



14660

**INVESTIGATION DES POSSIBILITES DE DIMINUER LES REJETS  
D'ORGANO-CHLORES PAR L'ADOPTION  
D'UNE TECHNOLOGIE PROPRE DANS L'USINE  
DE PATE A PAPIER "LA CELLULOSE DES ARDENNES" (B) .**

**Ir. Kathleen GORIS**

**Mémoire de Recherche présenté en vue de l'obtention  
du Diplôme Européen en Sciences de l'Environnement**

**co-directeurs :**

**Dr. P. Vander Borgh  
Fondation Universitaire Luxembourgeoise**

**Dr. O. Kordsachia  
Bundesforschungsanstalt für Forst- und  
Holzwirtschaft  
Institut für Holzchemie und chemische  
Technologie des Holzes**

**1 9 8 9**

## S O M M A I R E

1.	INTRODUCTION ET PROBLEMATIQUE.....	1
2.	PARTIE GENERALE.....	3
2.1	Méthodes de fabrication de la pâte à papier.....	3
2.2	Le secteur des pâtes à papier.....	5
2.3	La Cellulose des Ardennes : présentation brève de l'entreprise.....	6
2.4	La chaîne de fabrication de pâte à papier à la Cellulose des Ardennes : procédé au sulfate.....	7
2.5	La pollution par la Cellulose des Ardennes.....	10
2.5.1	La pollution de l'air.....	10
2.5.2	La pollution de l'eau.....	10
2.5.3	Pollution des terres.....	15
2.6	Situation géographique de l'entreprise.....	16
2.7	Evaluation des rejets effectifs.....	18
2.8	La réglementation en Belgique pour le déversement des polluants dans l'eau par les fabriques de pâtes à papier, avec une attention spéciale aux composés organo-chlorés.....	22
2.8.1	Normes d'émission.....	22
2.8.2	Les normes de qualité des eaux douces pour les organo-chlorés.....	29
2.8.3	Compétences.....	30
2.8.4	Comparaison de la réglementation et du système de gestion de la pollution belge avec celle de la France et de l'Allemagne.....	30
2.9	Les possibilités de diminuer les rejets d'organo-chlorés.....	35
2.9.1	Le traitement externe de la pollution.....	35
2.9.2	Le contrôle interne de la pollution : appliquer la meilleure technologie disponible.	36
2.9.2.1	L'écorçage.....	36
2.9.2.2	La cuisson.....	36
2.9.2.3	Le blanchiment à l'oxygène.....	40
2.9.2.4	Le blanchiment par des oxydants nitrés.....	40
2.9.2.5	Utiliser moins de chlore lors du blanchiment.....	41
2.9.2.6	Un meilleur mélange réactifs-pâte....	43
2.9.2.7	Augmenter le rendement des lavages...	43
2.9.2.8	La chaîne de récupération.....	43

<b>3.</b>	<b>PARTIE EXPERIMENTALE.....</b>	<b>45</b>
3.1	But.....	45
3.2	Analyse des échantillons obtenus de la C.A.B.....	45
3.2.1	Copeaux.....	45
3.2.2	Pâte écrue.....	45
3.2.3	Pâte minoxée.....	46
3.2.4	Pâte blanchie séquence O CD EO D <sub>1</sub> EP D <sub>2</sub> .....	46
3.3	Cuisson ASAM des copeaux de la Cellulose de Ardennes.	52
3.3.1	Préparation de la cuisson.....	52
3.3.2	Détermination de l'humidité du bois.....	52
3.3.3	Préparation de la liqueur blanche.....	52
3.3.4	Imprégnation des copeaux avec de la vapeur....	53
3.3.5	Cuisson.....	53
3.3.6	Résultats.....	53
3.4	Blanchiment à l'oxygène de la pâte ASAM, de la pâte Kraft non-minoxée et de la pâte Kraft minoxée de la C.A.B.....	59
3.4.1	But	
3.4.2	Méthode	
3.4.3	Résultats	
3.5	Optimisation du blanchiment à l'oxygène.....	62
3.5.1	Prétraitement de la pâte écrue avec NO <sub>2</sub> .....	62
3.5.2	Prétraitement de la pâte écrue avec SO <sub>2</sub> .....	62
3.5.3	Blanchiment à l'oxygène.....	63
3.6	Blanchiment final de la pâte minoxée obtenue de la Cellulose des Ardennes.....	70
3.6.1	Blanchiment à l'ozone.....	70
3.6.2	Extraction.....	70
3.6.3	Bioxyde de chlore.....	71
3.6.4	Peroxyde.....	72
3.6.5	La totalité de la séquence Z E D P et Z EO D P	73
3.7	Blanchiment final de la pâte ASAM.....	78
3.7.1	Blanchiment à l'ozone.....	78
3.7.2	Extraction.....	78
3.7.3	Peroxyde.....	79
3.7.4	Bioxyde de chlore.....	80
3.8	Conclusion générale.....	82

<b>4.</b>	<b>EVALUATION DES COUTS D 'UN REMPLACEMENT INTEGRAL DE CHLORE PAR DU BIOXYDE DE CHLORE.....</b>	<b>123</b>
4.1	Consommation actuelle de Cl <sub>2</sub> et ClO <sub>2</sub> .....	123
4.2	Remplacement intégral du Cl <sub>2</sub> par du ClO <sub>2</sub> .....	123
4.3	Les coûts d'une substitution à 100 % de ClO <sub>2</sub> au stade C/D.....	124
4.3.1	Prix de ClO <sub>2</sub> avec l'installation actuelle (procédé Mathieson).....	124
4.3.2	Prix du ClO <sub>2</sub> avec la nouvelle installation....	125
4.3.3	Coûts de la chloration actuelle comparés aux coûts de la chloration avec 100 % de ClO <sub>2</sub> .....	127
4.4	Coûts externes.....	128
<b>ANNEXES.....</b>		<b>129</b>
<b><u>Annexe 1</u></b>	<b>Les caractéristiques de la pâte non-minoxée, de la pâte minoxée et de la pâte blanchie de la Cellulose des Ardennes et de la pâte ASAM.....</b>	<b>129</b>
<b><u>Annexe 2</u></b>	<b>Les caractéristiques de 6 échantillons blanchis à l'oxygène.....</b>	<b>130</b>
<b><u>Annexe 3</u></b>	<b>Les caractéristiques de la pâte ASAM blanchie ZED, la pâte C.A.B. minoxée blanchie Z EO D P, et la pâte C.A.B. blanchie Z E D P.....</b>	<b>131</b>
<b><u>Annexe 4</u></b>	<b>Les caractéristiques de la pâte blanchie de la Cellulose des Ardennes.....</b>	<b>132</b>
<b><u>Annexe 5</u></b>	<b>Données moyens de la fabrication de pâte à la Cellulose des Ardennes.....</b>	<b>133</b>
<b><u>Annexe 6</u></b>	<b>Comparaison des caractéristiques mécaniques d'un raffinage Jokro avec celles d'un raffinage Valley..</b>	<b>135</b>
<b><u>Annexe 7</u></b>	<b>Evolution des conditions de délignification a l'oxygène à la C.A.B.....</b>	<b>136</b>
<b><u>Annexe 8</u></b>	<b>Matériaux et méthodes.....</b>	<b>137</b>
1.	Traitement de la pâte avec NO <sub>2</sub> .....	137
2.	Traitement de la pâte avec SO <sub>2</sub> .....	139
3.	Le blanchiment à l'oxygène.....	139
4.	Le blanchiment à l'ozone.....	139
5.	Le blanchiment au bioxyde de chlore.....	141
6.	Le blanchiment au peroxyde.....	142
7.	Extraction.....	142
8.	Expériences sur la pâte.....	142
8.1.	Le rendement.....	142
8.2.	Le Kappa.....	143
8.3.	Les propriétés optiques de la pâte.....	143
8.4.	Les propriétés technologiques de la pâte...	143
9.	La technologie ASAM.....	144

## 1. INTRODUCTION ET PROBLEMATIQUE

Ces dernières années, on prend de plus en plus conscience qu'il ne suffit plus d'épurer les effluents et d'assainir l'environnement, mais qu'il faut avant tout essayer de réduire la pollution à la source.

La technologie environnementale classique se limite à des techniques d'épuration (p.e. les stations d'épuration, l'incinération, les décharges). Il s'agit le plus souvent d'un traitement curatif qui n'élimine pas totalement la pollution mais qui la concentre ou la déplace. En plus, ces dispositions consomment souvent beaucoup d'espace, de matières premières et de l'énergie. La technologie propre propose par contre une approche préventive et considère la pollution comme une perte ou une maîtrise insuffisante. On intervient ici au niveau de l'outil de production : un meilleur contrôle interne, des améliorations des procédés (p.e. par le recyclage et la valorisation interne des déchets et sous-produits) et des nouveaux procédés. L'association Inter-Environnement Wallonie a organisé des rencontres sectorielles afin de faire circuler des informations techniques, concernant la technologie propre. Beaucoup d'entrepreneurs semblent déjà être convaincus de l'utilité de cette nouvelle stratégie pour l'environnement.

La Communauté Européenne veut également amener l'industrie à intégrer dans tous les processus industriels une technologie dite "propre" ou "plus propre", au cas où toute la pollution ne pourrait être éliminée. Ainsi, la Commission des Communautés Européennes subventionne pour les 129 substances qui figurent sur la liste noire de la directive européenne 76/464/CEE (C.E.E. Water Pollution Research Reports, 1986) des études d'ordre technique et économique, outre des études écotoxicologiques. La décision du Conseil (2242/87) du 23 juillet 1987, en ce qui concerne des actions communautaires pour l'environnement soutient financièrement des projets de démonstration d'intérêt communautaire, qui visent à développer une technologie nouvelle "propre". Ainsi, une usine de pâte de paille au Danemark, Fredericia Cellulose (1), a obtenu une telle aide. Cependant, l'usine et la Commission des Communautés Européennes refusent de donner des détails sur les nouvelles installations - construction d'un circuit de récupération de réactifs. Le "know how" reste propriété de la société. On peut se poser des questions sur l'utilité d'un tel

projet de "démonstration", s'il est dans un premier temps impossible pour d'autres usines d'appliquer la même technologie par manque de détails techniques.

Avec l'ouverture du marché en 1993, il est clair que les sociétés qui ont choisi de répondre de manière novatrice aux exigences de l'environnement pourront faire face aux normes européennes qui seront sans doute de plus en plus sévères.

Le secteur de la pâte à papier blanchie selon les techniques traditionnelles est un des plus polluant tant par le nombre de substances organo-chlorées émises que par leur quantité. L'émission de composés organo-chlorés dans l'eau est considérée actuellement comme le problème environnemental majeur pour ce secteur (BRANNLAND & FOSSUM, 1987). En Suède, l'industrie de pâtes et papiers est la source principale de ce type de pollution (National Swedish Environmental Protection Board, 1987). A long terme, l'objectif devrait être l'élimination complète de la formation de ces substances, ce qui implique l'abandon de chlore et de produits chlorés dans la chaîne de blanchiment de la pâte. A l'heure actuelle, il n'existe pas encore de technologie "propre", appliquée à l'échelle industrielle, qui produise de la pâte blanchie à un haut degré, totalement sans chlore. Cependant, on peut se poser des questions sur la nécessité d'un tel produit. Malheureusement, dans la mentalité du consommateur, du papier blanc reste synonyme de papier de haute qualité. Souvent, on ignore l'incidence environnementale de la production d'un tel produit, ainsi que le danger potentiel pour la santé représenté par des contaminations résiduelles en dioxines et autres organo-chlorés dans le papier blanc.

(1) Fredericia Cellulose A/S  
Ndr. Kobbelvej 17  
DK - 7000 Fredericia

### 3.8 CONCLUSION GENERALE

Les copeaux fournis par la Cellulose des Ardennes étaient, en raison de la durée trop longue du transport et du stockage, dans un mauvais état. Ils contenaient en plus une grande quantité de noeuds, d'écorces et d'impuretés.

Par rapport à la pâte Kraft de la Cellulose des Ardennes, la cuisson ASAM fournit des résultats nettement supérieurs pour le Kappa et la blancheur, ainsi que pour le tear index, le burst index et la longueur de rupture. Cependant, une reconversion de l'usine n'est probablement pas réaliste. Il faudrait remplacer les lessiveurs pour qu'ils puissent supporter des pressions beaucoup plus élevées, ainsi que la chaîne de récupération des réactifs. Ce procédé est surtout intéressant si on doit construire une nouvelle ligne de production.

Il semble possible d'utiliser des conditions plus rigoureuses dans le blanchiment à l'oxygène, sans toucher à la qualité de la pâte. Avec à peu près les mêmes conditions, on obtient un Kappa de 10,6 au laboratoire au lieu de 13 à 14 dans l'usine. La qualité de la pâte minoxée au laboratoire n'est pas sensiblement inférieure à la qualité de la pâte minoxée à la Cellulose des Ardennes.

Pour le blanchiment à l'oxygène, une prolongation de la durée (de 45 minutes à 90 minutes) du blanchiment et l'application de peroxyde ne sont pas intéressants pour réduire le Kappa.

Un traitement préalable avec  $\text{NO}_2$  ou  $\text{SO}_2$  a un effet notable en soi sur le Kappa. Cependant, la comparaison du Kappa de la pâte blanchie à l'oxygène traitée préalablement, avec celui de la pâte minoxée non-traitée préalablement, donne un effet non-négligeable uniquement pour le  $\text{NO}_2$ . Il faut noter que les avis des experts concernant l'impact de ce gaz sur l'environnement sont controversés.

La présence de 1 % d'urée pour le blanchiment à l'oxygène a un effet positif sur le Kappa.

Le blanchiment à l'ozone est très efficace pour diminuer le Kappa. Il faut cependant être prudent afin d'éviter une détérioration des carbonates hydratés. Plus particulièrement, ce blanchiment à l'ozone consécutivement au blanchiment à l'oxygène, signifie deux attaques oxydantes de la pâte, ce qui est critique du point de vue

des caractéristiques de la pâte.

Les caractéristiques de la pâte minoxée blanchie Z E D P et Z EO D P sont par conséquent nettement inférieures à celles de l'échantillon de pâte blanchie à la Cellulose des Ardennes.

Les caractéristiques de la pâte ASAM blanchie Z E D sont nettement supérieures à celles de la pâte blanchie à la Cellulose des Ardennes. Dans ce cas-ci, trois stades de blanchiment après la cuisson suffissent, au lieu de six la Cellulose des Ardennes (O CD EO D EP D). Ceci représente un avantage important d'un point de vue économique. Du point de vue environnemental, on note qu'on utiliserait 14,3 fois moins de chlore élémentaire, et que par conséquent, la pollution diminuerait avec le même facteur.

Par rapport au bioxyde de chlore, le peroxyde est beaucoup moins efficace pour blanchir la pâte ASAM produite avec les copeaux de la Cellulose des Ardennes. La qualité inférieure des copeaux nécessite l'utilisation de bioxyde de chlore pour atteindre l'objectif d'une blancheur ISO de 90 %, même avec la cuisson ASAM.

Les possibilités réalistes offertes à la Cellulose des Ardennes pour diminuer les rejets d'organo-chlorés sont :

- 1) Augmenter la qualité des copeaux : la présence d'une grande quantité de impuretés augmente la consommation de produits chimiques nécessaires pour atteindre le degré de blancheur poursuivi. Il faut pourtant tenir compte du fait que l'échantillon de copeaux reçu à Hambourg était d'une qualité inférieure à la normale.
- 2) Un renforcement du blanchiment à l'oxygène. Il serait intéressant de faire des expériences pour voir dans quelle mesure on pourrait délignifier à l'oxygène sans qu'il se produise des pertes considérables de qualité de la pâte (essais en cours à C.A.B.).
- 3) L'utilisation intégrale de bioxyde de chlore au lieu de chlore (prévu en 1991).