la siccité

qui sortaient de la presse en V variait de 22 à 28 %. Après avoir été mélangées aux écorces, les boues d'une presse à anneaux Kamyр sont brûlées dans une chaudière à déchets ligneux. Environ 60 à 100 t anhydres de boues sont extraites du clarificateur chaque jour. De cette quantité, 50 à 60 t sont incinérées; le reste est acheminé par camion jusqu'à un dépotoir situé à quelque 30 km de l'usine.

1.1.3 Consommation d'énergie

La fabrication de la pâte et du papier nécessite d'ordinaire $9,3 \times 10^9$ J de vapeur par tonne de papier pour la cuisson des copeaux de bois, le chauffage de l'eau ou le séchage du papier. La vapeur est produite par la combustion de gaz naturel, de mazout lourd et de déchets ligneux dans d'immenses chaudières de force motrice. L'usine de Gatineau consomme 475 000 à 820 000 lb de vapeur à l'heure (215 500 à 371 900 kg/h). Les installations actuelles ne permettent de produire que 50 000 lb (22 700 kg) de vapeur à l'heure au moyen de la combustion de déchets ligneux (boues et écorces). On planifie actuellement la construction d'une nouvelle chaudière qui permettra de produire 300 000 lb

(136 000 kg) de vapeur à l'heure par la combustion de déchets ligneux et de boues. Ainsi, il ne sera plus nécessaire de transporter les boues et les autres déchets ligneux jusqu'aux dépotoirs. On pourra aussi réduire de façon considérable la consommation de combustibles fossiles et, par conséquent, les dépenses afférentes à ceux-ci.

1.2 Presse à anneaux Kamyр

La presse à anneaux Kamyр est conçue pour l'égouttage des suspensions fibreuses (boues). Elle se compose d'un rotor profilé ou plus fixé à un arbre unique (figure 2). L'effort de compression nécessaire à l'égouttage est obtenu par le frottement du rotor dont les parois se composent d'une enveloppe perforée garnie d'un tamis. Le frottement du rotor mobile a pour effet de comprimer les fibres et de les refouler progressivement vers l'orifice de sortie. Au même moment, le liquide est exprimé à travers les perforations du tamis. À la sortie, une plaque d'étranglement réglable assure le réglage de la concentration du gâteau de boues (figure 3).

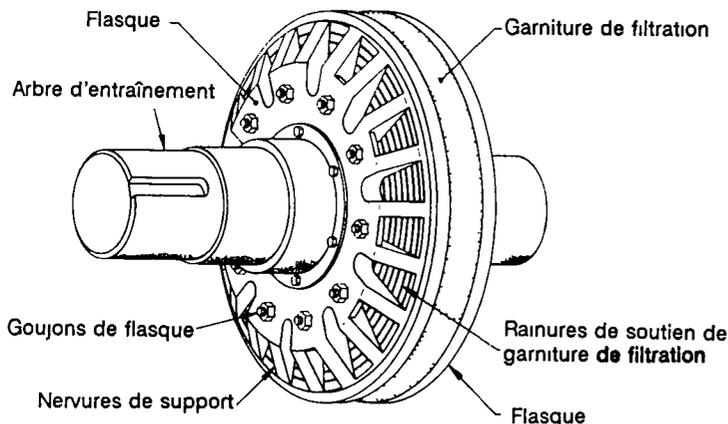


Figure 2 Rotor profilé simple de presse à anneaux Kamyр (tiré de *Ring Press Information Guide*, bulletin Kamyр n° KGD1804-ME0189)

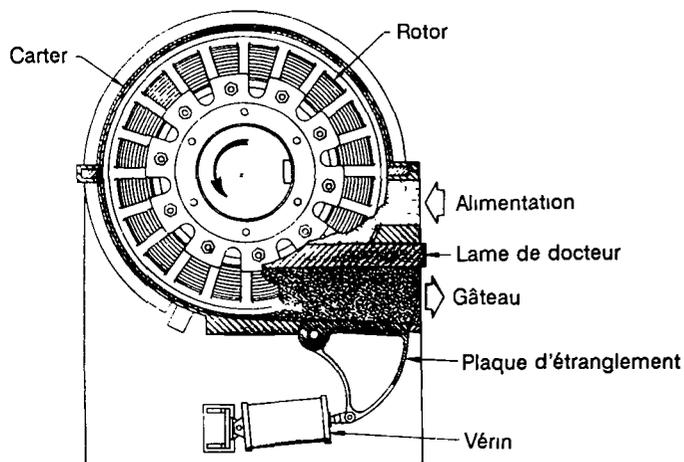


Figure 3 Fonctionnement de la presse à anneaux Kamyr (tiré de *Ring Press Information Guide*, bulletin Kamyr n° KGD1804-MEO189)

1.2.1 Caractéristiques

Modèle de presse :	48 po, 3 anneaux
Moteur :	200 HP*, 1 800 tr/min (puissance normale de service : <100)
Réducteur :	rapport de 399,9 à 1
Rotation de la presse :	3 tr/min
Vis d'alimentation :	3, avec moteurs 5 HP et réducteurs
Rotation des vis :	135 tr/min
Vérins de contre-pression :	3, fonctionnant à 150 lb/po ² **
Boues :	concentration d'alimentation - de 16 à 20 % (anhydre) indice d'égouttage - de 80 à 120 CSF*** pH - de 5 à 5,5 température - de 10 à 20 °C
Capacité de la presse :	50 t/d (poids anhydre)

* 1 HP = 746 W

** 1 lb/po² = 6,897 kPa

*** CSF . Canadian Standard Freeness

Section 2

Évolution du projet

La teneur en humidité des boues provenant des presses en V Reitz, utilisées auparavant à l'usine de Produits forestiers Canadien Pacifique Ltée de Gatineau, au Québec, variait entre 72 et 78 % (tableau 1), ce qui empêchait leur incinération dans la chaudière à écorces. Cette forte teneur en humidité restreignait également la quantité de boues pouvant être brûlées. Il fallait donc envoyer par camion un grand volume de boues jusqu'aux dépotoirs.

En avril 1985, une presse à un anneau de 40 po (figure 4), mise au point par le Centre de recherche industrielle du Québec en collaboration avec Kamyr Inc., a été mise à l'essai à l'usine de Gatineau (figure 5). Il a été démontré au cours des essais qu'on pourrait produire facilement un gâteau de boues présentant une concentration de 38 à 45 % (tableau 2).

Compte tenu de ces résultats, une proposition a été élaborée et présentée. On y faisait état des économies considérables

Tableau 1 Teneur en humidité des boues provenant de la presse en V Reitz (août 1985)

Date (août)	Presse n° 1		Presse n° 2	
	Teneur en humidité avant (%)	Teneur en humidité après (%)	Teneur en humidité avant (%)	Teneur en humidité après (%)
1	--	--	81,8	77,5
2	81,1	--	80,1	76,1
5	79,0	76,2	79,4	76,6
6	79,9	71,4	78,9	76,4
7	80,0	74,2	78,0	76,9
8	83,5	82,2	82,9	76,5
12	83,7	83,5	--	--
13	--	--	--	--
14	--	--	78,2	--
15	76,7	72,2	--	--
16	82,6	--	79,8	77,6
19	78,5	--	--	--
20	78,7	--	80,8	--
21	80,8	78,4	79,8	70,4
22	78,8	--	82,7	--

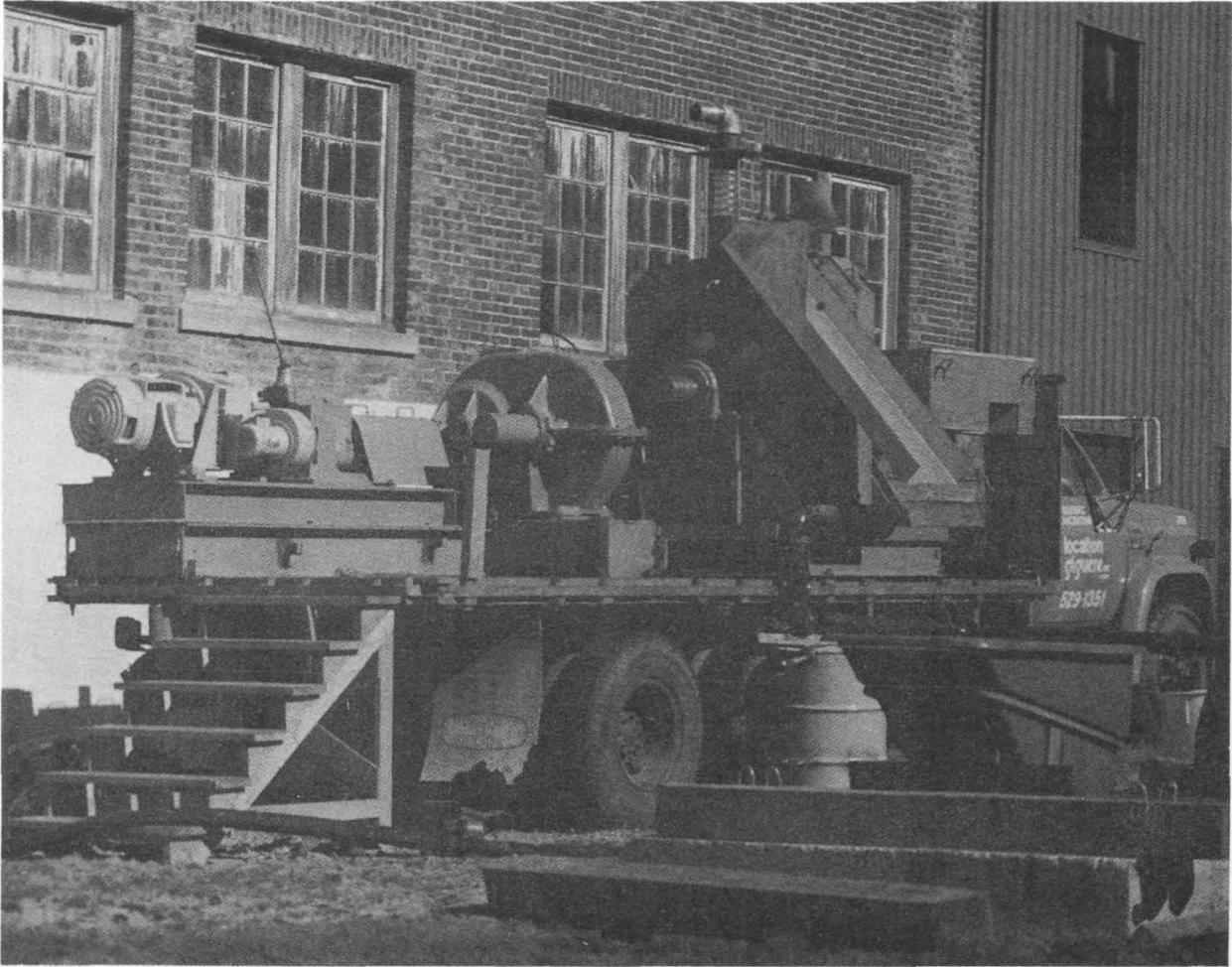


Figure 4 Presse à un anneau mobile de 40 po

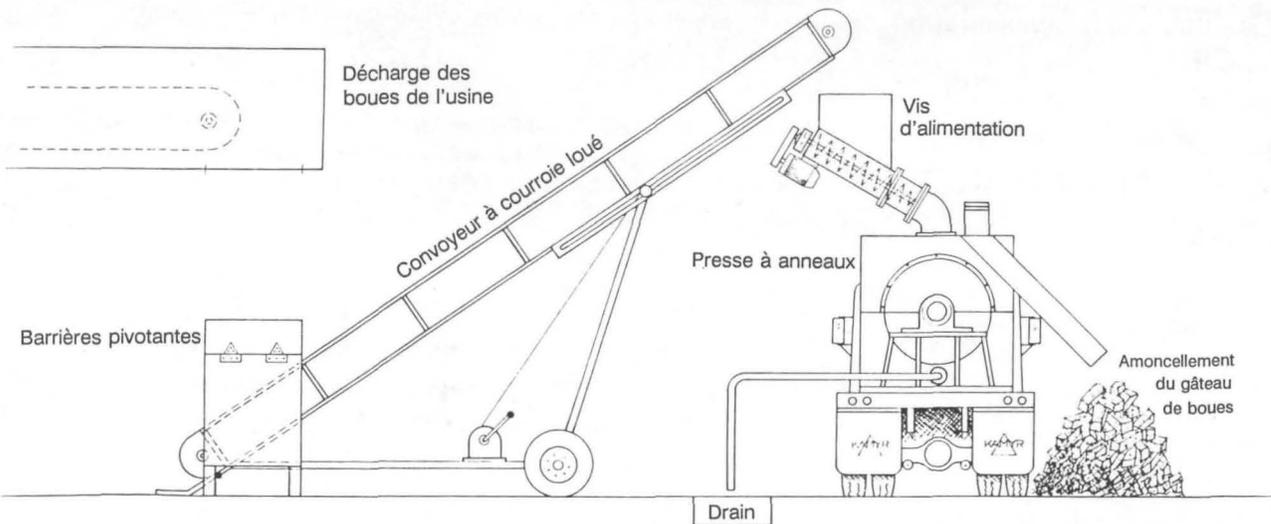


Figure 5 Agencement d'essai de presse à anneaux

Tableau 2 Résultats des essais portant sur la presse à un anneau de 40 po (avril 1985)

	Numéro de l'essai				
	1	2	3	4	5
Presse (tr/min)	2,75	2,75	2,75	3,5	4,0
Vérin (lb/po ²)	17,8	12,0	29,5	29,5	29,5
Vis d'alimentation (tr/min)	110	110	110	110	110
Admission (lb/po ²)	0,5	1,0	1-10	1,0	---
Évacuation (lb/po ²) (maximum)	235	200	320	400	---
Couple maximal (po/lb)* x 100 000	4,75	4,35	5,15	5,5	---
Puissance (HP) consommée au couple maximal	20,7	19,0	24,0	30,5	---
Concentration d'entrée (%)	16,5	14	---	---	---
Concentration du filtrat (%)	1,0	0,86	1,00	---	---
Concentration du gâteau (%) (Kamyr)	42,2	34,8	48,7	48,9	---
Concentration du gâteau (%) (Laboratoire CIP)	38,0	39,6	44,7	44,0	---
Débit de boues humides (t/d)	23,5	38,9	33,6	35,6	---
Production à la concentration de CIP (t/d anhydres)	8,9	15,4	15,0	15,7	---

Note L'essai n° 5 n'a pas été mené à terme parce que la presse a présenté un fonctionnement instable à cette vitesse (tr/min) La presse avait tendance à retenir les boues, puis à les expulser dans un état relativement humide

* 1 po/lb = 0,11298 N • m

pouvant être réalisées au titre des coûts énergétiques et des coûts afférents au transport des boues jusqu'aux dépotoirs, grâce à l'utilisation de ce genre de presse (annexe A).

Une entente a été signée avec Environnement Canada, dans le cadre du

programme DIRECT; elle portait sur l'achat, l'installation et l'exploitation d'une presse à anneaux Kamyr en vue de démontrer son utilité éventuelle pour l'industrie des pâtes et papiers. Par la suite, une presse à trois anneaux de 48 po a été livrée à l'usine de Gatineau en août 1987.

Section 3

Exploitation de la presse à anneaux

On trouvera ci-après un journal exposant en détail l'exploitation de la presse à anneaux

Kamyr, puis des commentaires sur les problèmes survenus et les résultats des essais.

3.1 Journal des événements

Date	Événement
19 avril 1985	Commencement des essais au moyen d'une presse à anneau de 40 po montée sur camion.
16 octobre 1986	Présentation d'une commande à Kamyr Inc. en vue de l'obtention d'une presse à trois anneaux.
28 mai 1987	Essai de rendement des vis d'alimentation au moyen de boues. Les boues sont admises en dérivation dans la caisse d'alimentation.
11 août 1987	Nouvel essai des vis d'alimentation au moyen d'une caisse d'alimentation modifiée et de goupilles d'agitation fixées aux vis (figure 6). Les goupilles ont provoqué une trop grande agitation et ont ralenti l'écoulement.
11 septembre 1987	Nouvel essai des vis d'alimentation avec un nombre moins élevé de goupilles d'agitation (figure 6). Les vis ont très bien fonctionné.
26 novembre 1987	Démarrage initial de la presse à anneaux. La concentration du gâteau de sortie était d'environ 30 %; une pression de 80 lb/po ² a été exercée par le vérin pneumatique sur la plaque d'étranglement (figure 3).
30 novembre 1987	Utilisation d'un compresseur d'air pour accroître la pression du vérin. Une des plaques d'étranglement s'est déformée sous l'effet d'une pression de 100 lb/po ² .
9 décembre 1987	Installation de contre-plaques de part et d'autre de chacun des trois orifices de sortie afin d'accroître le frottement à l'évacuation (figure 7).
11 décembre 1987	Installation de plaques d'étranglement plus robustes; amorçage à une pression de fonctionnement de 80 lb/po ² .
14 décembre 1987	Nouvelle utilisation d'air comprimé; amorçage à une pression de fonctionnement de 100 lb/po ² .
16 décembre 1987	Installation d'une bouteille d'azote afin de contrôler le fonctionnement lorsque la pression des vérins se rend à 150 lb/po ² . La concentration du gâteau à la sortie augmente à 41,2 % lorsque la pression des vérins atteint 150 lb/po ² .

- 14 janvier 1988 Installation d'un petit compresseur d'air afin d'accroître la pression des vérins à 120 lb/po².
- 15 janvier 1988 Modification de la commande du filtre Komline afin d'accroître la vitesse de 50 %.
- 18 janvier 1988 Exploitation conjointe du filtre Komline et de la presse à anneaux. La production de boues était de 55 t/d (anhydres) lorsque la vitesse du filtre était réglée à 70 %.
- 21 janvier 1988 Arrêt de la déchiqueteuse, tandis que la presse à anneaux continue à fonctionner en raison d'un verrouillage électrique défectueux (figure 1). Les tamis sont éraflés. La presse a comprimé les boues à l'intérieur de la déchiqueteuse et a occasionné des dommages à celle-ci (figure 8).
- 22 au 28 janvier 1988 Essais de rendement.
- 29 janvier 1988 Tenue d'une réunion aux bureaux de la CIP afin de discuter des modifications à apporter à la presse à anneaux en vue d'en améliorer le fonctionnement. Voici les modifications sur lesquelles on s'est entendu :
- Amélioration de la concentration du gâteau :
- 1) remplacer le tamis endommagé;
 - 2) augmenter la pression des vérins;
 - 3) allonger les sorties afin d'accroître le frottement à l'évacuation.
- Amélioration de la résistance à l'usure :
- 1) appliquer une couche de chrome sur les tamis;
 - 2) utiliser des plaques d'usure remplaçables sur les lames de docteur;
 - 3) utiliser des plaques d'usure remplaçables sur les plaques d'étranglement.
- 20 juillet 1988 Arrêt de la presse à anneaux parce qu'un tamis s'est retrouvé dans la déchiqueteuse. Après inspection, il a été établi que les tamis en acier inoxydable avaient été complètement usés par les boues abrasives. La presse à anneaux a été retirée de l'usine afin de subir des modifications.
- 29 décembre 1988 Remise en marche de la presse à anneaux après qu'elle ait subi des modifications (nouveaux tamis chromés, sortie plus longue, nouvelles lames de docteur munies de plaques d'usure et nouvelles plaques d'étranglement munies de plaques d'usure (figures 9 et 10).
- 8 mars 1989 Contrôles de la concentration du gâteau à diverses pressions. Une concentration de 41,3 % a été enregistrée à une pression de vérin de 145 lb/po².
- 29 et 30 août 1989 Essais de rendement. Une production de 59,6 t/d (anhydres) et une concentration de 42,1 % ont été enregistrées à une pression de vérin de 150 lb/po².

31 août 1989

Contrôle de l'usure de la presse à anneaux. Les tamis chromés ne présentaient aucun signe visible d'usure après neuf mois de fonctionnement continu. Les plaques d'usure des lames de docteur et des plaques d'étranglement ne présentaient aucune trace d'usure par frottement. Cependant, les pointes des plaques d'usure ont provoqué la rupture de deux lames de docteur.

17 novembre 1989

Commande de nouvelles lames de docteur chromées. Les plaques d'usure des lames de docteur n'ont pas été installées.

3.2 Problèmes et solutions

3.2.1 Démarrage initial

Les lames d'étranglement se sont rompues après seulement quelques heures de fonctionnement en raison d'un défaut de conception (figure 7). Le problème a été détecté et corrigé rapidement par Kamyr Inc. qui a fourni de nouvelles lames d'étranglement beaucoup plus robustes.

3.2.2 Pression de fonctionnement

La concentration à laquelle la matière peut être pressée est surtout fonction de la compressibilité des fibres. Des pressions et des températures plus élevées permettent un compactage plus serré des fibres et laissent moins de place à l'eau résiduaire.

Il est aussitôt devenu évident que la pression d'air de l'usine (80 lb/po²) ne permettait pas d'exercer une force suffisante sur les plaques d'étranglement pour réaliser le degré

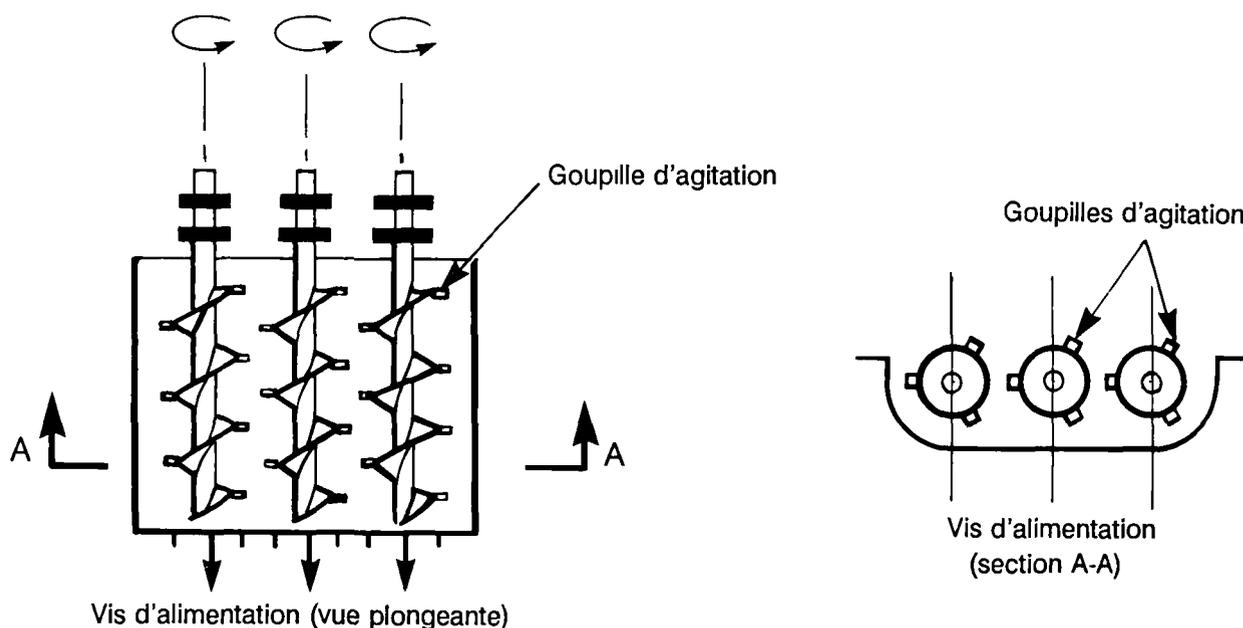


Figure 6 Vis d'alimentation avec goupilles d'agitation

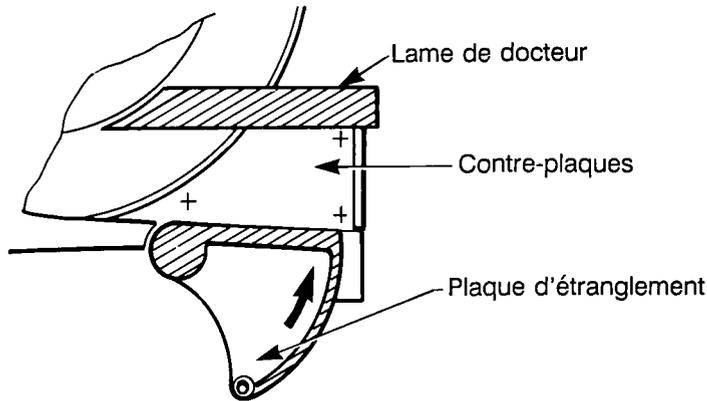


Figure 7 Vue en coupe de la sortie de la presse

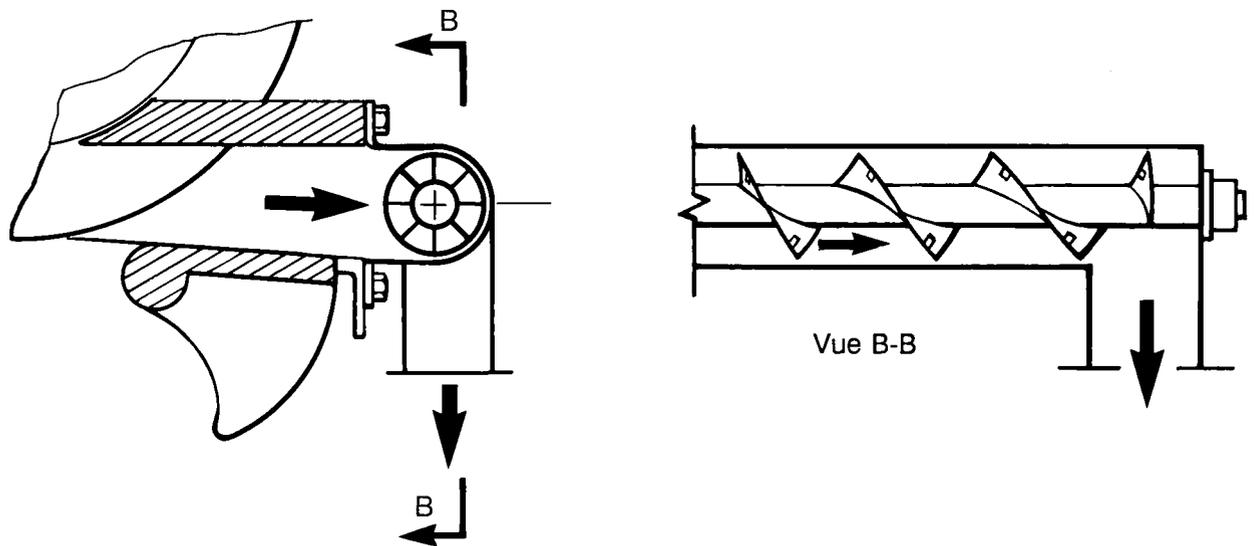


Figure 8 Déchiqueteuse à vis d'évacuation

d'égouttage prévu. Après avoir étudié diverses possibilités, Kamy Inc. a fourni un compresseur d'air capable de fonctionner à une pression de 150 lb/po², ce qui a permis d'améliorer de façon considérable l'égouttage.

La presse a été exploitée à une pression modérée de 120 lb/po² jusqu'en août 1989, puis celle-ci a été augmentée à 150 lb/po².

On étudie la possibilité de modifier l'installation de manière à lui permettre de fonctionner à une pression de 200 lb/po².

3.2.3 Blocage de la déchiqueteuse

Comme on peut le voir à la figure 8, une vis de déchiquetage est raccordée directement à la sortie de la presse et se décharge dans un distributeur à tambour alvéolé. Par suite de

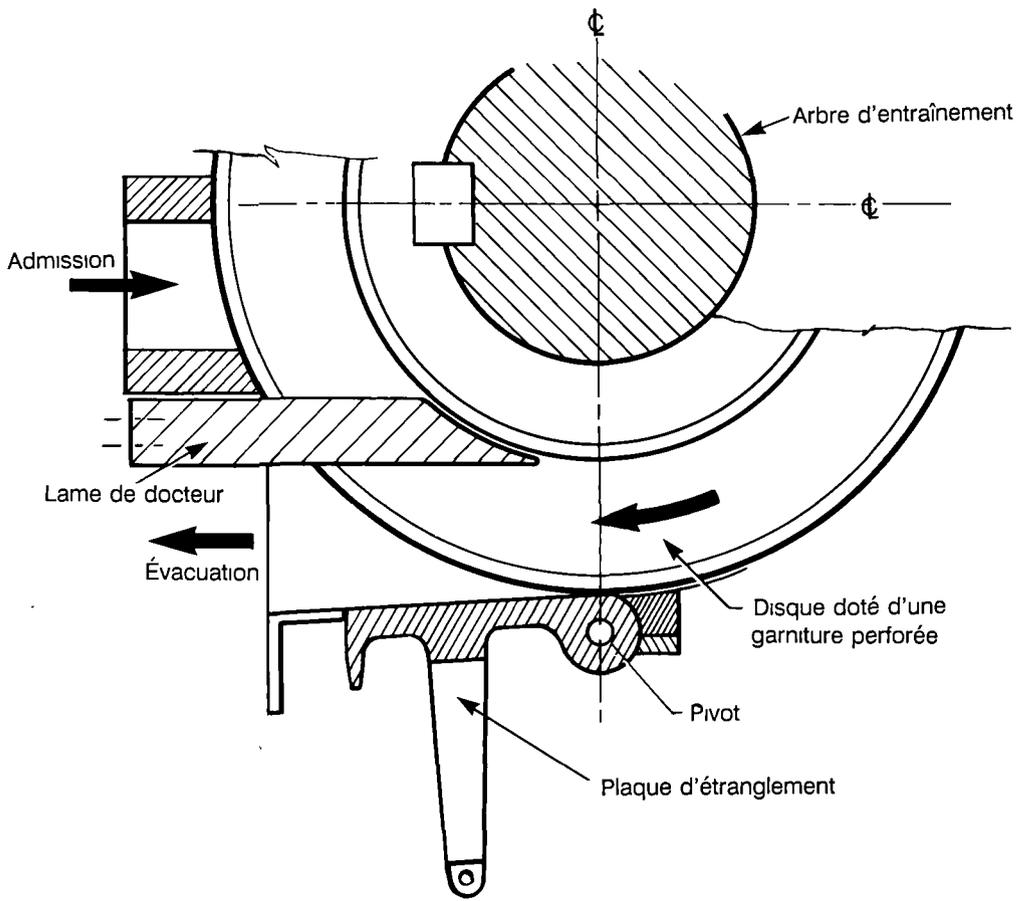


Figure 9 Vue en coupe partielle de l'agencement original de la sortie de la presse à anneaux

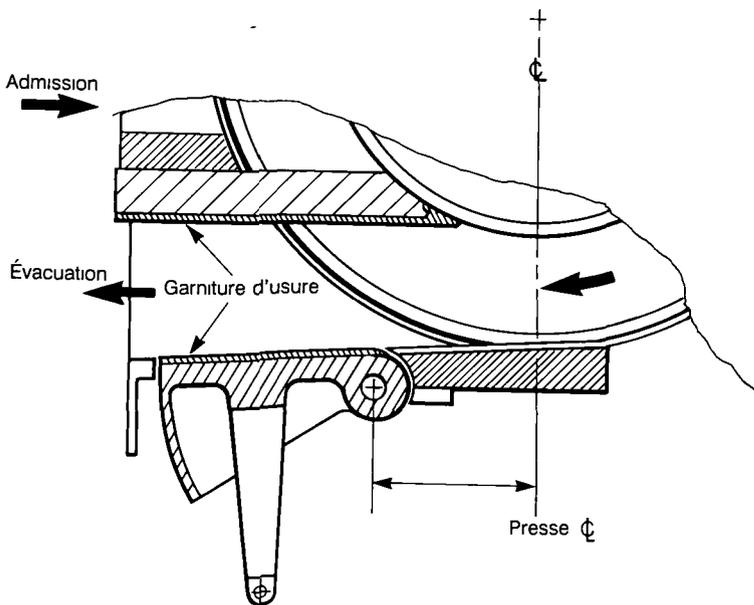


Figure 10 Vue en coupe partielle de l'agencement modifié de la sortie de la presse à anneaux

la défaillance d'un verrouillage électrique, la presse à anneaux n'a pas cessé de fonctionner lorsque la déchiqueteuse s'est arrêtée. La déchiqueteuse a donc continué de se remplir de boues jusqu'à ce que le frottement provoque enfin le grippage du rotor. Le moteur de 200 HP s'est ensuite déclenché. La contrainte exercée sur la presse à ce moment était si grande qu'elle a suffi à provoquer le déplacement axial du rotor sur une distance d'environ 0,125 po (3,2 mm) et, de ce fait, à engendrer le frottement du disque en acier inoxydable sur la lame de docteur en acier inoxydable. Il en a résulté le grippage de celle-ci et l'obturation d'environ 50 % des perforations. Après avoir subi une inspection en profondeur, l'installation a été remise en marche.

3.2.4 Lames de docteur

Les lames de docteur originales en acier inoxydable se sont détériorées rapidement. Afin de corriger la situation, Kamyr Inc. a mis au point de nouvelles lames munies d'une plaque d'usure rapportée. Celles-ci ont été installées au cours d'une révision importante à la fin de 1988. On a constaté au cours d'une inspection réalisée pendant l'été 1989 qu'il y avait une baisse appréciable de la vitesse d'usure, mais que la pointe de 3 po de longueur (7,6 cm) de deux plaques d'usure s'était rompue. Il ne semblait toutefois pas y avoir d'effet sur le rendement de la presse.

En février 1990, 316 nouvelles lames de docteur chromées en acier inoxydable ont été installées.

Toutefois, le principe de la pièce d'usure rapportée a été abandonné pour des motifs liés aux coûts et au rendement.

3.2.5 Tamis

Les tamis latéraux qui ont été endommagés par suite du frottement de la lame de docteur ont été remplacés, vers la fin de 1988, par des tamis chromés plus résistants à l'usure. Jusqu'à maintenant, ces tamis ont offert le rendement escompté, et la seule préoccupation porte sur l'usure apparente de la soudure entre le disque et l'anneau.

On a ouvert la presse en vue de son inspection et du remplacement des lames de docteur en février 1990.

3.2.6 Modification de la section d'évacuation

Comme on peut le voir aux figures 9 et 10, la plaque d'étranglement a été déplacée vers l'extérieur afin d'accroître le frottement dans le canal de sortie, la durée du séjour, la pression et, par conséquent, l'égouttage.

3.2.7 Vis d'alimentation

Les vis d'alimentation s'usent plus que les autres organes de la presse. C'est pourquoi les vis sont remplacées et remises en état de façon régulière.

3.2.8 Modification de l'admission

La modification de l'admission permettrait une répartition plus uniforme des boues entre les trois anneaux de la presse. Les trois vis pourraient décharger les boues dans une goulotte commune. D'autres clients de Kamyr ont essayé diverses modifications; des modifications seront apportées en fonction des résultats de ces essais.

3.2.9 Fiabilité de la presse

En 1989, la presse a été arrêtée pendant deux jours parce que la pointe d'une des lames de docteur s'est rompue et a provoqué l'obstruction de la vis d'évacuation. Il

s'agissait du seul arrêt-machine imprévu en 1989 qui était directement attribuable à la presse. Tous les autres arrêts-machines étaient imputables au matériel auxiliaire, notamment le circuit du convoyeur d'alimentation, la vis d'évacuation et le distributeur à tambour alvéolé.

Comparativement aux presses en V Reitz utilisées à l'usine de Gatineau par le passé, la presse à anneaux Kamyr a démontré une fiabilité et un rendement exceptionnels.

3.2.10 Intervention du conducteur

La presse tourne à une vitesse constante, et la pression exercée sur la plaque d'étranglement est elle aussi constante. Les baisses de débit n'ont aucune incidence, et la seule restriction découle du fait que la goulotte d'admission risque éventuellement de se remplir en cas de suralimentation (en pareil cas, une cellule photoélectrique détecte le problème et interrompt la marche de l'installation). La presse fonctionne à peu près sans surveillance, mais il peut parfois y avoir obturation des orifices d'évacuation du filtrat. Il suffit alors d'effectuer un nettoyage à la main.

3.3 Résultats des essais

Des essais ont été effectués à deux occasions, soit du 22 au 28 janvier 1988 (tableau 3) ainsi que les 29 et 30 août 1989 (tableau 4).

On peut voir à la figure 11 que le couple d'admission de la presse demeure à peu près constant, même si le débit fluctue. On constate aussi que le couple de la presse augmente au fur et à mesure que la pression exercée sur la plaque d'étranglement s'accroît. Ces deux observations caractérisent la presse à anneaux par rapport à d'autres appareils dont le couple pourrait notamment être proportionnel au débit.

On peut voir à la figure 12 que la concentration du gâteau de boues augmente au fur et à mesure que la pression exercée sur la plaque d'étranglement s'accroît. On constate également que la concentration demeure relativement constante, même à 50 % du débit maximum. Il s'agit d'un avantage important de la presse à anneaux par rapport aux autres presses dont la concentration chute de façon marquée

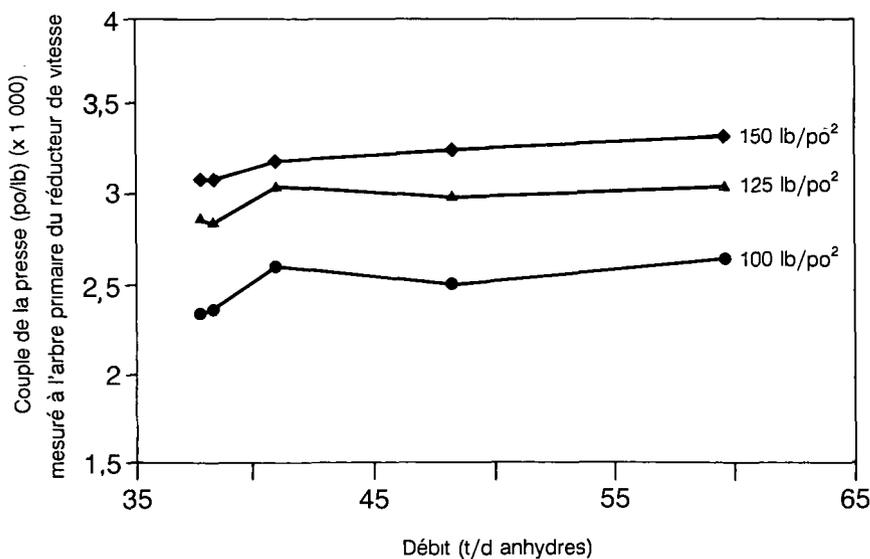


Figure 11 Fonctionnement de la presse à anneaux dotée de nouveaux tamis chromés et agencement de la sortie : couple et débit

lorsque le débit est inférieur à la valeur nominale. Certaines presses doivent être munies d'installations complexes de régulation (par exemple, une commande à vitesse variable ou un régulateur de

contre-pression) afin de maintenir la siccité du gâteau lorsque le débit fluctue. Pour sa part, la presse à anneaux fonctionne à une vitesse et à une contre-pression constantes, quel que soit le débit.

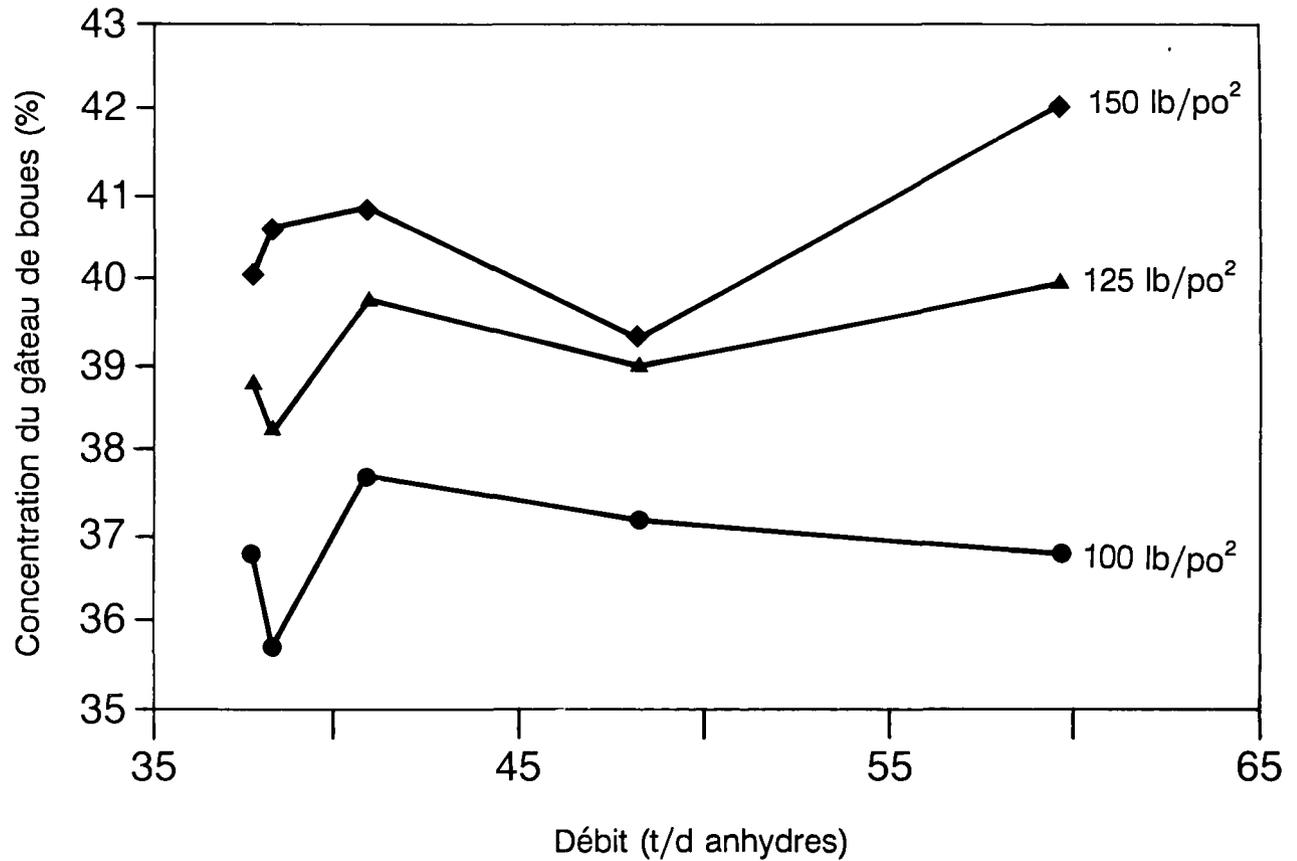


Figure 12 Fonctionnement de la presse à anneaux dotée de nouveaux tamis chromés et agencement de la sortie : concentration et débit

Tableau 3 Résultats des essais portant sur la presse à anneaux (du 22 au 28 janvier 1988)

Essai n°	Vitesse du filtre Eimco (% de la vitesse maximale)	Concentration dans le filtre (% anhydre)	Égouttabilité (CSF)	Vis d'admission (% de l'intensité maximale)			Pression des vérins (lb/po ²)			Couple de la presse (po/lb)	Concentration du gâteau (% anhydre)	Concentration du filtrat de la presse (% anhydre)	Production (tonnes anhydres par jour)
				1	2	3	1	2	3				
				1	40	21,1	--	53	52				
2	39,5	--	130	52	52	49	100	100	100	1 700	34,8	0,96	44
3	39,5	20,2	--	51	51	49	125	125	125	2 000	36,6	0,91	44
4	40	--	--	52	52	49	150	150	150	2 200	37,3	0,97	44
5	50,5	18,5	--	51	51	48	80	80	80	1 650	32,8	0,82	44
6	51	--	--	52	52	48	100	100	100	1 875	33,8	1,01	44
7	51	--	--	51	51	49	125	125	125	2 150	36,2	1,01	44
8	51	19,7	--	53	53	50	150	150	150	2 350	36,8	1,01	44
9	61	19,4	--	54	54	50	80	80	80	1 700	30,4	0,94	47
10	61	--	118	54	55	51	100	100	100	2 000	31,7	0,93	47
11	61	--	--	54	56	52	125	125	125	2 500	34,8	0,95	47
12	61	18,9	--	53	55	51	150	150	150	2 600	36,3	0,98	47
13	--	--	--	--	--	--	---	---	---	----	----	----	--
14	--	--	--	--	--	--	---	---	---	----	----	----	--
15	70	--	--	52	53	49	125	125	125	2 300	31,0	1,22	57
16	70	18,6	--	53	54	49	150	150	150	2 750	36,5	1,18	57
17	80	16,7	--	52	57	48	150	150	150	2 900	33,0	1,10	61
18	80	--	111	52	57	50	125	125	125	2 700	30,5	1,11	61

Note . Le tamis latéral du côté conducteur de chaque anneau a été éraflé et obstrué avant l'essai. La presse ne fonctionnait donc pas à pleine capacité. Toutefois, malgré ces dommages importants, les données recueillies indiquent un rendement acceptable.

Tableau 4 Résultats des essais portant sur la presse à anneaux (29 et 30 août 1989)*

Essai n°	Vitesse du filtre Eimco (% de la vitesse maximale)	Concentration dans le filtre (% anhydre)	Vis d'admission (% de l'intensité maximale)			Pression des vérins (lb/po ²)			Couple de la presse (po/lb)	Intensité du moteur de la presse	Concentration du gâteau (% anhydre)	Production (tonnes anhydres par jour)
			1	2	3	1	2	3				
1	40	19,7	50	45	45	100	100	100	2 200-2 300	54	38,2	42,1
2	40	----	50	45	45	125	125	125	2 600-2 900	60	39,2	42,1
3	40	----	50	45	45	150	150	150	2 800-3 200	63	40,7	42,1
4	50	18,9	50	45	45	100	100	100	2 300-2 400	55	36,8	37,7
5	50	----	50	48	47	125	125	125	2 800-2 950	62	38,8	37,7
6	50	----	50	48	47	150	150	150	3 000-3 200	64	40,1	37,7
7	60	17,6	50	49	47	100	100	100	2 300-2 450	56	35,7	38,2**
8	60	----	48	48	46	125	125	125	2 750-2 950	60	37,3	38,2**
9	60	----	51	51	48	150	150	150	3 000-3 200	64	40,6	38,2**
10	70	18,7	48	46	45	100	100	100	2 500-2 700	56	37,7	40,9
11	70	----	48	47	45	125	125	125	3 000-3 100	62	39,8	40,9
12	70	----	48	47	45	150	150	150	3 100-3 300	64	40,9	40,9
13	80	18,4	48	47	45	100	100	100	2 400-2 600	56	37,2	48,2
14	80	----	48	47	45	125	125	125	2 900-3 100	61	39,0	48,2
15	80	----	48	47	45	150	150	150	3 150-3 350	64	39,3	48,2
16	100	16,7	50	50	47	100	100	100	2 600-2 700	58	36,8	59,6
17	100	----	50	51	47	125	125	125	3 050-3 250	63	40,0	59,6
18	100	----	50	51	47	150	150	150	3 200-3 450	67	42,1	59,6

* La presse à anneaux a été dotée de tamis chromés

** Données tirées de la courbe de production.

Section 4

Évaluation économique

Les quatre derniers mois de 1986 et de 1989 sont visés par la présente comparaison.

On constate au tableau 5 que le débit moyen vers la chaudière, en 1986, était de 37,4 tonnes anhydres par jour, alors qu'il était de 53,7 t/d en 1989, soit une hausse de 16,3 t/d. Les teneurs en humidité des boues acheminées dans la presse Reitz et la presse à anneaux Kamyr étaient à peu près identiques (tableau 6). Toutefois, la teneur en humidité moyenne des boues à la sortie de ces mêmes presses, au cours des périodes correspondantes de 1986 et de 1989, était de 76,8 % et de 60,2 % respectivement. Il s'agit d'une réduction de 5,5 % et de 27,6 % respectivement pour les presses Reitz et Kamyr (tableau 6). Ainsi, les boues qui quittaient la presse Kamyr renfermaient 21,6 % moins d'humidité que celles sortant de la presse Reitz.

La forte teneur en humidité des boues acheminées vers la chaudière en 1986 restreignait le débit entre 35 et 40 t/d. À plus de 40 t/d, le débit excédait la vitesse de combustion, et il en résultait des accumulations de boues à l'intérieur du foyer. En pareil cas, il fallait couper l'alimentation en écorces et en boues de la chaudière.

La presse à anneaux Kamyr peut fonctionner à un débit de 50 t/d et produire des boues dont la teneur en humidité varie entre 55 et 60 %. Au cours des essais, le débit moyen de boues enregistré (53,7 t/d) était conforme aux caractéristiques de fonctionnement de la presse. En outre, la teneur en humidité du produit (60,2 %) se trouve dans la partie supérieure de la plage nominale. Une teneur en humidité semblable permet à la chaudière de brûler les boues à un rythme de 50 à

Tableau 5 Débit de boues vers la chaudière n° 6

Année	Mois	Débit (tonnes anhydres par jour)
1986	Septembre	38,2
	Octobre	36,4
	Novembre	38,3
	Décembre	36,7
	Moyenne	37,4
1989	Septembre	55,2
	Octobre	49,6
	Novembre	53,3
	Décembre	56,6
	Moyenne	53,7

Tableau 6 Teneurs en humidité des boues

Presse Reitz			Presse Kamyr		
Date (1986)	Teneur en humidité (%)		Date (1989)	Teneur en humidité (%)	
	Après la presse	Avant la presse		Après la presse	Avant la presse
31 août au 6 sept.	79,1	82,2	3 au 9 sept. 10 au 16 17 au 23 24 au 30	---- 58,5 59,6 61,2	---- 82,9 83,6 82,8
7 au 13 sept.	76,7	81,3			
14 au 20	----	82,4			
21 au 27	74,8	83,3	1 ^{er} au 7 oct.	60,0	83,7
28 sept. au 4 oct.	76,9	81,3	8 au 14 15 au 21 22 au 28 29 oct. au	61,5 60,1 60,2	84,3 83,5 82,5
5 au 11 oct.	78,1	82,8	4 nov.	62,0	80,9
12 au 18	76,6	82,8			
19 au 25	----	79,9			
26 oct. au 1 ^{er} nov.	76,9	81,3	5 au 11 nov. 12 au 18 19 au 25	59,9 61,1 59,6	83,6 83,3 83,6
2 au 8 nov.	78,1	82,8	26 nov. au 2 déc.		
9 au 15	76,6	82,8		61,2	83,5
23 au 29	----	79,9			
30 nov. au 6 déc.	75,5	80,0	3 au 9 déc. 10 au 16 17 au 23	60,5 60,4 57,4	82,9 84,0 81,8
7 au 13 déc.	----	77,4			
14 au 20	74,8	80,9			
21 au 27	77,4	78,9			
moyenne	76,8	81,3	moyenne	60,2	83,1

56 t/d. Toutefois, un débit supérieur à 55 t/d excède la capacité normale de la presse ainsi que la capacité du filtre en amont de celle-ci.

On a calculé que la chaudière qui assurait la combustion de boues provenant de la presse à anneaux Kamyr (60,2 % d'humidité) affichait un rendement de 57,8 % (tableau 7). Par ailleurs, le rendement de la chaudière assurant la combustion de boues

provenant de la presse en V Reitz (76,8 % d'humidité) était de 32,5 %. On estime à 515 540 \$ par année (annexe A) les économies possibles grâce à l'utilisation de la presse à anneaux Kamyr (rendement de combustion accru et plus faible teneur en humidité des boues). Selon les indications, le rendement des investissements est d'environ deux ans et demi.

Tableau 7 Paramètres de fonctionnement de la chaudière

Paramètre	Unité	Grandeur
Pression du ballon de la chaudière	lb/po ²	500
Température de l'eau d'alimentation	F*	224
Excès d'air	%	40
Température des gaz de combustion	F	500
Enthalpie de la vapeur	Btu/lb**	1 204
Rendement du combustible :		
Mazout n° 6	%	84,5
Gaz naturel	%	82
<u>Combustible</u>		
Mazout n° 6 : valeur calorifique	Btu/gal***	180 000
Gaz naturel	Btu/pi ³ +	1 000
Écorces et boues	Btu/lb	8 700
Coût (mazout n° 6)	\$ CAN/b ^l	21,35
<u>Combustion des boues</u>		
Admission :		
1989	t/d (anhydres)	53,7
1986	t/d (anhydres)	37,4
Humidité :		
1989	%	60,2
1986	%	76,8
Rendement : ++		
1989	%	57,8
1986	%	32,5

$$* \quad C = \frac{^{\circ}F - 32}{1,8}$$

$$** \quad 1 \text{ Btu/lb} = 2,325 \text{ kJ/kg}$$

$$*** \quad 1 \text{ Btu/gal} = 0,232 \text{ kJ/L}$$

$$+ \quad 1 \text{ Btu/pi}^3 = 37,3 \text{ kJ/m}^3$$

++ Le rendement des boues est tiré de diagrammes (de source inconnue) qui font état du rendement de combustion par rapport à la teneur en humidité, pour des gaz de combustion à diverses températures (excès d'air, pertes par rayonnement et pertes inconnues fixes)

Les boues (fibres récupérées) servant à la combustion correspondent à environ 30 % des déchets ligneux brûlés. La vapeur produite représente 10 % de toute l'énergie consommée par l'usine de Gatineau.

Lorsqu'on transpose ces données en économie de mazout, on constate que la combustion de déchets ligneux permet d'économiser environ 7 000 barils de mazout par mois (tableau 8, annexe B).

Tableau 8 Consommation de combustible fossile (1989)

	Consommation totale de gaz (m ³ x 10 ³)	Consommation de gaz de la chaudière n° 6* (m ³ x 10 ³)	Consommation de gaz d'autres chaudières (m ³ x 10 ³)	Consommation de mazout d'autres chaudières (b ¹)
Sept.	9 176	1 052	8 124	2 703
Oct.	9 489	1 401	8 088	13 586
Nov.	8 071	1 482	6 589	27 614
Déc.	4 878	968	3 910	38 306

	Production totale de vapeur (lb x 10 ³)	Production de vapeur de la chaudière n° 6 (lb x 10 ³)	Production de vapeur par d'autres moyens (lb x 10 ³)	N ^{bre} de jours d'exploitation de l'usine
Sept	313 074	67 862	245 212	29
Oct	372 248	77 304	294 944	31
Nov	401 007	79 287	321 720	30
Déc	332 745	45 911	286 834	23

	Production de vapeur de la chaudière n° 6 (lb x 10 ³)	Production de vapeur au moyen de gaz (lb x 10 ³)	Production de vapeur au moyen d'écorces et de boues (lb x 10 ³)	%	Économies de mazout** (b ¹)	N ^{bre} de jours d'exploitation de la chaudière n° 6
Sept	67 862	30 105	37 757	55,6	7 177	29
Oct	77 304	40 083	37 221	48,1	7 075	31
Nov	79 287	42 406	36 881	46,5	7 010	30
Déc.	45 911	27 693	18 218	39,7	3 463	16

* La chaudière n° 6 constitue la chaudière à déchets ligneux de l'usine de Gatineau

** Consulter l'annexe B pour obtenir les calculs détaillés

Section 5

Conclusion

Dans l'ensemble, l'utilisation de la presse à anneaux Kamyr à l'usine de Gatineau, au Québec, de Produits forestiers Canadien Pacifique Ltée a donné de bons résultats.

Les principaux atouts de la presse à anneaux Kamyr sont : un faible encombrement, un fonctionnement simple et la fiabilité. La presse fonctionne à une vitesse et à une contre-pression constantes; les baisses de charge n'entraînent pas une hausse de la teneur en humidité des boues à la sortie de la presse; l'absence d'une pince fixe prévient toute obturation; il n'est pas nécessaire d'ajouter de polymères. Bref, la presse à anneaux Kamyr peut fonctionner presque sans surveillance.

Outre ces atouts physiques et mécaniques, le gâteau de boues à la sortie de la presse à anneaux Kamyr présente des avantages connexes sur le plan environnemental.

La teneur réduite en humidité des boues permet un meilleur rendement de combustion dans la chaudière à écorces. On peut donc accroître le débit de boues vers la chaudière et augmenter ainsi la quantité de vapeur ou d'énergie produite, tout en réduisant la consommation de combustible fossile et le volume de déchets destinés à l'enfouissement. Il en résulte donc des économies sur le plan financier.

Annexe A

Calcul des économies d'énergie potentielles et des avantages sur le plan environnemental

Réduction de la consommation de combustible

Accroissement de la chaleur transmise à la vapeur découlant de l'amélioration du rendement de combustion de la chaudière :

$$8\,700 \frac{\text{Btu}}{\text{lb}} \times 2\,000 \frac{\text{lb}}{\text{t}} \times 1,1023 \times [(53,7 \frac{\text{t}}{\text{d}} \times 0,578) - (37,4 \frac{\text{t}}{\text{d}} \times 0,325)]$$

$$= 3,621 \times 10^8 \text{ Btu/d}$$

Besoins en mazout n° 6 pour la production d'une quantité équivalente d'énergie :

$$\frac{3,621 \times 10^8 \text{ Btu/d}}{180\,000 \frac{\text{Btu}}{\text{gal}} \times 0,845 \times 35 \frac{\text{gal}}{\text{b}^1}}$$

$$= 68,02 \text{ b}^1/\text{d}$$

Économies annuelles possibles :

$$68,02 \frac{\text{b}^1}{\text{d}} \times \frac{\$21,35}{\text{b}^1} \times 355 \text{ d}$$

$$= 515\,540,59 \$$$

Réduction de la quantité de déchets

L'augmentation du débit de boues vers la chaudière permet une diminution de la quantité de déchets destinés à l'enfouissement.

Réduction annuelle de la quantité de déchets :

$$\$16,3 \frac{\text{t}}{\text{d}} \times 355 \text{ d}$$

$$= 5\,786,5 \text{ t}$$

Les déchets sont d'ordinaire transportés vers un dépotoir municipal dans des contenants pouvant renfermer 18 t de produit. Il en coûte 145 \$ par contenant pour se débarrasser des boues au dépotoir. La réduction de la quantité de déchets peut donc procurer des économies annuelles de l'ordre de :

$$\frac{5\,786\ t}{18\ \frac{t}{\text{contenant}}} \times \frac{145\ \$}{\text{contenant}}$$

$$= 46\,613,47\ \$$$

Frais d'exploitation

Électricité :

$$100\ \text{HP} \times 24\ \frac{h}{d} \times 350\ \frac{d}{a} \times 0,7\,457\ \frac{kW}{\text{HP}} \times \frac{0,0\,145\ \$}{kWh}$$

$$= 9\,082,63\ \$/a$$

Entretien : matériel et main-d'oeuvre
= 100 000 \$/a

Le total des frais d'exploitation est donc de 109 082,63 \$/a.

Économies annuelles nettes

$$515\,540,59\ \$ + 46\,613,47\ \$ - 109\,082,63\ \$$$

$$= 453\,071,43\ \$$$

*Annexe B***Chaudière n^o 6 - économie de mazout**

La quantité totale de vapeur produite (mesurée, a) moins la quantité de vapeur produite au moyen de gaz naturel (calculée, b) égale la quantité de vapeur produite au moyen d'écorces et de boues qui est convertie en un nombre équivalent de barils de mazout (c).

Exemple de calcul pour septembre 1989 (consulter le tableau 8) :

a) Quantité totale de vapeur produite : $67\,862 \times 10^3$ lb

b) Quantité de vapeur produite au moyen de gaz :

$$1\,052\,498 \text{ m}^3 \times \frac{1\,000 \text{ pi}^3}{28,328 \text{ m}^3} \times 1\,000 \frac{\text{Btu}}{\text{pi}^3} \times \frac{1 \text{ lb}}{1\,012 \text{ Btu}} \times 0,82 \\ = 30\,105 \times 10^3 \text{ lb}$$

c) Quantité de vapeur produite au moyen d'écorces et de boues :
 $a - b = 37\,757 \times 10^3$ lb

Économie équivalente en mazout :

$$37\,757 \times 10^3 \text{ lb} \times 1\,012 \frac{\text{Btu}}{\text{lb}} \times \frac{1 \text{ gal}}{180\,000 \text{ Btu}} \times \frac{1}{0,845} \times \frac{1}{35} \frac{\text{b}^1}{\text{gal}} \\ = 7\,177 \text{ b}^1$$