



RECHERCHES SUR LA NATURE ET LA LUTTE CONTRE LES DEPOTS MICROBIOLOGIQUES DANS LES CIRCUITS D'EAU D'UNE MACHINE A PAPIER♦

Constantin Stanciu

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

Abstract: The micro-organisms are giving various problems in the paper manufacturing processes: holes in the sheet of paper caused by slime, the contamination of the additives, odors and corrosion. These micro-organisms have the tendency to make agglomerations and to fix themselves on the walls of the circuits of paper machines like bio-films. The capacity to fix itself on the walls of the water circuits is a characteristic of micro organizations. In the first part of the paper the conditions of development (nutrients, water, free and combined oxygen, and temperature) are presented and contamination sources with the main microbial populations are identified. The main biological components of the deposits in a paper factory are the bacteria, the yeasts and the moulds. A comparative situation of the bacterial charge of three different water circuits (paper made from 100% bleached pulp, paper made from 100% virgin pulp, and paper made from 100% deinked pulp is presented. The most contaminated circuits are those involved in processing old papers. It was also studied the microbiological loading at a certain time of the year (the most serious problems appear during spring – autumn) and also according to the kind of paper manufactured (especially acid or alkaline). The negative effects of the proliferation of the bacteria can be drawn aside by the specific use of biocides. The efficiency of the use of a biocide depends on pH, dosing

♦ Paper presented at COFrRoCA 2006: Quatrième Colloque Franco-Roumain de Chimie Appliquée, 28 June – 2 July, Clermont-Ferrand, France

place, the added amount and also the mode of dosage (shock or continuously).

Keywords: *pulp, paper, microorganisms, microbiological deposits, biocides.*

INTRODUCTION

En papeterie, l'orientation de plus en plus marquée à la fermeture des circuits, à la marche en milieu neutre alcaline, ainsi qu'à l'utilisation croissante des vieux papiers entraîne une détérioration des conditions de travail qui nécessite l'utilisation des biocides et un contrôle efficace sur le plan technique et écologique.

Les bactéries et champignons trouvent en papeterie un terrain idéal pour se développer très rapidement, (une forte concentration en MES dont ce nombreux types de substances nutritives organiques et anorganiques dû au système de production, des températures entre 20 et 50 °C, de pH entre 6,5 et 7,5 etc.). Les conditions favorisent les proliférations continues des micro-organismes dans les circuits de machines à papier, ou ils peuvent former des dépôts [1 – 6].

Les circuits d'une machine à papier peuvent, en termes de biomasse, être comparés à un réacteur biologique continu. Les manifestations d'infection que l'on rencontre le plus communément dans une usine à papier sont les suivantes:

- formation de boues ou "slime",
- colmatage ou engorgement des feutres,
- dégradation des feutres,
- fermentation de la colle,
- tachage ou coloration indésirable de la pâte,
- action cellulolytique,
- moisissures (piquage),
- relents et mauvaises odeurs,
- corrosion microbologique.

TYPES DE SLIMES ET DE DÉPÔTS

En papeterie, les boues ou "slime" est défini comme l'ensemble des dépôts chimiques et biologiques dans le circuit. La formation de slime telle, qu'elle peut être observée, sur les machines à papier est due à des micro-organismes, des champignons, des levures et des biopolymères à haute densité moléculaire produits par ces mêmes micro-organismes. Outre, ces biopolymères intracellulaires, certains organismes produisent également des polysaccharides extracellulaires (EPS), qui contribuent à une formation de biofilm. Grâce à ces groupes extracellulaires "collants", ces organismes arrivent à se fixer sur des surfaces dures et pratiquement inertes (dépôts gélatineux) (fig.1).

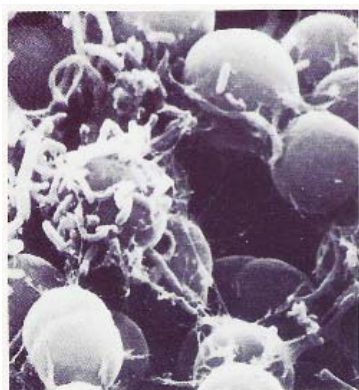


Figure 1. La matrice du slime est constituée de différents micro-organismes. On peut voir les structures filamenteuses reliant les cellules (d'après Dr. W. Kolb AG)

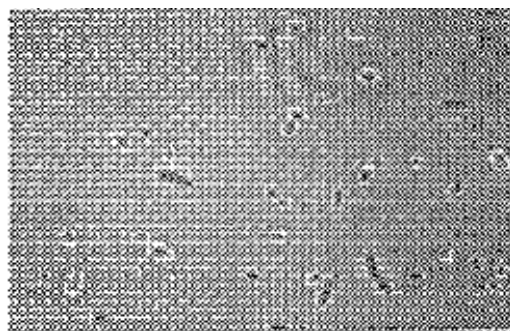


Figure 2. Les bactéries encapsulées

Trois sortes de slimes peuvent apparaître sur les machines à papier:

- le slime biologique (fibreux ou filiforme)
- le slime chimique qui peut être caractérisé comme spongieux pulpeux ou cotonneux; il est facilement détachable des surfaces.
- le slime chimio-biologique (combinaison des deux sortes des slimes), qui peut former des couches gemmeuses visqueuses et élastiques.

PARTIE EXPERIMENTALE

Les composants biologiques des boues d'usine à papier sont tous des membres unicellulaires du règne végétal. Les plus courants sont les bactéries, mais cette dernière sont souvent accompagnés de champignons et de levures.

Les bactéries que l'on trouve le plus communément dans les usines à papier sont celles qui sont normalement présentes dans les eaux naturelles (*Aerobacter aerogemes*, *Chlamydobacteriales*, *Pseudomonas*, *Bacillus cereus*, etc).

Aerobacter aerogemes on trouve très fréquemment dans les usines à papier et il donne naissance à une boue molle et gélatineuse qui requiert le support mécanique d'un réseau de fibres papetières.

Chlamydobacteriales (bactéries encapsulées) est un groupe extrêmement important de bactéries génératrices de boues, un membre de ce groupe forme des plumules filamenteuses, blanches abondantes (*Sphaerotilis spp*). Un autre transforme par métabolisme les sels de fer et dépose l'oxyde de fer dans son enveloppe externe (*Crenothrix* et *Leptothrix*) (fig. 2-3).

On peut souvent identifier les *Pseudomonas* à la teinte fluorescente qu'elles dominent aux boues.

Bactéries du soufre ne contribuent que peu la formation des dépôts de boue. Elle réduisent les ions sulfate en sulfure d'hydrogène et sont responsable des mauvaises, odeurs et du noircissement des toiles de table plate.

Les champignons sont responsables de la détérioration des balles de pâte humide en cours de stockage ou des produits papetiers finis (fig. 4).

Les taches colorées de la pâte, dues à des colonies de *Penicillium* et *Basidiomycètes*.



Figure 3. Les bactéries ferrugineuses
Leptothrix

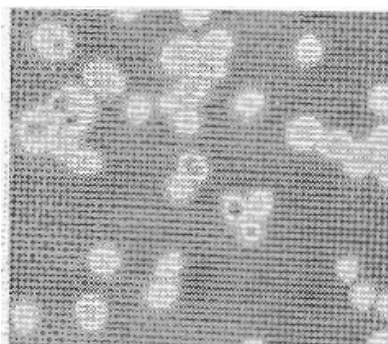


Figure 4. Les levures

Tableau 1 présente la contamination microbiologique, sur les circuits d'eau pour trois fabriques de papier qui utilisent: 100% pâte à papier blanchie, 100% pâte vierge et 100% pâte de vieux papiers (la méthode EASICULT COMBI).

Tableau 1. La contamination microbiologique sur les circuits d'eau pour trois fabriques de papier

Contamination microbiologique [colonies/mL]	100% pâte à papier blanchi	100% pâte vierge	100% pâte de vieux papiers
Bactéries (2 ÷ 4 jours)	$0 \div 10^4$	$0 \div 10^6$	$10^5 \div 10^7$
Champignons (4 ÷ 7 jours)	-		(+) ÷ (+++)

On a constaté le fait que les circuits les plus contaminés sont les circuits qui font le traitement de vieux papiers.

Les papiers recyclés sont plus exposés à la contamination microbiologique que ceux à base de pâtes vierges – en raison – du circuit suivi par les papiers de récupération: contact avec aliments, ou des matières contaminées collecte et stockage à l'humidité.

Des pâtes vierges peuvent aussi être contaminées si elles sont transportées ou stockées dans des conditions favorables à la prolifération de micro-organismes (température, humidité) ou si leur procédé de fabrication n'élimine pas les micro-organismes présents dans le bois).

Tableau 2. La contamination microbiologique à un certain moment de l'année (100% pâte vierge)

Eau	Microorganismes [col/mL]	hiver	printemps	été	automne
eau fraîche	bactéries (2÷4 jours)	$0 \div 10^2$	$10^3 \div 10^4$	$0 \div 10^4$	$10^3 \div 10^4$
	champignons (4÷7 jours)	$0 \div 0$	$0 \div 0$	$0 \div 0$	$0 \div 0$
eau blanchie	bactéries (2÷4 jours)	$0 \div 10^2$	$10^5 \div 10^6$	$0 \div 10^6$	$10^6 \div 10^7$
	champignons (4÷7 jours)	$0 \div 0$	$0 \div 0$	$0 \div 0$	$0 \div 0$
dépôts	bactéries	$10^2 \div 10^4$	$>10^7$	$10^3 \div 10^6$	$>10^7$
	champignons	(+) ÷ (++)	(++) ÷ (+++)	(+) ÷ (+)	(++) ÷ (+++)

On a été étudié aussi le chargement microbiologique à un certain moment de l'année (tableau 2).

Les problèmes les plus graves paraissent pendant le printemps – automne, et aussi en fonction de la sorte de papier fabriqué (spécialement acide ou alcalin), (tableau 3).

Les effets négatifs de la prolifération des bactéries peuvent être écartés par l'utilisation des biocides spécifiques [7 – 12].

Ce traitement, basé sur l'utilisation de "biocides" est très spécifique aux machines à papier puisque la flore microbiologique dépend fortement des conditions environnementales existantes: température, pH, matières premières fibreuses, additifs chimiques, etc.

De plus, ce traitement doit être constamment révisé, puisque certaines souches qui présentent une résistance aux biocides utilisés continuent à se développer et remplacent toutes les autres souches. Dans ce cas, le biocide agit comme un véritable facteur de sélection.

Tableau 3. La contamination microbiologique en fonction de la sorte de papier fabriqué

Sorte de papier	pH	Bactéries, [col/mL]	Champignons	Levures, [col/mL]	Saison
Papier emballage	4,5÷5,0	$10^5 \div 10^6$	(++)	Non	été
Papier impression écriture	7,5÷8,0	$10^3 \div 10^4$	Non	Non	printemps
Papier pour ondulé	4,5÷5,0	10^7	(++)	10^4	été
Papier pour usage sanitaires	6,5÷7,0	10^7	(++)	10^5	été
Papier sac	5,5÷6,8	10^7	(++)	10^4	printemps
Papier journal	5,5÷6,0	$10^6 \div 10^7$	(+)	Non	

Note: Bactéries et les levures: $10^3 \div 10^4$ = réduit, $10^5 \div 10^6$ = moyenne, $> 10^7$ = forte.

Champignons: (+) = réduit, (++) = moyenne, (+++) = forte

CONCLUSIONS

Les circuits les plus contaminés sont les circuits qui font le traitement de vieux papiers et les problèmes les plus graves paraissent pendant le printemps – automne en fonction de la sorte de papier fabriqué spécialement (acide ou alcalin).

L'efficacité de l'utilisation d'un biocide dépend de pH, le lieu de dosage, la dose ajoutée et aussi le mode de dosage (dosage choc ou dosage continu).

Pour une suppression progressive du biofilm un dosage de 1 à 5 ppm de BUZYME 250I (biodispersant constitué d'enzymes stabilisées en milieu aqueux) dans les eaux blanches est recommandé.

Le coût du traitement anti-slime des circuits de machine est loin d'être négligeable et peut varier de façon significative selon les conditions de marche de la machine (milieu neutre ou acide) et le niveau initial de contamination des matières premières.

REFERENCES

1. Saner, M. : La chimie de la partie, La lutte contre les dépôts dans les circuits et sur les habillages, *51e Congres Annuel ATIP*, 27-29 octobre, **1998**.
2. Hagen, C., Whitekettle, K.: *P.P.E.*, **1998**, (5), 25-28.
3. Biochem – Le Contrôle des Slimes et des Dépôts dans la Papeterie.
4. Stanciu, C. : *Celuloza si Hartie*, **1985**, **34**(1), 141-149.
5. Hoekstra, M.P.: Microbiology in the Paper Industry, presented at the *TAPPI Chemical Processing Aids Short Course*, 1990.
6. Simons, B., Casimiro La Silva Santos, Meier, M. : *La Papeterie*, **2004**, nr. 261, 12-17.
7. Stanciu, C. : *Lucrarile celui de-al V-lea Simpozion de Microbiologie Industrială*, Iasi, **1986**, 911-915.
8. Blankenburg, I., Schulte, Y.: *P.P.I.*, **1997**, **39**(6), 67.
9. Ciurea, A., Cartas, V., Stanciu, C., Popescu, M. : *Managementul mediului*, Vol. II, Editura Didactica si Pedagogica, Bucuresti, **2005**.
10. Galon, E. : *La Papeterie*, **2001**, nr. 241, 10-13.
11. Sabonnadière, C., Cerutti, C., Garnier, Y. : *La Papeterie*, **1995**, nr. 191-192, 69-70.
12. Vitale, M. : *La Papeterie*, **2003**, nr. 252, 28-32.