

RECYCLING AND CLOSING OF WATER CIRCUITS IN PAPER MILLS♦

LE RECYCLAGE ET LA FERMETURE DES CIRCUITS DE L'EAU DANS L'INDUSTRIE DU PAPIER

Constantin Stanciu*, Gheorghe Cantemir

*Université « Dunărea de Jos Galați », Faculté d'Ingénierie, Brăila,
29 Rue Călărași, RO - 810017, Brăila, Roumanie*

*Corresponding author: decanatbr@ugal.ro

Received: 16/06/2008

Accepted after revision: 23/07/2008

Abstract: Water plays a basic role in the pulp and paper processes. A modern paper mills generally consumes 10-50 m³ water/tone of paper and removes an equivalent quantity of excess white water polluted with dissolved substances and suspended solids. The paper grade produced is an important factor influencing fresh water consumption and solid losses. To diminish the environmental impact of paper mills, generally speaking, a combination of internal and external actions is necessary: closure of white loop i.e. reduction of fresh water consumption and effluent volume; loss collection and sludge and waste treatment system. The closure of circuits can be carried out by: (i) white water recirculation after removing fibers and fine materials; (ii) restriction of fresh water consumption in white loop. The paper shows in its first part, the problems of closure advantages and disadvantages of closing the circuits of paper machines.

♦ Paper presented at the fifth edition of: "Colloque Franco-Roumain de Chimie Appliquée – COFrRoCA 2008", 25 – 29 June 2008, Bacău, Romania.

The circuit closure in a paper mill drives the following: (1) increase of amount of suspended solids or colloidal substances in white water; (2) increase of amount of organic and inorganic substances dissolved in white water; (3) a rise of temperature in water circuit.

Operation difficulties may occur such as: corrosion, deposits and also production conditions are influenced lower retention of fillers, lower dewatering, increase of slime and of foaming odor and quality problems (diminishing of paper mechanical strength by 10% to 20 % or less).

The positive effects of circuit closure in paper mill are reduction of fiber and filler losses, reduction of energy costs and investment and operation costs for the treatment plant. The rise of raw and energy costs normally leads to a closure rate of 5 to 10 m³ fresh water/tonne of paper. The removal efficiency of soluble materials becomes very important (> 95 %) in terms of restricting the problems related to closure of circuits.

Keywords: *paper, white water, zero effluent liquid*

INTRODUCTION

L'eau joue un rôle primordial dans le processus de fabrication des pâtes e du papier. Elle est le support indispensable des fibres cellulosiques, leur véhicule dans toute la filière de fabrication de la feuille. Au niveau de la fabrication, l'eau est nécessaire et un quantité importante à la création de liaisons hydrogènes entre les fibres.

Dans une papeterie l'eau claire est employée dans les endroits suivants:

- eau d'alimentation chaudière,
- eau de refroidissement,
- eaux d'étanchéité pour les pompes, agitateurs, raffineurs,
- nettoyage des feutres et toiles,
- transports des matières premières.

La fabrication du papier demande de grands volumes d'eau. La fabrication de papier modernes consomment généralement de 10 à 50 m³ d'eau par tonne de papier et rejettent une quantité équivalente d'eau blanche traitée. La consommation spécifique d'eau brute a été réduite de 50 m³/tonne de papier a moins de 20 m³/tonne en moins dans l'industrie papetière allemande [1].

L'addition d'eau claire entraîne une augmentation équivalente de l'excès d'eau blanche polluée par des substances dissoutes et en suspension.

Le type de papier produit est également un facteur important, influençant la consommation d'eau claire et les pertes solides [2, 3]. Le tableau 1 indique des exemples de consommation d'eau pour différents produits papetiers [4].

Pour diminuer l'impact sur l'environnement des papeteries une combinaison de mesures internes et externes est normalement nécessaire.

Tableau 1. Consommation d'eau pour différents produits papetiers

Type de papier	Consommation d'eau, m ³ .t ⁻¹
Papier journal	6 – 12
Papier tissu	10 – 15
Papiers fins	5 – 10
Papier S.C.	10 – 15
Papier L.W.C	10 – 20
Papier ondulé	2 – 10
Carton	8 – 15

Les principales mesures internes sont:

- fermeture de la boucle d'eau blanche, c'est à dire de réduction de consommation d'eau claire et du volume de effluent;

Les circuit peuvent être caractérisés par trois boucle concentriques : le circuits court, le circuit long avec le récupérateurs de fibres et le circuit complet comprenant l'ensemble des traitements des eaux (figure 1).

- collecte des fuites et système de traitement des boues et des rejets.

La fermeture des circuits peut être réalisée par (figure 2) :

- recirculation de d'eau blanche après élimination des fibres et des fines;
- limitation de l'appoint d'eau claire dans la boucle d'eau blanche.

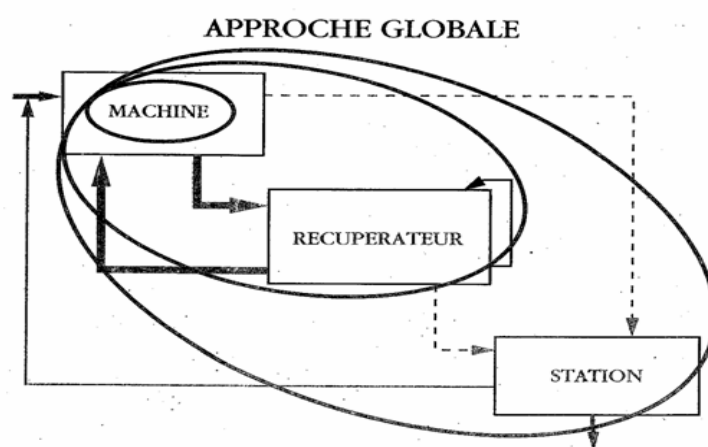


Figure 1. Le circuit complet des eaux en papeterie - collecte des fuites et système de traitement des boues de rejets

Les méthodes de traitement externes sont utilisées pour réduire le contenu de l'effluent en solides en suspension, substances absorbantes de la lumière, toxicité, phosphore, azote, etc. Quelque fois il est aussi nécessaire d'ajuster le *pH* ou la température de l'effluent. Les méthodes de traitement externe peuvent être appliquées à l'ensemble de l'usine où a des effluents particuliers. L'efficacité de la politique de recyclage interne ou externe de l'industrie diffère d'usine à l'autre, en fonction de leurs législations respectives.

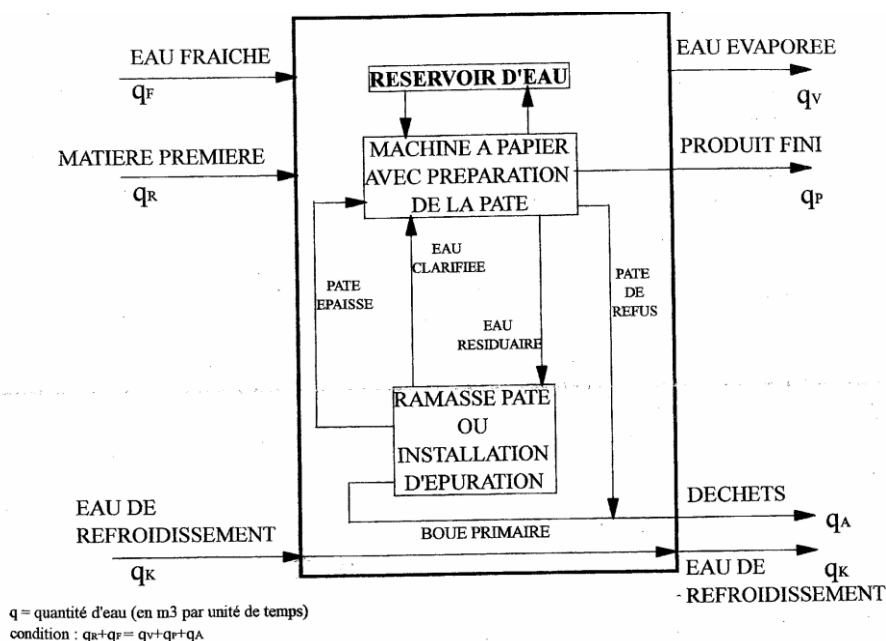


Figure 2. Schéma d'une usine en circuits fermés [5]

La fermeture des circuits en papeterie a toujours été un des objectifs majeurs des industries papetières. Dans le secteur du papier d'emballage les circuits d'eau devenus de plus en plus fermés. Dans le secteur de la fabrication du papier d'emballage, le stade actuel de la technique impose d'intégrer une épuration biologique dans le circuit resserre ou fermée des eaux. Une fermeture accrue des systèmes par définition requiert une réutilisation d'eau ayant certaines caractéristiques, en place et lieu d'eau fraîche (pompes à vides, rinceurs, etc.).

Dans un circuit fermé, la totalité des eaux blanches est recyclée. Il est donc fondamental de définir les possibilités de recyclage d'eau (débit et qualité) en fonction des qualités d'eau pouvant être obtenues.

Les problèmes de fermeture

Un système de fermeture inadapté dans une usine peut conduire à des problèmes compromettant sérieusement la productivité, la qualité, et dans certains cas, des problèmes accrus de maintenance. Les origines de ces problèmes sont complexes. Une analyse des phénomènes montre que les problèmes commencent lorsque la concentration des matières en suspension ou colloïdale devient trop importante dans l'eau blanche.

L'augmentation de la concentration en matières organique (déterminée globalement par évaluation de la DCO), des eaux blanches est considérable (les niveaux de DCO peuvent atteindre, plus de 30 g.L⁻¹, alors qu'ils ne sont que de 3 g.L⁻¹, dans un circuit ouvert).

Cette superconcentration en substances gênantes de nature organique provoque une diminution de la productivité et de la qualité du papier (tableau 2).

Tableau 2. *Avantages et inconvénients de la fermeture des circuits de machine à papier*

Impact	Avantages	Inconvénients
Réduction de l'apport d'eau et du débit d'effluent	- Economies: • d'eau d'appoint • de matières premières - Réduction de la taille des unités de traitement des effluents et ou augmentation de leur efficacité	Problème de l'augmentation de la concentration en matières polluantes des eaux quand il n'y a pas de traitement externe
Augmentation de la température des circuits	-Egouttage amélioré - Diminution de l'énergie au niveau préparation pâte et séchage	- Augmentation des slimes - Problème pour le collage - Capacité réduire des pompes à vide
Augmentation de la concentration en matières dissoutes et en fines	Aucun	- Rétention plus faible - Corrosion plus forte - Augmentation des slimes et du moussage - Problèmes d'odeurs - Egouttage diminué
Qualité du produit	Aucun	Caractéristique physique du papier plus bas

Nous pouvons citer :

- diminution de l'efficacité des adjuvants ;
- mauvais égouttage sur toile ;
- prolifération de micro-organismes avec risque d'une augmentation de la part des bactéries sulfato-réductrices responsable de la production du H_2S :

La croissance au bactéries réductrices des sulfates dans le circuits d'eau d'usines de pâte et de papier est un facteur de dommage non seulement pour les aciers inoxydables : sous „corrosion microbiologique”, ceux-ci ont une tendance à la corrosion par piqûres.

- dépôts sur les parois des cuves et des tubes (figure 3)

**Figure 3.** *Encrassement du tube*

- problèmes de corrosion-érosions, supplémentaires très liés à l'activité biologique dans les circuits provoquant de coûts de maintenance accrus [6]
- une système fermé à une fonctionne à température de fonctionnement plus élevée et provoque une changement dans les populations biologiques. Les microorganismes trouvés habituellement dans les systèmes plus ouverts deviennent en général, en circuit fermé plus résistants. Cette augmentation de température déplace également équilibre calco-carbonique des eaux.

- l'augmentation de température conjuguées a une montrée de concentration en sels dissous et matières organiques renforcera les risque de déposition dans les circuits court et long de la machine a papier.

La réutilisation des filtrats en tant qu'appoint dans les pompes à vide induira un potentiel d'encrassement plus élevé de par la montée de la concentration en matières dissoutes (augmentation de l'indice de Langelier) (figure 4).

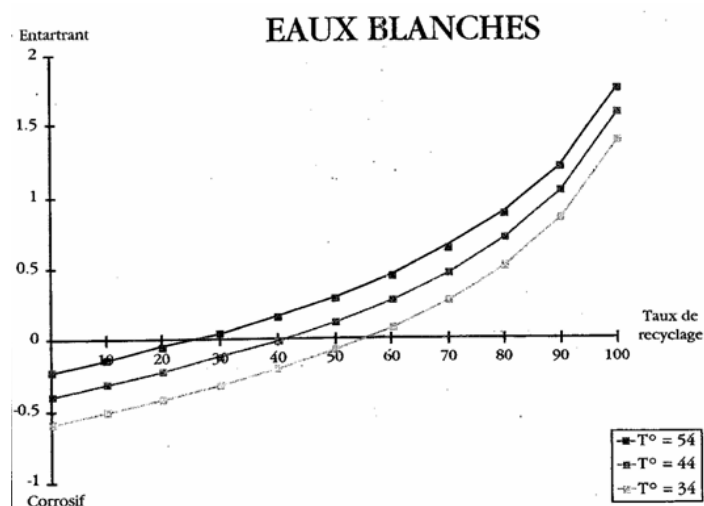


Figure 4. Augmentation de l'indice de Langelier

- diminution de la résistance mécanique des papier (perte: 10 a 20 % au moins)
- le taux d'égouttage est souvent augmenté lorsque la température des eaux blanches augmentent dans, une papeterie bien fermée.
- beaucoup d'usines ont une diminution de la rétention, ceci nécessite une addition d'agents de rétention de plus en plus importante
- le collage est souvent affecté d'une manière négative, avec la fermeture des circuits.

Ceci est un problème sérieux qui peut limiter la possibilité de fermer les circuits pour des usines de papier spéciaux.

La fermeture du circuits peut être réalise par :

- recirculation directe et reutilization de l'eau blanche;
- reutilization de l'eau blanche après élimination des fibres et des fines [8];
- limitation de l'appoint d'eau claire dans la boucle de d'eau blanche;
- réduction de la consommation d'eau claire dans système de rinceurs et dans le système pour les garnitures d'étanchéité;
- recyclage complet de l'ensemble des eaux de refroidissement dans bassin d'alimentation d'eau claire de l'usine (soit 3 à 4 m³.h⁻¹ d'eau à économiser sur ce poste);
- mise en ouvre de garnitures sèches sur les pompes;
- séparation de d'eau polluée et non polluée par des réseaux séparés a égouts;
- réseau de collecte des rejets accidentels;

Pour réduire la consommation d'eau claire, les eaux non polluées par exemple, les eaux de refroidissement et d'étanchéité doivent être séparées de d'eau polluée à l'aide de réseaux d'égout séparées.

Technologies alternatives pour fermer les circuits

Dans le secteur du papier d'emballage les circuits d'eau devenant de plus en plus fermés, une station biologique peut être utilisée en tant qu'épuration intégrée des eaux du procédé.

La figure 5 visualise les circuits de traitement de l'effluent et le recyclage d'eau pour une usine pour ondule et pour une usine de pâte chimique blanchie Kraft résineux (1000 t/j).

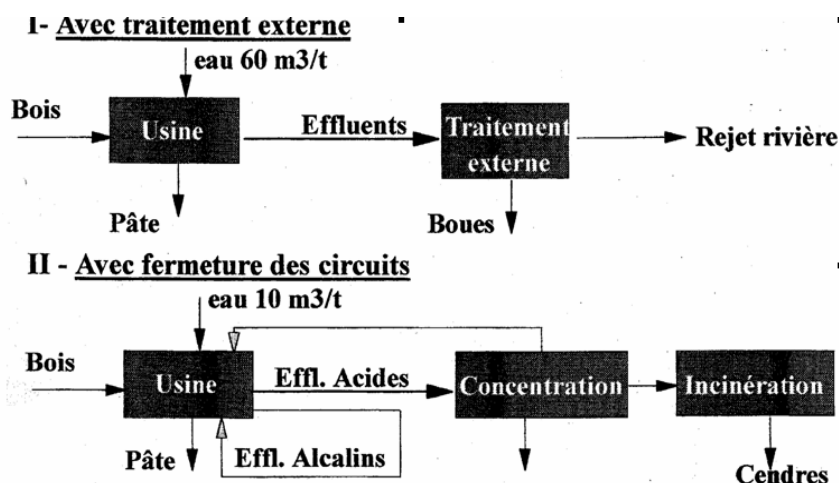


Figure 5. *Traitement de l'effluent et le recyclage pour une usine de pâte chimique blanchie Kraft résineux*

La fermeture des circuits paraît cumuler théoriquement tous les avantages:

- consommation d'eau réduite;
- absence de pertes de matières premières;
- diminution de rejet polluant permettant d'éviter la construction et l'exploitation d'une station d'épuration.

CONCLUSION

La fermeture des circuits dans une papeterie entraîne:

- des augmentations de quantités des substances en suspension ou colloïdales dans l'eau blanches;
- des augmentations de quantités des substances organiques ou anorganique dissoutes dans l'eau blanches;
- une augmentation de la température dans le circuit d'eau.

Ceci peut entraîner des problèmes de fonctionnement tels que bouchage, corrosion et entartrage et peut aussi influencer les conditions de production.

Les effets positifs de la fermeture des circuits dans une papeterie sont la réduction des pertes en fibres et en charges, la réduction des coûts d'énergie et la réduction des coûts d'investissement et de fonctionnement pour la station d'épuration.

D'une autre côté, les points négatifs sont : augmentation des coûts d'investissement de fonctionnement et vraisemblablement augmentation problèmes des fonctionnement.

L'augmentation des coûts pour les matières premières et l'énergie conduiront normalement à un degré optimum de fermeture des circuits au niveau de 5 à 10 m³ d'eau claire par tonne de papier.

L'efficacité d'abattement des matières solubles devrait être importante (> 95 %), afin de limiter les problèmes liés à la fermeture des circuits.

RÉFÉRENCES

1. Gottsching, L., *A.T.I.P.*, **1993**, 47 (4), 124-136;
2. Valette, P., de Choudens, C., *Le bois la pâte, le papier*, Troisième Édition, revue et augmentée, Centre Technique de L'Industrie des Papier, Cartons et Cellulose, **1992**;
3. Bellancourt, C., *A.T.I.P.*, **1996**, 50 (3), 78-80;
4. Terho, Y.: *Pulp and Paper Europe*, **1998**, 3 (3), 25-29;
5. Pichon, M., *A.T.I.P.*, **1996**, 50 (3), 81-86;
6. Pichon, M., Muratore, E., Rameau, Y.Y., *A.T.I.P.*, **1986**, 40 (1), 21-30;
7. Stanciu, C., Bordei, M.: The Annals "Dunărea de Jos", University of Galați, Fascicle IX, Metallurgy and Materials Science, **2005**, (1), 57-60;
8. Stanciu, C., Buteică, D., Opăriuc, S., Zoltan, L.: *Celuloză și Hârtie*, **2001**, 50 (2), 34-44.