

Guide canadien d'évaluation des incidences sur la santé

Volume 2

Prise de décisions en matière d'évaluation des incidences de l'environnement sur la santé

VERSION DE TRAVAIL/NE PAS CITER

Decembre 1999

Ce document a été divisé dans une série de fichiers pour faciliter leur téléchargement de notre site du web.

Industries manufacturières

Perspective canadienne

La production manufacturière est une composante importante de l'économie canadienne puisque, en 1993, quelque 39 000 établissements manufacturiers ont généré 18% du PIB, soit environ 100 milliards de dollars. La contribution du secteur manufacturier est cependant en décroissance constante depuis 1961 où cette activité représentait environ 25% du PIB. Le même phénomène est remarqué quant à la contribution des industries

primaires (métallurgie, secteur des pâtes et papiers, activités minières) dont la contribution au PIB est passée de 10 à 7% entre 1961 et 1989. Ce secteur de l'économie fournit de l'emploi à 1,8 millions de personnes, soit 13% de la population active. Les deux plus importantes composantes de l'activité manufacturière sont la fabrication de matériel de transport (15% de l'activité) et la transformation des aliments (13%). Mentionnons finalement que la plus grande partie de l'activité manufacturière, soit 70%, est concentrée dans le corridor Windsor-Québec.

Source

Canada (1996) État de l'environnement au Canada. Gouvernement du Canada, 820 p.

Production d'aluminium

Profil socio-économique

La production d'aluminium est une activité métallurgique qui occupe une place importante au Québec puisque plus de 90% de la production canadienne y est concentrée. En fait, le Québec se classe au troisième rang des producteurs, derrière les états-unis et l'ex-URSS, avec une capacité de production d'environ 2,5 millions de tonnes annuellement. En 1993, la valeur des expéditions québécoises s'est élevée à quelque 3,5 milliards de dollars, ce qui a procuré des emplois directs à 12 500 personnes. Au Québec, on retrouve plusieurs alumineries importantes, produisant de l'aluminium de première fusion (obtenue à partir de la bauxite; voir ci-dessous). Alcan est la plus importante de ces sociétés, ayant quatre alumineries dans la région du Saguenay/Lac-St-Jean (une cinquième sera bientôt construite) et une à Shawinigan. Les autres producteurs importants sont Reynolds (Baie-Comeau), ABI (Bécancour), Luralco (Deschambault) et Alouette (Sept-Iles). L'industrie de la production d'aluminium est actuellement en plein essor au Québec, plusieurs entreprises ayant mis de l'avant des projets de modernisation ou de construction de nouvelles usines.

Procédé de production de l'aluminium

On parle de la production d'aluminium de première fusion lorsque le métal est obtenu à partir de la bauxite (procédé Bayer), matière première essentielle plutôt qu'à partir d'aluminium recyclé (deuxième fusion). Puisqu'il n'y a pas de gisements de bauxite au Québec, cette matière première est extraite de diverses régions dont l'Australie, la Guinée, la Jamaïque et le Brésil. La bauxite est un minerai qui contient principalement de l'alumine hydratée ($\text{Al}_2\cdot\text{H}_2\text{O}$) et de l'oxyde de fer, ce dernier lui conférant sa teinte rougeâtre caractéristique. On obtient l'alumine (Al_2O_3) en dissolvant la bauxite dans une solution alcaline (NaOH) concentrée et chaude (250°C) sous une forte pression (principe de

l'autoclave). La production de 1,9 tonnes d'alumine (qui donnera ultérieurement une tonne d'aluminium) nécessite de 4 à 5 tonnes de bauxite. Le résidu, appelé boue rouge, est un déchet solide relativement inerte qui n'est pas considéré comme dangereux. Cependant, des poussières fugitives peuvent s'échapper du lieu d'entreposage et retomber sur la collectivité environnante. Au Québec, seule l'usine vaudreuil d'alcan, située à Jonquière, procède à l'extraction de l'alumine de la bauxite. Alcan fournit ainsi de l'alumine à ses autres usines alors que les autres firmes importent l'alumine de divers pays, où elle a été préalablement extraite de la bauxite, bien que certaines l'achètent d'Alcan. À Jonquière, quelque 600 000 tonnes de boues rouges sont générées annuellement; elle est épaissie puis empilée dans divers secteurs d'entreposage et recouvert de gypse.

L'alumine est transformée en aluminium dans ce qui est appelé le secteur électrolyse de l'usine. C'est la nécessité d'une importante source d'énergie électrique qui est à l'origine de l'implantation des alumineries au Québec, chaque tonne d'aluminium produite nécessitant entre 13 et 17 millions de watt/heure (avec un courant variant de 60 000 à 300 000 ampères).

L'alumine est introduite dans les cuves d'électrolyse dans lesquelles on ajoute divers additifs comme la cryolite (Na_2AlF_6) et le fluorure d'aluminium (AlF_3) afin, notamment, d'abaisser le point de fusion à 950 °C (plutôt que 2 400°C) le courant électrique passe d'une anode de carbone, une tige située au centre de la cuve, à la cathode constitué d'un revêtement de carbone tapissant l'intérieur de cette cuve en acier. À intervalle régulier, l'aluminium en fusion est siphonné et transféré vers le secteur de la fonderie.

Polluants atmosphériques

L'étape de la transformation de l'alumine en aluminium est la plus polluante car elle dégage de nombreux gaz et engendre la production de déchets dangereux. En absence d'additifs et si la réaction était complète, seul du CO_2 , un gaz à effet de serre, serait produit. On note cependant la production de monoxyde de carbone et d'hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), ces derniers provenant surtout de la consommation de l'anode de carbone et du recouvrement interne des cuves. Les vieilles alumineries utilisant d'anciens procédés d'électrolyse (par exemple le procédé soderberg à goujons horizontaux) produisent une importante quantité de HAP parmi lesquels on retrouve des composés cancérigènes comme le benzo(a)pyrène (B[a]P). Des études ont d'ailleurs démontré que l'on pouvant associer certains cas de cancer de la vessie, chez des travailleurs, à la présence de HAP dans l'air ambiant. L'installation de filtres et l'obligation, pour les employés qui manipulent les capots des cuves, de porter des équipements spéciaux réduisent considérablement les risques d'exposition.

L'électrolyse émet également des poussières et des particules en suspension ainsi que du bioxyde de soufre (SO_2) à cause de la présence de cet élément dans le coke utilisé pour la préparation des électrodes. Le SO_2 , parfois appelé anhydride sulfureux, est un polluant atmosphérique majeur qui participe à la formation des précipitations acides ainsi

qu'à celle du smog acide. Ce gaz, qui est presque complètement absorbé entre le nez et le pharynx, est assez irritant pour les voies respiratoires. Le SO_2 s'avère aussi être assez agressif envers les plantes, des concentrations de l'ordre de 0,03 ppm provoquant des lésions aiguës sur les feuilles.

Enfin, on doit mentionner l'émission de fluorures gazeux qui proviennent des additifs fluorés ajoutés dans les cuves. Le fluor est un gaz extrêmement toxique qui est très réactif, s'attaquant à presque tous les autres éléments à l'exception de l'oxygène et de l'azote. Au Québec, les alumineries constituent la principale source de fluorures dans l'air. Les végétaux sont très sensibles à la présence de fluorures atmosphériques et ils servent souvent d'indicateurs. Chez les mammifères, le fluor absorbé est retenu dans les tissus dentaires et osseux, pouvant provoquer une ostéoporose des os et une fluorose dentaire se traduisant notamment par une pigmentation brun-orangé des dents. Dans les années 1940, certains animaux de ferme qui fréquentaient régulièrement les pâturages entourant les alumineries avaient de tels problèmes.

Déchets dangereux

Tel que mentionné précédemment, le recouvrement interne des cuves d'électrolyse est constitué de briques, contenant notamment de l'antracite et divers matériaux réfractaires, appelées brasques; rappelons que cet assemblage constitue en fait la cathode. Au fil du temps, ces brasques vieillissent et doivent être enlevées. Bien qu'elles soient surtout composées de carbone, elles sont imprégnées de cryolite et de fluorure d'aluminium ainsi que de cyanure formé durant l'électrolyse. Les vieilles brasques sont donc considérées comme un déchet dangereux parce qu'elles contiennent des éléments toxiques, mais aussi parce qu'au contact de l'eau, d'acides ou d'alcalis, ou à température élevée, elles peuvent engendrer des gaz toxiques ou explosifs comme le fluorure d'hydrogène ou le cyanure d'hydrogène. Les vieilles brasques sont actuellement entreposées sécuritairement avant de trouver un moyen de les valoriser ou de les décontaminer.

Pollution de l'eau

Il faut aussi noter que plusieurs des substances polluantes rejetées dans l'atmosphère sont également présentes dans l'eau; c'est le cas des fluorures et des HAP. Dans l'eau usée d'une aluminerie on peut également trouver des matières en suspension, des huiles et des graisses provenant de diverses machineries. Le problème est plus visible dans les vieilles alumineries, les plus récentes constituant des modèles en matière de rejets liquides. La modification des procédés de production et la présence de systèmes de traitement des eaux usées font en sorte que les rejets sont maintenant limités et peu polluants. Certaines usines se caractérisent même par l'absence de rejets liquides à l'exception des eaux sanitaires.

Précisons que certaines alumineries possèdent un secteur appelé 'carbone' dans lequel on produit notamment les anodes qui sont suspendues dans les cuves d'électrolyse. Puisque ces anodes se consomment elles doivent être périodiquement remplacées,

habituellement à tous les 20-30 jours. Anciennement, les anodes cuisaient dans la cuve d'électrolyse, le coke et le brai se transformant en graphite. Les usines modernes produisent des anodes pré-cuites dans le secteur carbone. La production de ces anodes engendre habituellement des polluants comme les HAP qui résultent du chauffage de composés carbonés.

Mentionnons, en conclusion, que la production d'aluminium de seconde fusion, obtenue à partir de rebuts recyclés, permet d'économiser jusqu'à 95% de l'énergie utilisée dans la première fusion tout en diminuant grandement la présence de polluants puisque l'électrolyse (transformation de l'alumine en aluminium) devient alors une étape inutile.

Secteur : industrie;
Activité: production d'aluminium¹⁶

Agresseur/ Exposition	Nature de l'agresseur	Impact environnement	Zone d'influence	Mesures de contrôle	Normes ou recommandations
Sinistre technologique	Incendies, explo- sions, fuites, inondations	gaz et liquides toxiques; destruction	site, périmètre et voisinage	recouvrement, confinement, captage	Csa z731-95 Planification des mesures d'urgence pour l'industrie
Émissions gazeuses ou atmosphériques	- fluorures	- dépérissement végétation + décalcification mammifères	- site, périmè- tre, voisinage	-épurateurs, nouvelles technologies, zones tampons	-2,5 µg/m ³ (24h), (milieu de travail)
	- SO ₂	- lésions aiguës et chroniques à la végétation	- régionale (jusqu'à 100 km)	- épurateurs, combustible sans soufre	- 0,5ppm (1h) et 11ppm (24h) (Q-2 règ qualité atmosphère)
	- CO ₂	- effet de serre	- planétaire	- réduire carbu- rants fossiles	- aucune
	- HAP (anodes)	- aucun	- site et voisinage	- captage	- 0,2 µg/m ³ (8h) HAP totaux (cum ¹⁴)
Émissions liquides ou dans l'eau	- aluminium	- toxicité pour ichtyofaune et insectes aquatiques	Pour l'ensemble des polluants: cours d'eau récepteur	Pour l'ensemble des polluants dans l'eau: captage et traitement	- 0,2 mg/l (critère Mef prise eau brute -1.0 mg/kg/j (oms)
	- fluorures	- bioaccumula- tion dans orga- nismes aquat			- 1,5 mg/l (règ. Eau potable, mef) 60µg/kg/j (epa)
	- matières en suspension et dissoutes	- insalubrité, réduction visibilité			- 0,5 g/l (critère Environ. Canada, eau brute)
	- huiles et graisses	- insalubrité			- aucun critère
	- HAP (prove- nant de l'at- mosphère)	- effets néopla- siques et géno- toxiques			- 2,8 x 10 ⁻⁶ mg/l (Mef eau brute) 1/7.3 mg/kg/jr (es- timation risque, du b[a]p, epa)
Émissions solides ou dans les sols	-brasques usées	- grande toxicité	-site	- confinement sécuritaire	- q-2, règl. sur les déchets dangereux - q-2, règl. sur les déchets solides
	- scories, gre- nailles...	- insalubrité	- site	- récupération, recyclage	
	- déchets domestiques	- insalubrité	- site	- élimination, recyclage	
Nuisances	- bruit (sources fixes et mobiles)		- site et périmètre	-talus accoust. -zone-tampon	L _{eq} 45db (nuit)
Impacts indirects ou autre exposition					

¹⁶ Impacts évalués dans le contexte actuel qui exclu les anciennes technologies polluantes (ex.: anodes de type Soderberg à goujons horizontaux). L'analyse inclut la production d'anode, secteur que l'on ne retrouve cependant pas dans toutes les alumineries, mais exclut la production d'alumine à partir de la bauxite, procédé normalement effectué à l'extérieur du Québec.

Agresseur/ Exposition	Effet sur la santé	Population à risque	Probabilité de survenue	Indicateurs, suivi	Informations/ références
Sinistre technologique	irritations respira. asphyxie, trauma- tismes, décès	travailleurs et voisinage immé- diat	très rare	rapports morbidité/ mortalité Banques de don- Nées du mef???	
Émissions gazeuses ou atmosphériques	- irritations yeux, peau fluorose dentaire, ostéo- arthrite	travailleurs	-rare - très rare	- fluorures dans l'air ambiant	- BAPE (1997) - cce (1986) BAPE (1997) règ. sur la qualité de l'atmosphère (qc) - Jacques (1992) - environnement Canada (1994)
	- irritations des muqueuses respiratoires	aucune aux con- centrationsémises	- N.A..	So ² dans l'air ambiant	
	- changements climatiques	- planétaire	- fréquent	concentration du Co ₂ atmosphérique	
	- cancers (surtout poumons, vessie)	- travailleurs et voisinage	- très rare	- concentration B[a]p et autres HAP dans air ambiant	
Émissions liquides ou dans l'eau	- problèmes neurologiques	Consommateurs d'eau du cours récepteur	- inconnue	- concentration al dans eau	BAPE (1997) Lalonde (1991) Env. Canada; Recommandations pour la qualité des eaux et MEF; critères de qualité de l'eau - environnement Canada (1994)
	probablement nuls aux concentrations notées	- N.A..	- N.A..	- concentration fluorures dans eau	
	- insalubrité	- aucune	- N.A..	- aspect visuel ou dosage mes dans l'eau	
	- insalubrité	- aucune	- N.A..	- aspect visuel ou dosage huiles/grasses dans eau	
	- cancers	-consommateurs d'eau ou organismes aquatiques	- inconnue	- concentration de divers HAP dans l'eau et la faune	
Émissions solides ou dans les sols	- grande toxicité,	- travailleurs	- rare à occasionnel	- rapports sur accidents résultant d'incidents	Fiche de données de sécurité alcan sur brasques usées (# a0026)
	irritation peau et voies respiratoires	- travailleurs	-???		
	-??? - insalubrité				
Nuisances	qualité du sommeil stress	voisinage	occasionnel	plaintes/perception	

Impacts indirects ou autre exposition					
---------------------------------------	--	--	--	--	--

Sources

Alcan (1994) Précis Alcan. Société d'Électrolyse et de Chimie Alcan Ltée, Montréal, 20p.

AIAQ (1993) L'industrie de l'aluminium. Association de l'industrie de l'aluminium du Québec, Montréal, 12p.

BAPE (1997) Projet de construction d'une usine d'électrolyse à Alma, par Alcan Aluminium Ltée. Bureau d'audiences publiques sur l'environnement (Gouvernement du Québec), rapport n° 120, 180p.

Capano, M (1996) Rapport environnement. Société d'électrolyse et de Chimie Alcan Ltée, Montréal, 15p.

Chevalier, P. (1995) Gestion de l'environnement en milieux urbain et industriel. Presses de l'Université du Québec, 577p.

Fabri-Forget, M (1993) Rejets de HAP à l'environnement au Canada. Document de support N° 1 pour le rapport d'évaluation nationale des HAP, environnement Canada, pagination multiple.

Jacques, A.P. (1992) Estimation des émissions de gaz provoquant l'effet de serre au Canada en 1990. Ministère de l'environnement, Gouvernement du Canada, 80p.

Lalonde (1991) L'aluminerie Laterrière et la protection du milieu aquatique : vers une intégration harmonieuse. Sciences et techniques de l'eau, mai : 145-150.

MEF (1993) Bilan de l'environnement au Québec. Ministère de l'Environnement et de la Faune, Gouvernement du Québec, Éditions Guérin (Montréal), 560p.

Sala, J.-M. (1992) Sécal; dix ans de progrès sur la voie du développement durable. Quatrième colloque de formation en santé environnementale, octobre 1992 (Québec), 8p. + annexes (document actualisé en 1993)

UNEP(1986) Guidelines for Environmental Management of Aluminium Smelters. UNEP-Industry & Environment Guidelines Series, United Nations Environment Programme, 42p.

Autres sources

Fiches techniques produites par l'Association de l'industrie de l'Aluminium du Québec : 'l'aluminium au Québec', « l'aluminium centenaire », « l'aluminium : sa production et sa transformation », « l'aluminium recyclable »

Fiches et documents techniques produits par Alcan : « métallurgie de l'aluminium », « Alcan au Québec », « communication présentée au 9^{ème} Congrès mondial sur l'air pur (1991), 12p. », « le procédé Bayer ».

Site internet sur le procédé d'obtention de l'aluminium et la production mondiale:

www.sfc.fr/Vignes/vig3_al.htm#Alumine

Production de pâtes à papier

Perspective canadienne

En 1994, on comptait 668 établissements de production de pâte, de papier ou de produits connexes. Ces entreprises ont contribué à la balance commerciale du pays puisque 5,5 milliards \$ de papier journal ont été exportés (représentant 53% du commerce mondial) alors que la vente de pâte rapportait 6,7 milliards \$ (34% du commerce mondial).

Production au Québec

La production de pâtes à papier, et de papier comme tel, est une activité économique importante au Québec. En 1995, avec un peu plus de 60 usines, la valeur des livraisons de cette représentait 11,6% de l'activité manufacturière de la province¹⁷. Le nombre d'emplois directs dans les usines de pâtes et papiers était de 21 200, auxquels on peut ajouter 10 600 emplois indirects, dans les secteurs connexes de cette industrie.

¹⁷ Ne pas confondre activité manufacturière et produit intérieur brut (PIB) utilisé dans la description d'autres types d'activités.

Technologies employées

Tel que précisé plus loin dans ce texte, la production de pâtes à papier peut se faire selon deux grandes approches technologiques. Au Québec, la plus grande partie des pâtes produites est dite mécanique (66% du total en 1995, avec 4,8 millions de tonnes), le reste étant des pâtes chimiques. La plus grande partie des pâtes mécaniques sont utilisées pour fabriquer le papier journal, le Québec ayant produit 11,8% du total mondial de ce type de papier (en 1995) et 42,5% de la production canadienne. Il faut noter qu'ailleurs au Canada, ainsi qu'aux États-Unis, on produit des pâtes chimiques dans une proportion des 2/3, soit l'inverse de ce qui se fait au Québec. Cette situation doit être notée dans une optique environnementale et de santé publique, puisque la production de pâtes chimiques engendre des substances plus toxiques et des nuisances plus gênantes.

Le papier, fabriqué pour la première fois sous la forme qu'on lui connaît aujourd'hui il y a 2 000 ans (en Chine), est en fait une feuille résultant l'enchevêtrement de fibres. On peut fabriquer du papier avec diverses matières premières, notamment du coton, mais le bois est utilisé dans la presque totalité des usines. Dans ce dernier cas, ce sont les molécules de cellulose qui sont utilisées pour fabriquer la feuille de papier. Les technologies employées pour produire le papier visent toutes le même but, soit défibrer le bois afin d'obtenir une pâte tout en éliminant les molécules de lignine qui sont indésirables.

Il y a deux grandes technologies de défibrage du bois, soit le procédé mécanique et le procédé chimique. Le procédé mécanique (à la meule) est le plus ancien; il permet d'obtenir des rendements élevés, produit peu de déchets, mais il génère des fibres endommagées qui sont peu résistantes. Afin d'obtenir un papier plus résistant, on utilise maintenant des variantes de la technologie de base, qui sont les procédés thermomécaniques et chimicothermomécaniques. Quant aux procédés de production chimique, il se divise en deux principales méthodes : le procédé au bisulfite (acide) et le procédé au sulfate, ou kraft (alcalin). Avec le procédé au bisulfite, les fibres de bois sont traitées par sulfonation à l'aide d'une solution d'anhydride sulfureux et d'oxydes alcalins. Quant au procédé kraft, il requiert l'emploi d'une solution caustique d'hydroxyde de sodium et de sulfure de sodium.

Pollution inhérente aux procédés chimiques

Il importe ici de bien saisir les conséquences environnementales propres aux procédés chimiques. Premièrement, l'emploi de réactifs à base de soufre engendre l'émission de composés soufrés très malodorants. Les pires odeurs nauséabondes produites par l'industrie des pâtes et papiers sont généralement émises par les usines de pâte Kraft. Deuxièmement, les deux procédés chimiques produisent une pâte relativement foncée qui doit être blanchie. Les agents de blanchiment habituellement utilisés avec la pâte Kraft, ou au bisulfite, sont à

base de chlore (chlore gazeux, bioxyde de chlore ou hypochlorite) qui, en réagissant avec la matière organique, produisent notamment des dioxines, des chlorophénols et des acides résineux chlorés désignés collectivement sous le vocable d'halogénures organiques absorbables (AOX). En ce qui concerne les pâtes mécaniques, on utilise habituellement un agent de blanchiment moins agressif comme le peroxyde d'hydrogène.

Polluants atmosphériques

Les principaux problèmes de pollution atmosphérique causés par l'industrie des pâtes et papiers résultent de l'utilisation des procédés mécaniques ainsi que de l'emploi des appareils de combustion requis pour le chauffage des fibres de bois et de la pâte; la présence de ces appareils est commune aux deux grands types de procédés, mécaniques et chimiques. Ce secteur industriel est donc à l'origine de l'émission de particules en suspension et de polluants spécifiques à la combustion de combustibles fossiles : monoxyde de carbone (CO), bioxyde de carbone (CO₂), bioxyde de soufre (SO₂) et oxydes d'azote (NO_x). Précisons que ce secteur industriel émet beaucoup d'oxydes d'azote (NO_x), gaz à l'origine de la formation des précipitations acides et du smog photochimique (mettant en cause l'ozone troposphérique). Les fabriques de pâte à papier émettent également une forte quantité de CO₂, un gaz à effet de serre. Les usines qui utilisent un procédé chimique émettent divers oxydes de soufre (SO_x), dont le SO₂, et plusieurs composés malodorants comme l'hydrogène sulfuré (H₂S) et des mercaptants. Rappelons que le SO₂, parfois appelé anhydride sulfureux, est un polluant atmosphérique majeur qui participe à la formation des précipitations acides ainsi qu'à celle du smog acide. Ce gaz, qui est presque complètement absorbé entre le nez et le pharynx, est assez irritant pour les voies respiratoires. Le SO₂ s'avère aussi être assez agressif envers les plantes, des concentrations de l'ordre de 0,03 ppm provoquant des lésions aiguës sur les feuilles.

Polluants en milieu aquatique

La nature des rejets aquatiques dépend du type de procédé utilisé, mais l'ensemble des usines est susceptible de déverser les polluants suivants :

- des matières en suspension (MES) diverses telles que les fibres et les écorces;
- des matières organiques qui accroissent la demande biochimique en oxygène (DBO);
- des composés inorganiques divers (surtout l'aluminium, le manganèse et le zinc);
- des hydrocarbures provenant de la lubrification des machines;
- des acides gras et résineux ainsi que des composés phénoliques.

Dans le cas des usines utilisant un procédé de pâte mécanique, ce sont surtout les acides résineux, des fibres cellulosiques et des résidus de tamisage de la pâte qui sont rejetés avec les effluents. Quant à la fabrication du papier comme telle, à partir de la pâte, elle peut engendrer le rejet de fongicides et d'additifs servant à fabriquer les divers types de papiers, surtout des produits de couchage (kaolin, cires, solvants, latex, résines) et des adhésifs (colles de farine, de poisson, d'amidon, etc.). Si la fabrique de pâte comprend des installations de recyclage du vieux papier, les produits de couchage et les adhésifs se retrouveront dans les effluents avec les encres d'imprimerie utilisées pour l'impression des journaux, les encres typographiques et offset, les encres flexographiques, les encres pour rotogravures et les toners xérogaphiques (pour les photocopieurs). Les produits de couchage ont pour objet d'améliorer la texture du papier en lui donnant un fini plus uniforme, plus lisse ou plus lustré ou glacé. Les produits les plus employés sont constitué de kaolin (une forme d'argile), de cires, de solvants, de latex ou de diverses résines. Certains sont d'origine naturelle, tel le kaolin, alors que d'autres sont purement synthétiques. Tous les papiers couchés ne sont pas recyclables; ceux traités au kaolin ne pose aucun problème alors que ceux qui sont traités avec des plastifiants sont considérés comme non recyclables. Les adhésifs peuvent être d'origine animale (colle de poisson, caséine), végétale (farine, amidon) ou faits de résines synthétiques (comme l'acétate de polyvinyle). Les adhésifs synthétiques sont difficiles à enlever car ils sont souvent insolubles dans l'eau et ils forment des taches sur le papier recyclé. En ce qui concerne les encres, celles pour journal sont à base d'huile minérale alors que les encres offset sont faites de vernis solubilisé dans une huile végétale (lin ou soya). Les encres flexographiques sont habituellement faites de fines particules de carbone encapsulées dans un polymère soluble dans l'eau. Ces particules, très petites, sont difficiles à éliminer lors du désencrage, ce qui entraîne une réduction significative de la blancheur de la pâte. Enfin, les toners xérogaphiques utilisés par les photocopieurs sont des encres presque impossibles à éliminer.

Acides résineux

Les acides résineux (principalement les acides pimarique et déhydroabiétique) ainsi que les acides gras (principalement oléique, linoléique et linolénique) sont naturellement présents dans le bois. Diverses études montrent que, dans les effluents, les concentrations de ces acides dépassent fréquemment le seuil de mortalité pour les organismes aquatiques. On a mis en évidence une concentration moyenne de 6,9 mg/L d'acides résineux dans les effluents de papeteries québécoises, alors qu'elle ne devrait pas dépasser 0,25 mg/L (à pH 7,0), le critère fixé par le MEF. Il faut toutefois préciser que cette concentration est celle de l'effluent brut; la dilution dans les eaux réceptrices entraînant une diminution considérable de cette concentration. Malgré cela, ces acides peuvent s'accumuler à des concentrations sublétales dans les tissus des poissons, des mollusques et des crustacés. Puisque certains de ces acides ont démontré une activité mutagène, il y a lieu de se préoccuper de leur

présence. Précisons finalement que les rejets des usines de pâte mécanique contiennent généralement plus d'acides résineux et gras.

Substances phénoliques

Les rejets en milieu aquatique contiennent également des substances phénoliques, comme les crésols, le catéchol, le guaïcol et quelques autres. La concentration de ces composés est plus élevée dans les bois résineux (sapins, épinettes, pins). Bien qu'une certaine toxicité puisse être attribué à ces substances, ce sont surtout les formes chlorées qui provoquent une plus grande préoccupation; ces formes ne sont toutefois présentes que dans les effluents des usines utilisant un procédé de blanchiment au chlore.

Déchets solides

La masse de résidus solides de l'industrie des pâtes et papiers est constituée de ce que l'on appelle les déchets de fabrique qui comprennent notamment les écorces, les résidus de bois, les rebuts (de pâte, de papier ou de carton), les cendres provenant d'une installation de combustion, les boues provenant du traitement des eaux de procédé et les boues de désencrage. À la fin des années 1980, les quelques 60 fabriques québécoises de pâtes et papiers ont généré plus de 1,6 million de tonnes de déchets divers dont la plus grande partie était constituée des boues issues du traitement des effluents (39%), des écorces (31%) et de résidus de bois appelés éclisses (8%). Mentionnons que 50% des solides contenus dans les boues de désencrage est composé de kaolin, une substance utilisé pour le couchage du papier (voir plus haut). Cette substance inerte ne nuit pas à la valorisation des boues, mais il semble que la récupération de ce produit, en vue de sa réutilisation, serait souhaitable. Par ailleurs, la présence de résines et d'encres divers peut être responsable d'une certaine toxicité des boues dans une optique de valorisation.

On s'intéresse plus particulièrement aux boues provenant des systèmes de traitement. Les boues primaires proviennent de la décantation des effluents et on y retrouve surtout des substances et particules de dimensions macroscopiques. Les boues secondaires sont produites lors du traitement biologique des effluents. Ces boues contiennent habituellement plusieurs substances toxiques comme des métaux lourds, des phénols et des acides résineux s'ils n'ont pas été métabolisés par les micro-organismes présent dans le traitement secondaire. On sait que la plupart des métaux lourds sont relativement toxiques. Le mercure, le chrome, le plomb et le zinc sont parmi ceux-là, alors que le cadmium, l'arsenic le nickel et le chrome hexavalent sont cancérigènes. Finalement, les boues de désencrage peuvent

également contenir des substances toxiques, notamment des colles, des plastifiants et des encres.

La plus grande partie des boues sont enfouies dans des lieux destinés à cet usage. Au début des années 1990, on comptait une trentaine de sites d'enfouissement des déchets des fabriques de pâtes et de papiers. Une proportion limitée des boues (moins de 20%) sont utilisés dans les chaudières énergétiques des papetières avec les résidus de bois et d'écorces. Finalement, des expériences ont eu lieu pour une valorisation agricole et sylvicole des boues. Le contenu en certaines substances nutritives et leur rôle comme amendement organique des sols permet d'envisager cet utilisation. En milieu agricole cependant, les avantages pourraient être limités par la présence de métaux lourds susceptibles d'être absorbés par les plantes en croissance.

On peut conclure en précisant que l'installation de filtres, d'épurateurs, de système de traitement des eaux et la mise au point de procédés de valorisation des résidus solides permettent à l'industrie des pâtes et papiers d'être beaucoup moins polluante.

Secteur: industrie**Activité: production de pâte à papier thermomécanique¹⁸**

Agresseur/ Exposition	Nature de l'agresseur	Impact environnemen t	Zone d'influence	Mesures de contrôle	Normes ou recommandations
Sinistre technologique	incendie, explosion déversement chimiques	dépôts de fumée destruction contamination	site et périmètre	captage, confinement, recouvrement	Csa z731-95 Planification des mesures d'urgences pour l'industrie
Émissions gazeuses ou atmosphériques	- panache de vapeur	- visibilité réduite	- site	- éloignement des voies de circulation	- aucune
	- CO ₂	- effet de serre	- planétaire	- réduire utiliza- tion carburants fossiles	- aucune
	- nox	- concourent à formation ozone au sol et smog photochimique	- locale et régionale	- captage et trai- tement, ↑ effi- cacité énergé- tique	No ₂ : 0,2ppm (1h) et 0,1 ppm (24h) (Q-2, règ. qualité atmosphère)
	- particules	- insalubrité	- site et voisinage	- dépoussié- reur	- 150 µg/m ³ (24h) Q-2, règ. qual. air
Émissions liquides ou dans l'eau	- matières en suspension et dissoutes	- insalubrité, ré- duction visibilité	Pour l'ensem- ble des polluants: cours d'eau récepteurs	- décantation, traitement pri- maire	- 0,5 mg/l (critère Env. Canada, eau brute)
	- phénols	- toxicité (surtout salmonidés)		- traitement secondaire	- 2 µg/l (q-2 règ. sur eau potable,) 0,6 mg/kg/j (epa)
	- acides résineux	- grande toxicité		- traitement secondaire	- aucune
	- matière organique	- diminution de l'oxygène dis- sous aquatique		- traitement secondaire	- 3-7 mg/l (critère Mef, eau brute à subir un traitement de chloration)
Émissions solides ou dans les sols	-écorces, résidus de bois ou pâte	- insalubrité (dé- bris flottants, mousse)	- site et périmètre	- récupération, valorisation énergétique	Q-2, règ sur les fabriques de pâtes et papiers, section vi
	- matières orga- niques et inorga- niques de boues de décantation	- insalubrité, pollution du sol	- site ou lieu d'enfouisse- ment hors site	- enfouissement dans lieux clos	
Nuisances	Odeurs	insalubrité	site, périmètre et voisinage	zone-tampon captage et	Q-2, section x

¹⁸ Le procédé retenu est celui de la production de pâte thermomécanique avec blanchiment à l'hydrosulfite de sodium, un procédé courant au Québec.

				traitement	
Impacts indirects ou autre exposi	déévaluation, dévalorisation	valeur économique	périmètre et voisinage	compensation communication	Q-2, section iv

Agresseur/ Exposition	Effet sur la santé	Population à Risque	Probabilité de survenue	Indicateur biologique/ environnement (suivi)	Informations/ références
Sinistre technologique	irritations respiratoires, traumatismes décès	travailleurs et voisinage	très rare	rappports morbidité/mortalité	
Émissions gazeuses ou atmosphériques	- aucune	- aucune	- N.A..	- N.A..	Mef (1993)
	- changements climatiques	- planétaire	- fréquente	- concentration atmosphérique de CO ₂	
	- altération fonctions respiratoires	- résidants des milieux urbains et péri-urbains	- rare à occasionnel (surtout en été)	- concentration atmosphérique de NO _x , relevés épidémiologiques des affections pulmo	
	- irritation voies respiratoires	- voisinage (asthmatiques)	- rare	- surveillance épidémiologique, dosage	
Émissions liquides ou dans l'eau	- insalubrité	- utilisateurs de l'eau (baignade, canotage, pêche)	- occasionnel à fréquent	- aspect visuel du cours d'eau et mesure Mes	- mef (1993) - lavallée, rouisse et Paradis (1992) - envirobec (1992)
	- mauvais goût de l'eau ou des organismes aquatiques	- consommateurs eau provenant du cours eau pollué	- inconnue	- dosage phénols dans eau de consommation	
	- inconnus	- inconnue	- inconnue	- dosage acides résineux	
	- insalubrité + formation possibles trihalométhanes avec eau traitée au chlore	- consommateurs eau traitée au cl et provenant du milieu pollué	- rare à occasionnel	- dbo + dosage trihalométhanes dans eau de consommation	
Émissions solides ou dans les sols	- insalubrité (détritus sur le sol), risque de blessures	- travailleurs et voisinage	- inconnue	- plaintes, aspects visuels	Q-2, règlement sur les fabriques de pâtes et papiers (r.12 et r.12.1)
	- insalubrité (présence de	- travailleurs et	- inconnue	- plaintes, aspects	

	vermine, insectes, oiseaux)	voisins lieux d'enfouissement		visuels, inspection lieux d'enfouissement	
Nuisances	qualité de vie	voisinage et communauté sous le vent	rare à fréquent	plaintes, études de perception	
Impacts indirects ou autre exposi	rôle d'évaluation	voisinage et communauté	rare à occasionnel	rôle d'évaluation études de perception	

Sources

ACPP (1995) Revue annuelle 1995. Association canadienne des pâtes et papiers (Montréal), 20p.

AIFQ (1993) L'industrie des pâtes et papiers du Québec. Association des industries forestières du Québec, 12p.

AIFQ (1996) L'industrie des pâtes et papiers, coup d'œil 1995. Association des industries forestières du Québec (Québec), dépliant.

Canada (1996) L'état des forêts au Canada, 1995-1996. Service canadien des forêts, Ministère des Ressources naturelles, Gouvernement du Canada 112p.

Chevalier, P. (1995) Gestion de l'environnement en milieux urbain et industriel. Presses de l'Université du Québec, 577p.

ENVIROBEC (1992) Étude sur les normes d'effluents basées sur la technologies pour le secteur des pâtes et papiers; fabrication de pâte mécanique de meule. Document préparé pour le ministère de l'Environnement et de la Faune, Gouvernement du Québec, 38p.

Environnement Canada (1991) Effluents des usines de pâte blanchies. Liste des substances d'intérêt prioritaire, rapport d'évaluation no. 2, Environnement Canada, Gouvernement du Canada, 68p.

Lavallée, H.C., L. Rouisse et R. Paradis (1992) Caractérisation des effluents des usines de pâtes et papiers du Québec localisées sur le fleuve. Science et techniques de l'eau (novembre 1992) : 501-510.

McCubbin, N. (1983) Techniques de base de l'industrie des pâtes et papiers, et ses pratiques de protection environnementale. Guide de formation SPE 6-EP-83-1F, Environnement Canada (Gouvernement du Canada), 224p.

MEF (1993) Bilan de l'environnement au Québec. Ministère de l'Environnement et de la Faune, Gouvernement du Québec, Éditions Guérin (Montréal), 560p.

Parent, B (1996) Ressources et industrie forestières; portrait statistique, édition 1996. Ministère des Ressources naturelles, 142p.

Smook, G.A. (1989) Manuel du technicien et de la technicienne en pâtes et papiers. Collège de Trois-Rivières (Québec), 465p.