

ANALYSE PHYSICO-CHIMIQUE
DE LA RIVIÈRE BOURLAMAQUE
ET DE SES AFFLUENTS
(SECTEURS MANITOU ET EAST-SULLIVAN)

PAR
RENÉE MARTIAL
ET
EDITH VAN DE WALLE
BIOLOGISTES

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT DU QUÉBEC
DIRECTION RÉGIONALE DE L'ABITIBI-
TÉMISCAMINGUE ET DU NORD-DU-QUÉBEC

AOUT 1990

Mise à jour juin 1992

TABLE DES MATIÈRES

	i)
INTRODUCTION.....	1
I. Analyse de la qualité des eaux.....	1
1.1 Concentrations dans les principaux affluents.....	1
1.1.1 Ruisseaux témoins.....	1
1.1.2 Ruisseau Manitou.....	5
1.1.3 Site East-Sullivan.....	5
1.2 Concentrations dans la rivière Bourlamaque.....	6
1.3 Analyse des charges.....	7
II. Analyse des sédiments.....	12
2.1 Principal affluents.....	12
2.1.1 Ruisseau témoin.....	12
2.1.2 Ruisseau Manitou.....	12
2.1.3 Ruisseau du site minier East-Sullivan.....	16
2.2 Rivière Bourlamaque.....	16
CONCLUSION.....	17

RÉFÉRENCES

FIGURE ET TABLEAUX

ii)

Figure 1	Localisation des stations d'échantillonnage.....	2
Tableau 1	Bases d'interprétation des analyses chimiques.....	3
Tableau 2	Caractéristiques chimiques de la rivière Bourlamaque et de ses affluents.....	4
Tableau 3	Bioessais à la brèche no 1.....	6
Tableau 4	Charges de différents paramètres dans la rivière Bourlamaque et de ses affluents.....	8
Tableau 5	Contribution relative des affluents de la rivière Bourlamaque	11
Tableau 6	Critères d'interprétation des analyses chimiques des sédiments	13
Tableau 7	Caractéristiques chimiques des sédiments de la rivière Bourlamaque et de ses affluents.....	14
Tableau 8	Caractéristiques chimiques de sédiments de la rivière Bourlamaque et de ses effluents 1985 et 1987.....	15

LISTE DES PARTICIPANTS

VAN DE WALLE Edith Spécialiste en sciences physiques
Coordonnatrice, interprétation qualité des sédiments

MARTIAL Renée Biologiste
Interprétation qualité de l'eau

MARIER Normand Technicien en eau et assainissement
Prélèvements

BLANCHETTE Nicole Technicienne en eau et assainissement
Prélèvements

DUBÉ Maurice Technicien en eau et assainissement
Mesures de débit

LOISELLE Renée Spécialiste en sciences physiques
Tableau des résultats

DUVAL Diane Secrétaire
Dactylographie

INTRODUCTION

La Direction régionale du MENVIQ a effectué, du 11 au 13 octobre 1989, une campagne de caractérisation des eaux et des sédiments de la rivière Bourlamaque et de ses principaux affluents, dans le secteur des parcs à résidus miniers East-Sullivan et Manitou. Les prélèvements pour l'analyse des coliformes à ES-12 et B-1 ont été effectués le 31 octobre 1989. La première partie du présent document fournit les résultats d'analyses des eaux; les données obtenues pour les sédiments font l'objet d'une analyse dans la seconde partie.

La localisation des stations d'échantillonnage est indiquée sur la figure 1 extraite du rapport-synthèse sur la caractérisation et la recherche au parc à résidus miniers East-Sullivan (Ministère de l'Environnement du Québec). Une nouvelle station-témoin (ES-0) a été ajoutée sur la rivière Bourlamaque et des prélèvements ont également été effectués dans le ruisseau nord (ES-19), dans la brèche no 1 (B-1) et dans un petit ruisseau non prévu lors de l'élaboration du projet (NR). La brèche no 4 était asséchée au moment de l'étude. Il est à noter que tous les prélèvements d'eau ont été effectués près de la surface.

I. ANALYSE DE LA QUALITÉ DES EAUX

1.1 Concentration dans les principaux affluents

On retrouve au tableau 1 les valeurs de références utilisées pour l'interprétation des résultats d'analyses. Le tableau 2 indique les concentrations obtenues pour les différents paramètres. A moins d'indication contraire, les concentrations sont exprimées en mg/l; N.D. ou un signe négatif indique des valeurs inférieures aux limites de détection. Afin de faciliter l'interprétation des résultats, les valeurs excédant les critères appropriés ont été soulignées. Ainsi, le ruisseau Manitou et ceux du site East-Sullivan ont été comparés aux normes de la directive 019 alors que la rivière et les ruisseaux témoins sont interprétés d'après les critères pour la protection de la vie aquatique.

1.1.1 Ruisseaux témoins

Le ruisseau Sabourin (ES-5) était considéré par Planigram comme point de base pour évaluer le bruit de fond régional des eaux de surface. La couleur et la demande chimique en oxygène y sont élevées, alors que, tout comme en 1987, on remarque des concentrations en aluminium, en fer et en calcium légèrement plus élevées que les critères de qualité pour la vie aquatique, de même qu'un pH légèrement acide et une faible alcalinité. Le petit ruisseau non répertorié (station NR) présente des valeurs comparables.

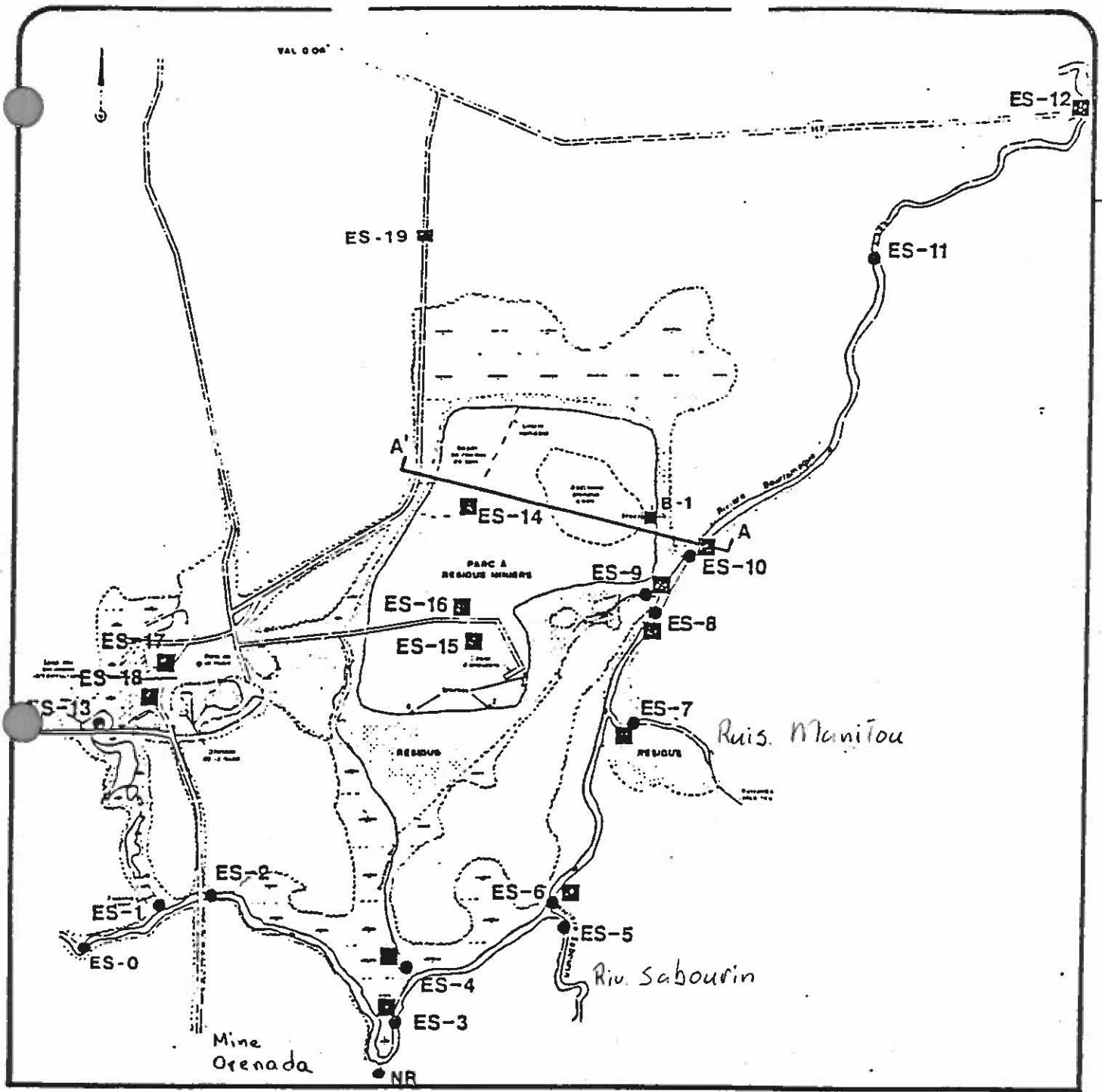


Figure 1
EMPLACEMENT DES STATIONS D'ÉCHANTILLONNAGE

LÉGENDE

- Station d'échantillonnage d'eau
- Station d'échantillonnage de sol de surface
- Emplacement de la coupe topographique A-A'

ÉCHELLE 1 : 25 000



Source : Le Groupe Conseil Plantigram
Étude de caractérisation du parc à résidus miniers East-Sullivan, Septembre 1987

Tableau 1 - Bases d'interprétation des analyses chimiques

	Effluent minier (1)	Vie aquatique	Eau potable	Plein usage (8)
A:pH	6.5 - 9.5	6.5 - 9.0 (2)	6.5 - 8.5	6.5 - 9.0
Alcalinité		20 (8)	30-500	75
Dureté			180	160
Cond.(umhos)		500 (8)		500
M.E.S.	25	75 (8)		25
B:Sulfates		120 (8)	500 (4,5)	120
C:As	0.5	0.05 (2)	0.05(4), 0.01(5)	0.01
Fe	3.0	0.3 (2,3)	0.3 (5)	0.3
Cu	0.3	0.002-0.004(2), 0.05(3)	1.0 (5)	0.005
Ni	0.5	0.025-0.150(2), 0.025(3)		0.025
Pb	0.2	0.001-0.007(2), 0.03(3)	0.05 (4,5)	0.025
Zn	0.5	0.03 (2,3)	5.0 (5)	0.03
D:Cd		0.0002-0.0018(2); 0.0002(3)	0.005(4), 0.01(5)	0.0002-0.004
Hg		0.0001 (2)	0.001 (4)	0.0002
Al		0.005-0.1(2), 0.1(3)		0.1
E:Ca		0.05 (8)	200 (5)	0.05
Mg			150 (5)	150
Mn		0.02 (3); 0.05 (8)	0.05 (5)	0.05
F:Couleur (U.C.V.)		15-75 (8)	15	15
Phénols tot.		0.001 (2)	0.002 (4)	0.0001
NO ₂ -NO ₃		0.06(2), 0.28(8)	10 (4,5)	0.28
NH ₄		1.37-2.2 (2)	0.5 (5)	0.02
P tot.			0.065 (6)	
Tannins-lignine Nt kjel				
Acides gras				
Acides résiniques		0.007 (7)		
G:DBO ₅		3-6 (8)		3
DCO		2 (9); 11 (8)		11
I:CN tot.	1.5		0.2(4), 0.01(5)	0.005
CN dis.	.1	0.005 (2)		
K:Coli.fécaux			0 (4)	90% < 200
Coli.totaux			10 (4)	1000

Sauf indication contraire, les concentrations sont données en mg/L.

Références

- (1) Normes des eaux de mines avant leur rejet dans le milieu récepteur (Directive 019 du MENVIQ).
- (2) Recommandations pour la protection de la vie aquatique d'eau douce (C.C.M.R.E.1989).
- (3) McNeely et al., 1980, Références sur la qualité des eaux, Environnement-Canada.
- (4) Concentration maximale permise pour l'eau potable (R.R.Q., c.Q-2, r.4.1).
- (5) Concentration maximale permise pour l'eau embouteillée (R.R.Q., c.Q-2, r.5).
- (6) Projet de directive no 002 sur l'eau potable - MENVIQ.
- (7) Recueil D.Q.M.A., MENVIQ, 1988
- (8) MENVIO. B.E.S.T., Projet Région Rouyn-Noranda, rapport E-2, 1979.

naissance: 3-6-8-11

Caractéristiques chimiques de la rivière Bourlamaque et de ses affluents

	0	1	2	4	5	7	9	10	12	19	B-1	B-1	NR
	Témoin	Ruisseau Ouest	Rivière (Témoin)	Ruisseau Sud	Ruisseau Sabourin	Ruisseau Manitou	Ruisseau Est	Rivière	Rivière (pont)	Ruisseau Nord			
Alcalinité	5.6	4.3	5.5	2.6	6.4	3.1	2.6	3.7	4.1	2.8	4.5	4.2	5.3
Dureté	3	-1	4	-1	6	-1	-1	-1	-1	-1	-1		3
Température (umhos)	14	57	14	1720	13	328	3220	76	50	164	2300		20
pH	23	123	25	3000	35	920	4200	230	140	710	3400	3500	42
S.M.S.	2	12	2	3	4	27	2	9	2	27	117	2330	1
Chlorures	3.5	47.2	5.1	1300	5.5	300	2500	75	43	230	1800		6
As	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	0.015	-0.001	0.002	-0.001	-0.001	0.003	0.007	-0.001
	0.95	2.79	0.98	196	0.62	44	200	9.01	5	17	370	220	0.76
Ni	0.014	0.48	0.027	2.32	-0.005	0.42	4.71	0.1	0.05	0.1	3.41	8.7	-0.005
PB	-0.01	0.01	-0.01	0.21	-0.01	0.04	0.34	-0.01	-0.01	0.05	0.34	0.53	-0.01
	-0.015	0.017	-0.015	-0.02	-0.015	0.161	-0.1	-0.015	-0.015	-0.015	0.05	-0.02	-0.015
	0.02	3.16	0.05	23	-0.01	7.37	23	0.98	0.75	1.38	15.6	30	-0.01
Cd	-0.002	0.11	-0.002	-0.01	-0.002	0.007	-0.01	-0.002	-0.0002	-0.002	0.01		-0.002
	0.0001		-0.0001	-0.0001	-0.0001	-0.0001	-0.0001	-0.0001	-0.0001	-0.0001	-0.0001		-
AL	0.51	1.43	0.5	62	0.19	6.08	171	2.08	1.13	6.04	63		0.49
Mn	2.4	12.3	2.5	167	4.4	27	280	8.4	6.4	17.4	260		4.4
	0.8	2	0.8	135	0.8	32	280	6.1	4.2	12.8	113		1.2
	0.05	0.24	0.06	8.91	0.04	2.51	12.9	0.42	0.31	1.1	12.3		0.05
Conductivité (U.C.V.)	120			750	85	72	590	19	52		420	1750	
Ammoniac tot.	0.002			-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.001	-0.001		6.2		
NO ₂ -NO ₃	0.02			0.14	0.05	0.03	10.1	0.02	0.03		1.05		
NO ₃	-0.02			4.7	0.02	0.25	1.8	0.09	0.1		97		
Phosphore tot. P.TOT.	0.01			-0.02	-0.02	-0.02	-0.2	-0.01	-0.01		1.6		
Carb. humiques-lignine	5			8	4	2.5	8	2	2.2		140		
Carb. kjel	0.39			6.1	0.8	0.8	3	0.32	0.01		134		
Carb. gras	0.0115								0.016		0.347		
Carb. résiniques	N.D.								N.D.		0.123	0.00164	
DBO ₅	0.8			1	1	4.4	2.3	0.8	1.2		1700	1700	
DCO	49			14	44	38	18	27	41		2500	2530	
Chlorure tot.	-0.003								0.025		0.65	-0.06	
Chlorure dis.	-0.003								-0.003		0.003	0.036	
Chlorure li. fécaux	1								10		0		
Chlorure li. totaux	54								300		0		
Conductivité (µS/cm)	1.085	0.0099	1.041	0.025	2.002	0.26	0.00249	3.786	3.495	0.00705	0.00098		

B-1: Résultats de l'échantillonnage du 01/05/89, fourni à titre indicatif

1.1.2 Ruisseau Manitou

Le ruisseau Manitou présente un pH acide et des dépassements des normes d'effluents miniers pour le fer, le cuivre et le zinc. L'alcalinité est nulle et, par le fait même, le pouvoir tampon est inexistant. En effet, l'alcalinité permet de neutraliser les apports acides de façon à réduire les variations de pH. La conductivité élevée indique une forte minéralisation de l'eau. Ce cours d'eau est peu susceptible de soutenir une vie aquatique.

1.1.3 Site East Sullivan

Pour ce qui est des divers effluents du site East Sullivan (ES-1, ES-4, ES-9, ES-19 et B-1), on constate un pH très acide et une alcalinité nulle et, par le fait même, de faibles quantités d'ions carbonates (CO_3^{--}) et bicarbonates (HCO_3^-). La dureté élevée serait donc ici de type non carbonatée et attribuable aux sulfates de calcium et de magnésium. La conductivité est élevée et les concentrations de fer, cuivre, et zinc excèdent les normes de la directive 019 sur les effluents miniers.

Quant aux paramètres organiques (groupes F et G), les stations ES-4 et ES-9 enregistrent des problèmes de couleur, de nitrates et nitrites et d'azote ammoniacal; la DCO y est élevée, quoiqu'inférieure à la concentration obtenue à la station-témoin ES-0. C'est à la brèche no 1, qui reçoit les eaux de ruissellement du secteur où les résidus ligneux et les boues septiques sont entassées, que l'on observe les concentrations les plus élevées de paramètres organiques. En effet, les phénols, composés azotés, phosphore, tannin-lignine, acides gras et résiniques, DBO₅ et DCO y sont présents à des concentrations excédant les critères de qualité des eaux. Aucun coliforme n'a toutefois été dénombré. Des bioessais ont été réalisés avec les eaux de la brèche no 1. Les résultats sont indiqués à la page suivante et révèlent une toxicité extrêmement élevée.

TABLEAU 3 - Bioessais à la brèche no 1

		1989-05-01	1989-10-12
Bioessais algues	CI ₅₀	--- % V/V	0.32 % V/V
	U.T.	---	310
Bioessais daphnies	CI ₅₀	0.96 % V/V	2.3 % V/V
	U.T.	100	43
Bioessais Microtox ^r	CI ₅₀ -5 min	0.91 % V/V	2.3 % V/V
	U.T. (5 min)	110	49
	CI ₅₀ -15 min	0.90 % V/V	2.2 % V/V
	U.T. (15 min)	110	46

En mai, l'analyste du laboratoire émettait les commentaires suivants: "Si un tel effluent était déversé dans le milieu, il aurait un effet néfaste sur l'écosystème". En octobre, il commentait: "Une telle toxicité est sans aucun doute susceptible de causer des dommages aux divers organismes vivants dans l'environnement".

1.2 Concentrations dans la rivière Bourlamaque

La station témoin ES-0 présente des caractéristiques comparables à celles notées à la section 1.1.1 pour les ruisseaux témoins: pH acide, faible alcalinité, couleur et DCO élevées, de même que concentrations de fer, manganèse, aluminium et calcium excédant les critères pour la vie aquatique. Les substances phénoliques y sont aussi présentes à une concentration susceptible de présenter des effets chroniques sur les organismes aquatiques; le risque de toxicité aiguë par les phénols est toutefois écarté à la concentration observée. La station ES-2, quoique située après le ruisseau ouest, présente les mêmes caractéristiques, sauf pour le zinc qui dépasse le critère pour la vie aquatique.

On observe que la dureté et la conductivité s'accroissent d'amont en aval. La concentration de cuivre, un des éléments problématiques dans le ruisseau Manitou et ceux d'East Sullivan, accuse aussi une augmentation d'amont en aval, quoique à la station finale ES-12, la valeur enregistrée rencontre le critère de 0.05 mg/l suggéré pour la protection de la vie aquatique. Pour leur part, les valeurs d'arsenic, de nickel, de plomb, de cadmium et de mercure sont voisines ou inférieures aux limites de détection. Alors que le zinc rencontrait les critères de qualité à la station témoin, il les excède en aval. Quant au fer, à l'aluminium et au calcium, leur accroissement respectif est de 5, 2 et 3 fois les valeurs enregistrées en amont. Il est intéressant de constater qu'outre la présence de coliformes, seuls quelques paramètres ne rencontrent pas les concentrations permises pour l'eau potable à la station ES-12, soit pH, couleur, Fe et Mn.

En ce qui concerne les paramètres organiques (groupes F et G), on constate que la couleur, la demande chimique en oxygène et les concentrations de phénols totaux, de tannins-lignine et d'azote total sont moins élevées en aval qu'en amont. L'absence de détection des phénols et des acides résiniques pourrait être attribuable à la méthode d'échantillonnage. En effet, ces paramètres ayant une densité élevée, il aurait été préférable d'effectuer les prélèvements en profondeur, plutôt qu'à la surface des plans d'eau. La couleur et la DCO demeurent élevées à la station ES-12, quoiqu'avec des valeurs moindres qu'en amont. Pour ce qui est des coliformes, bien que plus nombreux en aval, ils demeurent inférieurs aux limites pour le plein usage des plans d'eau.

1.3 Analyses des charges

Le tableau 4 présente les charges de différents paramètres dans la rivière Bourlamaque et ses affluents : les ruisseaux Sabourin, Manitou et ceux du site East Sullivan. Les données de l'avant-dernière colonne sont extraites d'une note de service de Johanne Legault, de la Direction de la qualité du milieu aquatique, en date du 24 mai 1989, et constituent les "charges tolérables à répartir entre les différentes sources".

Tableau 4 - Charges de différents paramètres dans la rivière Bourlamaque et ses affluents (kg/jr)

	RIVIERE BOURLAMAQUE					EAST SULLIVAN					B-1	SOUS-TOTAL (excluant ES-19)	5 Ruisseau Sabourin	7 Ruisseau Manitou	CHARGES TOT. DES AFFLUENTS (kg/jr)	MAXIMUM ACCEPTABLE (kg/jr)	Rapport réel acceptables
	0 Témoïn	2 Rivière (Témoïn)	10. Rivière	12 Rivière (pont)	Différence Pont-témoïn (kg/jr)	14 Ruisseau Nord	1 Ruisseau Ouest	4 Ruisseau Sud	9 Ruisseau Est								
A: pH	5.6	5.5	3.7	4.1		2.8	4.3	2.6	2.6	4.5		6.4	3.1				
Dureté M.E.S.	1312	1259	24860	15098	13786	100	49	3715	693	195	4651	2249	7368	14268			
	187	180	2944	604	416	16	10	6	0	10	27	692	607	1326	313	4	
C: As	0.0000	0.0000	0.6542	0.0000		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0003	0.0003	0.0000	0.3370	0.3373	0.00055	613	
Fe	89.1	88.1	2947.3	1509.8	1420.8	10.4	2.4	423.4	43.0	31.3	500.1	107.2	988.4	1595.8	9.4	170	
Cu	1.31	2.43	32.71	15.10	13.79	0.06	0.41	5.01	1.01	0.29	6.72	0.00	9.43	16.16	0.06	269	
Ni	0.00	0.00	0.00	0.00		0.03	0.01	0.45	0.07	0.03	0.56	0.00	0.90	1.46	0.75	2	
Pb	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	3.62	3.64	0.03	121	
Zn	1.9	4.5	320.6	226.5	224.6	0.8	2.7	49.7	4.9	1.3	58.7	0.0	165.6	224.2	0.5	448	
D: Cd	0.000	0.000	0.000	0.000		0.000	0.094	0.000	0.000	0.001	0.095	0.000	0.157	0.252	0.006	42	
Hg	0.0094	0.0000	0.0000	0.0000		0.0000		0.0000	0.0000	0.0000		0.0000	0.0000		0.0019	6	
Al	47.81	44.97	680.39	341.22	293.41	3.68	1.22	133.92	36.79	5.33	177.27	32.86	136.58	346.71	0.16	2167	
E: Ca	224.99	224.86	2747.73	1932.60	1707.61	10.60	10.52	360.72	60.24	22.01	453.49	761.08	606.53	1821.10			
hg	75.00	71.95	1995.37	1268.27	1193.27	7.80	1.71	291.60	60.24	12.11	365.66	138.38	718.85	1222.88			
Mn	4.69	5.40	137.39	93.61	88.92	0.67	0.21	19.25	2.78	1.04	23.27	6.92	56.38	86.57			
F: Phénols tot.	0.2		0.0	0.0				0.0	0.0	0.5	0.5	0.0	0.0	0.5	7.2	0	
P tot.	0.9		0.0	0.0				0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.1	6.3	0	
Acides rés.	0.00			0.00						0.01	0.01			0.01	0.22	0	
b: bB05	75		262	362	267			2	0	144	147	173	99	418	75	5	
i: CR tot.	0.00			7.55	7.55					0.06	0.06			0.06	0.16	0	
Débit(m ³ /s)	1.085	1.041	3.786	3.495		0.00705	0.0099	0.025	0.00249	0.00098		2.002	0.26				

t: Total des stations 1,4,9 et B-1 du site East Sullivan et des stations 5 et 7.

NOTE: Les valeurs inférieures à la limite de détection n'ont pas été considérées dans le calcul des charges.

Signalons que les mesures de débit présentent une marge d'erreur de 5%, ce qui explique certaines anomalies (débit à ES-2 plus faible qu'à ES-0 et ES-12 < ES-10).

En comparant les résultats obtenus à la station amont (ES-0) avec ceux de la station aval (ES-12) sur la rivière Bourlamaque (colonne "différence pont-témoin"), on ne constate pas d'accroissement de charge pour les paramètres suivants: As, Ni, Pb, Cu et acides résiniques (ils restent tous non détectables). Quant au Hg, aux phénols et au phosphore, leur quantité est moindre en aval. Par ailleurs, les paramètres suivants accusent un accroissement en aval: dureté, MES, Fe, Cu, Zn, Al, Ca, Mg, Mn, DBO₅ et CN_{tot}.

La colonne "charges totales des affluents" du tableau 4 totalise les charges mesurées sur tous les effluents se jetant dans la rivière Bourlamaque. Les valeurs de cette colonne devraient théoriquement être supérieures ou égales à celles enregistrées entre les stations amont et aval sur la rivière, à cause des phénomènes de sédimentation et de décomposition qui surviennent dans la rivière. Sauf dans le cas des CN, cette affirmation est confirmée par les résultats obtenus pour tous les paramètres. Soulignons ici la différence marquée observée pour les paramètres suivants: MES, As, Ni, Pb, Cd, phénols, P et acides résiniques. En effet, leur accroissement entre l'amont et l'aval dans la rivière est de beaucoup inférieure à la quantité totale rejetée par les tributaires. L'anomalie observée pour les CN pourrait s'expliquer par le fait que ce paramètre n'a pas été analysé dans tous les tributaires, mais seulement dans la brèche no 1. Un procédé de cyanuration ayant été utilisé au site Manitou, il est probable que les CN originent de ce site.

En comparant les valeurs des charges totales des affluents avec les charges maximales acceptables, on constate que seuls le Hg, le phosphore, les phénols et les acides résiniques rencontrent les charges maximales acceptables. On notera que les charges tolérables n'ont pas été définies pour certains paramètres (ex. : sulfates, Ca, Mg, Mn, composés azotés). Par ailleurs, la différence des charges entre les stations amont et aval sur la rivière (colonne "différence pont-témoin") révèle que la quantité d'As, de Pb, de Ni et de Cd est également inférieure aux charges acceptables. Les MES, Fe, Cu, Zn, Al, DBO₅ et CN seraient donc des paramètres problématiques pour la qualité en aval de la rivière Bourlamaque.

Le tableau 5 présente la répartition des charges entre les ruisseaux Sabourin, Manitou et ceux du site East Sullivan. On constate à priori que le site Manitou contribue dans une proportion excédant 50% aux quantités des différents métaux rejetés dans la rivière Bourlamaque. Seul l'aluminium fait exception, ce métal provenant majoritairement d'East Sullivan. Quant aux CN, rappelons ici qu'il n'ont été mesurés que dans la brèche du site East Sullivan, ce qui explique le 100% attribué à ce site. Ce tableau révèle que le site Manitou apporte deux fois plus de Fe que le site East Sullivan, une quantité comparable de Cu et près de trois fois plus de Zn. Ces résultats concordent avec ceux du tableau 16 de l'étude de Planigram⁽¹⁾ montrant la contribution relative des effluents des parcs East Sullivan et Manitou-Barvue pour la rivière Bourlamaque.

(1) Le Groupe Conseil Planigram (pour le MER et le MENVIQ) Étude de caractérisation du parc à résidus miniers East Sullivan, Septembre 1987, 82 p.

TABLEAU 5: Contribution relative des affluents de la rivière Bourlamaque

Paramètres	Charge totale des affluents † (kg/jr)	Pourcentage de la charge		
		East Sulliv (1,4,9,B-1)	Sabourin (5)	Manitou (7)
A:Dureté	14268	32.6	15.8	51.6
M.E.S.	1326	2.0	52.2	45.8
C:As	0.3373	0.1	0.0	99.9
Fe	1595.8	31.3	6.7	61.9
Cu	16.16	41.6	0.0	58.4
Ni	1.46	38.6	0.0	61.4
Pb	3.64	0.5	0.0	99.5
Zn	224.2	26.2	0.0	73.8
D:Cd	0.252	37.7	0.0	62.3
Al	346.71	51.1	9.5	39.4
E:Ca	1821.10	24.9	41.8	33.3
Mg	1222.88	29.9	11.3	58.8
Mn	86.57	26.9	8.0	65.1
F:Phénols tot.	0.5	100.0	0.0	0.0
P tot.	0.1	100.0	0.0	0.0
G:DBO5	418	35.0	41.3	23.6

(†): Total des stations 1, 4, 9 et B-1 de East Sullivan et des stations 5 et 7.

II ANALYSE DE LA QUALITÉ DES SÉDIMENTS

Les échantillons de sédiments ont été pris avec une benne Eckman à partir d'une embarcation. Seul l'échantillon ES-12 a été prélevé à partir du bord pour des raisons techniques. Les sédiments prélevés pour l'échantillon étaient prélevés au centre de la benne, lorsque leur consistance le permettait, afin d'éviter le contact avec les parois métalliques.

Les critères choisis pour l'interprétation des résultats d'analyse des sédiments sont de deux ordres (tableau 6). Premièrement, les bruits de fond régionaux qui sont tous de la région de Rouyn-Noranda (BEST-8, 1979 et Atlas géochimique 1977 et 1981) et non de la région de Val-d'Or, ce qui apporte une certaine limite à leur représentativité. Les teneurs de coupures furent choisies pour chacun des éléments par Lalonde et al. (1977) "afin de minimiser dans les calculs statistiques l'effet des teneurs fortement anormales ainsi que de la contamination de l'environnement attribuable aux nombreux parcs à déchets miniers". Deuxièmement, des critères de tolérance du milieu (MENVIQ, 1992 et ministère de l'Environnement, Ontario 1989). Les résultats obtenus sont aussi comparés à ceux de Planigram, 1987 (tableau 8).

L'interprétation des résultats d'analyse des sédiments comporte une limite majeure. En effet, la variabilité dans les sédiments est énorme et il faut avoir un grand nombre d'échantillons pour s'assurer une bonne représentativité. De plus, d'une année à l'autre la localisation de la station peut varier quelque peu et passer d'une zone de sédimentation à une zone d'érosion. Pour toutes ces raisons, il faut être très prudent dans l'analyse des résultats et ne retenir que les grandes lignes.

2.1 Principaux affluents

2.1.1 Ruisseau témoin

Les concentrations en métaux dans les sédiments du ruisseau Sabourin (station ES-5) sont toutes comprises dans les valeurs de bruit de fond régional. Ces concentrations sont sans effet sur les organismes benthiques et la qualité de l'eau. Le pH des sédiments acides s'explique par les tourbières que le ruisseau traverse (tableau 7).

2.1.2 Ruisseau Manitou

Les sédiments du ruisseau Manitou (station ES-7) sont les plus contaminés de tout le secteur à l'étude en terme de nombre de paramètres dépassant le bruit de fond régional et en raison des concentrations très élevées mesurées (arsenic, fer, cuivre, plomb, zinc, cadmium). L'arsenic et le plomb sont particulièrement élevés dépassant la limite de coupure établie par Lalonde et al. (1977). Quant au cuivre, zinc et même au mercure, ils sont plus élevés que la moyenne établie par ces mêmes auteurs. Les dommages à l'environnement aquatique de ce ruisseau sont majeurs.

Par rapport à 1985, le plomb et le mercure ont sensiblement diminué alors que les autres métaux (As, Fe, Cu, Zn, Cd) ont augmenté. Le pH a aussi augmenté, passant de 2,9 à 5,3.

Tableau 6 - Critères d'interprétation des analyses chimiques des sédiments

Para- mètres (ppm)	Critères de bruit de fond					Critères de tolérance du milieu		
	BEST (1)	Atlas géochimique (2)				Ministère de l'Environnement(4)		
		Coupu- res (v. note)	Champ	Moyenne	Écart- type	Seuil sans effet	Seuil d'effets mineurs	Seuil d'effets néfastes
As	0,5 - 1,5	20	0,1 - 134	2,5	5,0	3,0	7	17
Fe	—	—	—	—	—	20000(3)	30000(3)	40000(3)
Cu	15-40	500	1-3300	24	34	28	28	86
Ni	—	—	1-192	31	14	35	35	61
Pb	< 1-10	200	1-970	21	17	23	42	170
Zn	60-120	2000	2-14500	75	67	100	150	540
Cd	< 0,2	—	—	—	—	0,2	0,9	3
Hg	0,02 - 0,09	0,3	0,005 - 0,5	0,0479	0,09	0,05	0,2	1
Mn	—	5000	2-39000	475	385	400,0(3)	457,0(3)	1100,0(3)
Cr	—	—	—	—	—	22,0(3)	31,0(3)	111,0(3)

(1) BEST-8, 1979, Bruit de fond régional dans les sédiments de la région de Rouyn-Noranda

(2) Lalonde, J-P et G.H. Cockburn, 1977 et Lalonde J-P et J. Choinière, 1981, Atlas géochimique des sédiments de ruisseaux Rouyn-Noranda

Note : Les teneurs excédant les valeurs de cette colonne ont été exclues du calcul de la moyenne et de l'écart-type.

(3) Ministry of Environment Ontario, 1989 "Development of provincial sediment quality guideline DRATF"

(4) Ministère de l'Environnement du Québec, 1992, Critères interimaaires retenus pour l'évaluation de la qualité des sédiments du Saint-Laurent (en préparation).

Tableau 7: Caractéristiques chimiques des sédiments de la rivière Bourlamaque et de ses affluents

Nu station (ES)	0	1	2	4	5	7	9	10	12	19	B-1
Paramètres (mg/kg)	Témoïn	Ruisseau Ouest	Rivière témoïn	Ruisseau Sud	Ruisseau Sabourin	Ruisseau Manitou	Ruisseau Est	Rivière	Rivière Font	Ruisseau Nord	
pH	6.1	5.5	5.7	3	5.9	5.3	5.5	5.7	6.9	3.2	6.2
As	1.1	<u>8.5</u>	0.8	<u>22.4</u>	1.9	<u>197</u>	<u>39.5</u>	<u>26</u>	<u>67.9</u>	<u>9.3</u>	<u>19</u>
Fe	15000	<u>30000</u>	12000	<u>92000</u>	13500	<u>67000</u>	<u>100000</u>	<u>64000</u>	<u>45000</u>	<u>115000</u>	<u>46000</u>
Cu	6.5	<u>1100</u>	8	<u>250</u>	7	<u>260</u>	<u>900</u>	<u>315</u>	<u>216</u>	<u>52</u>	<u>315</u>
Ni	19	<u>13</u>	17	<u>30</u>	16	<u>4</u>	<u>18</u>	<u>14</u>	<u>9.2</u>	<u>12</u>	<u>9.8</u>
Pb	-5	<u>21</u>	-5	<u>9</u>	-5	<u>240</u>	<u>-50</u>	<u>6</u>	<u>69</u>	<u>1200</u>	<u>19</u>
Zn	41	<u>560</u>	39	<u>230</u>	44	<u>1230</u>	<u>650</u>	<u>390</u>	<u>520</u>	<u>41</u>	<u>240</u>
Cd	-5	<u>10</u>	-5	<u>19</u>	-5	<u>20</u>	<u>15</u>	-	<u>10</u>	-	<u>10</u>
Hg	0.04	<u>0.08</u>	0.03	<u>0.23</u>	0.04	<u>0.12</u>	<u>0.22</u>	<u>0.15</u>	<u>0.19</u>	<u>0.26</u>	<u>0.07</u>
Al	13000	<u>12000</u>	12000	<u>35000</u>	12000	15000	29000	25000	15000	3900	21000
Cr	<u>38</u>	<u>28</u>	14	<u>82</u>	<u>32</u>	10					
Ca	6700							2800	2400		2500
Mg	5500							13000	8600		9800
Mn	210							<u>640</u>	<u>340</u>		<u>540</u>
Solides volatils (%)	6.4	32.4	5.4	4.2	4.1	4.3	4.1	1.7	3.2	43.4	1.6
Dist. de témoin (ka)	0	(0.1)	0.2	(3.0)	(2.5)	(3.5)	(4.1)	4.5	7.4	-	(4.5)

* Un signe négatif indique une valeur inférieure à la limite de détection.

** Une distance entre parenthèse équivaut au point d'arrivée de l'affluent dans la rivière.

*** Un souligné indique des concentrations au delà du seuil sans effet pour les organismes benthiques.

Un double souligné indique un dépassement des teneurs de coupures.

Tableau 2 : CARACTERISTIQUES CHIMIQUES DES SEDIMENTS DE LA RIVIERE BOULAMAQUE ET DE SES EFFLUENTS

Paramètres (mg/kg)	Stations d'échantillonnages (ES)												Critères				
	3 ^a	3 ^b	4	4 ^c	6 ^a	6 ^b	7	8 ^a	8 ^b	9	10 ^a	10 ^b	12	(1)	(2)	(3)	(4)
Fraction de l'échantillon (%)	93,8	96,2	-	-	2,2	97,8	100	4,3	95,6	-	26,4	73,1	-	-	-	-	-
pH	7,7	-	3,0	5,4	-	4,1	2,9	-	5,0	3,1	4,3	-	2,9	-	-	-	-
Matière organique (%)	5,5	5,5	4,8	3,06	2,8	2,8	1,3	2,3	2,3	1,8	2,0	2,0	1,3	-	-	-	-
Aluminium	36000	32000	40000	30122	11700	15000	6400	13550	28000	28000	22500	27250	7000	-	-	-	-
Arsenic	<u>27,9</u>	<u>22</u>	<u>32</u>	<u>147</u>	<u>163</u>	<u>60</u>	<u>123</u>	<u>80</u>	<u>98</u>	<u>46</u>	<u>9,2</u>	<u>38</u>	<u>53</u>	0,5 - 1,5	-	8	6
Cadmium	<u>20</u>	<u>18</u>	<10	<u>9,33</u>	<10	<10	<10	<10	<12	<10	<10	<10	<10	<0,2	1	1	8
Calcium	4200	4000	1200	924	1230	1400	280	660	2500	2000	2500	2300	170	-	-	-	-
Chrome	70	63	70	8,32	35	40	<10	17	50	45	40	37	10	-	50	25	90
Cuivre	<u>1200</u>	<u>1300</u>	<u>360</u>	<u>1183</u>	<u>560</u>	<u>500</u>	<u>45</u>	<u>340</u>	<u>600</u>	<u>1200</u>	<u>460</u>	<u>400</u>	20	15 - 40	50	25	60
Cyanure total	0,3	0,6	0,08	<0,1	0,3	1,2	0,24	<0,1	0,9	0,06	0,3	0,3	0,20	-	-	-	-
Fer	<u>81000</u>	<u>78000</u>	<u>125000</u>	<u>25872</u>	<u>42500</u>	33000	22000	<u>43000</u>	<u>77000</u>	<u>75000</u>	<u>75000</u>	<u>75600</u>	<u>17000</u>	-	-	10000 - 40000	-
Magnésium	17000	18000	23000	7752	14000	7600	6000	9800	16000	16000	12000	1500	5000	-	-	-	-
Manganèse	850	750	650	286,4	128	170	70	175	700	550	600	580	85	-	-	-	-
Mercuré	0,20	0,20	<u>0,36</u>	0,17	<u>0,35</u>	<u>0,35</u>	<u>0,42</u>	0,22	0,22	0,18	0,15	0,15	0,29	0,020 - 0,090	0,100	0,3	1
Nickel	35	34	30	38,8	45	30	<10	<10	35	30	30	25	10	-	50	25	-
Plomb	<u>225</u>	<u>210</u>	<u>215</u>	22,2	<u>1930</u>	<u>990</u>	<u>400</u>	<u>200</u>	<u>240</u>	<u>170</u>	<u>180</u>	<u>150</u>	<u>120</u>	<1 - 10	50	50	60
Potassium	1200	1000	1600	3214	275	410	200	140	800	600	800	540	90	-	-	-	-
Sodium	300	300	300	1061	110	140	80	80	150	150	150	120	300	-	-	-	-
Zinc	<u>2500</u>	<u>2200</u>	<u>400</u>	<u>3465</u>	<u>1025</u>	140	200	<u>950</u>	125	<u>350</u>	<u>630</u>	<u>575</u>	140	60 - 120	200	100	175

a : Partie grossière, > 100µm (voir fraction de l'échantillon) MENVIQ, Octobre 1985.

b : Partie fine, < 100µm (voir fraction de l'échantillon) MENVIQ, Octobre 1985.

c : Echantillon prélevé en août 1987, par Planigram inc.

(1) : Bruit de fond régional dans les sédiments de la région de Rouyn-Noranda, BEST-ES, 1979.

(2) : Critères de sélection des valeurs élevées, MENVIQ, Goulet et Laliberté, 1982.

(3) : Directives pour l'évaluation de la qualité des matériaux de remplissage dans les grands lacs, Ministère de l'Environnement de l'Ontario, 1978.

(4) : Critères pour l'évaluation de la qualité des sédiments à draguer, non acceptable pour le rejet en eaux libres, MENVIQ, Comité sur l'étude du Saint-Laurent, 1978.

- : Absence d'information.

Le groupe
Planigram



2.1.3 Ruisseaux du site minier East Sullivan

Les sédiments des divers ruisseaux drainant le site East Sullivan sont très contaminés et dépassent de beaucoup les valeurs de bruit de fond régional.

Le ruisseau nord (ES-19) est riche en matières organiques (% de solides volatiles) et présente des concentrations en arsenic, en cuivre et en mercure au delà de la moyenne et même très près de la teneur de coupure pour le mercure. Ce ruisseau possède des concentrations de fer et de plomb qui dépassent le seuil d'effets néfastes sur la vie aquatique. D'ailleurs rien n'explique la valeur faramineuse de 1200 mg/kg de plomb mesurée à cette station; une autre analyse serait nécessaire. Le pH des sédiments est acide (3,2).

Le ruisseau ouest (ES-1) est également riche en matières organiques et les concentrations de cuivre, de zinc et de cadmium risquent d'avoir des effets néfastes sur la faune benthique.

Les ruisseaux sud (ES-4) et est (ES-9), ainsi que la brèche no 1 (B-1) sont comparables au point de vue de la qualité de leurs sédiments sauf pour le mercure et le zinc moins élevés à B-1. La plupart des métaux dépassent de beaucoup le bruit de fond régional. Particulièrement, l'arsenic et le cuivre qui se situent près ou au-delà de la teneur de coupure. Les concentrations d'arsenic, de fer, de cuivre, de zinc et de cadmium sont au-delà du seuil d'effets néfastes pour les organismes aquatiques. L'aluminium est élevé comparativement au ruisseau témoin. Ces ruisseaux ne peuvent soutenir des populations diversifiées d'organismes aquatiques.

En 1985, la qualité des sédiments avait été déterminée seulement que dans les ruisseaux sud et est. Les teneurs d'arsenic et de cuivre sont comparables, se situant au-delà de la teneur de coupure. Par contre, les concentrations de plomb ont baissé.

2.2 Rivière Bourlamaque

Les concentrations en métaux dans la station témoin (ES-0) se situent sous le bruit de fond et reflètent la bonne qualité des sédiments. Le pH est de 6,1 (tableau 7).

Les concentrations en métaux de la station ES-2, située juste après le ruisseau ouest, sont comparables à la station témoin, mais le pH a chuté de 0,4 unité. Le ruisseau ouest n'affecte pas significativement la qualité des sédiments de la rivière Bourlamaque.

En 1985, aucune de ces deux stations n'a été échantillonnée. Toutefois d'après des données rapportées par Weber et d'Astous(1980), les concentrations des différents paramètres sont comparables à celles obtenues en 1977 au lac Langis, situé plus en amont sur la rivière Bourlamaque.

En 1985, des stations échelonnées entre l'amont et l'aval (ES-3, ES-6 et ES-8) révélaient que dès le voisinage de la station NR, l'arsenic, le cuivre et le plomb présentaient des teneurs au-delà du seuil de coupure. D'après nos recherches, le projet minier Orenada situé juste au sud de la rivière Bourlamaque (figure 1) avait des eaux de mine riche en arsenic. Cette mine a opéré en 1981 et 1985-86.

La station ES-10 est fortement contaminée et reflète l'apport de contaminants des effluents de East-Sullivan et de Manitou. L'arsenic, le zinc, le fer et le cuivre ont augmenté énormément et sont susceptibles d'avoir des effets néfastes sur les organismes benthiques. Le manganèse pourrait aussi être limitant. L'aluminium et le magnésium y sont en concentration plus élevée qu'à la station témoin, mais le calcium est plus faible. Le pH est plus acide (5,7).

Trois kilomètres plus loin, à la station ES-12, le pH des sédiments s'est amélioré à 6,9 ce qui se compare à la station témoin (ES-0). Il est possible que ce résultat reflète un apport de contaminant de la route ou une mauvaise représentativité de l'échantillon. Par contre, la qualité des sédiments n'est pas vraiment améliorée. Les concentrations ont baissé seulement pour le fer, le cuivre et l'aluminium, mais l'arsenic, le fer, le cuivre et le cadmium restent tous au-delà du seuil d'effets néfastes pour la vie aquatique. Le plomb et le zinc sont en concentration au-delà du seuil d'effets mineurs.

Par rapport à 1985, le plomb enregistre des teneurs plus faibles aux stations ES-10 et ES-12. A la station ES-12, le mercure a diminué tandis que le cuivre et le zinc ont augmenté.

Nos données sont trop succinctes pour conclure à une migration dans le temps des contaminants d'amont vers l'aval ou pour évaluer un changement dans le temps.

CONCLUSION ET DISCUSSIONS

La contamination observée en aval de la rivière Bourlamaque reflète l'apport de contaminants des sites miniers East-Sullivan et Manitou. En effet, les ruisseaux drainant ces sites sont fortement dégradés tant au point de vue de la qualité des eaux que des sédiments et ils ne peuvent pas soutenir la vie aquatique. Des six éléments métalliques visés par la directive 019, le fer, le cuivre et le zinc excèdent les concentrations maximales permises pour les effluents miniers. Ces trois éléments, auxquels s'ajoutent l'arsenic, le cadmium et, dans le ruisseau Manitou, le plomb sont également problématiques dans les sédiments de ces ruisseaux.

Du point de vue de la charge totale des affluents de la rivière Bourlamaque, tous les paramètres métalliques (As, Fe, Cu, Ni, Pb, Zn, Cd, Al), sauf le mercure, dépassent la charge maximale acceptable établie par la Direction de la qualité du milieu aquatique. La source principale d'aluminium est le site minier East-Sullivan. Tous les autres métaux proviennent à plus de 50 % du ruisseau Manitou dont l'arsenic et le plomb à plus de 99%. Les matières en suspension et la DBO₅ dépassent également la charge maximale. Toutefois, leur source est principalement le ruisseau Sabourin non contaminé par un site minier.

En aval des sites miniers, la qualité de l'eau de la rivière s'est grandement détériorée et les sédiments sont de piètres qualités étant, pour plusieurs éléments, au-delà du seuil sans effet pour les organismes benthiques. Le pH de l'eau descend à 4,1, le fer, le cuivre et le zinc augmentent fortement aussi bien dans l'eau que dans les sédiments. Il est reconnu que le cuivre et le zinc sont relativement solubles à pH acide ($\text{pH} < 6$) et qu'ils ont une mobilité élevée (LaLonde et al. 1977). Leurs fortes concentrations dans les sédiments s'expliquent par la présence des résidus miniers dans le lit de la rivière. L'aluminium et le manganèse augmentent également en aval mais de façon moins évidente pour les sédiments. Par contre, on n'observe pas d'accroissement des concentrations d'arsenic, de nickel, de plomb et de cadmium dans l'eau de la rivière. Malgré leurs charges jugées excessives, ces éléments demeurent sous les limites de détection en aval. Toutefois, l'arsenic et le plomb augmentent nettement dans les sédiments. L'arsenic est un élément facilement absorbé par les substances humiques, mais aussi par les oxydes de fer hydratés (CCMRE, 1987). Une fois absorbé l'arsenic serait entraîné vers les sédiments. Par ailleurs, le plomb est plus soluble à $\text{pH} < 6,5$. Toutefois, il est possible que la présence d'oxydes hydratés, de matières organiques et même d'argile réduise sa solubilité (CCMRE, 1987) et l'entraîne également vers les sédiments, et ce malgré le pH acide de la rivière.

Finalement, les résultats des paramètres organiques permettent de conclure que l'entassement des résidus ligneux et de boues septiques, malgré la mauvaise qualité des eaux de la brèche no 1, ne semble pas avoir d'impact observable sur la qualité de l'eau en aval de la rivière. La biodégradation et la dilution pourraient être avancées comme explication possible.

BIBLIOGRAPHIE

- BEST (Bureau d'étude sur les substances toxiques) 1979. Études des sédiments de la région de Rouyn-Noranda. Rapport E-8, 189 p.
- BEST (Bureau d'étude sur les substances toxiques) 1978. Étude physico-chimique des plans d'eau de la région de Rouyn-Noranda. Rapport E-2, 272 p.
- Lalonde, J-P et G.H. Cockburn, 1977. Atlas géochimique des sédiments de ruisseau Rouyn-Noranda. 50 p. et annexes
- Lalonde, J-P et J. Choinière, 1981. Mo, U, Li, Hg, As dans les sédiments de ruisseau de Rouyn-Noranda. 7 p. et annexes
- Mc Neely et Al. 1980. Références sur la qualité des eaux. Environnement Canada. 100 p.
- Ministère de l'Environnement du Québec, 1992. Critères intérimaires retenus pour l'évaluation de la qualité des sédiments du Saint-Laurent (en préparation).
- Ministère de l'Environnement du Québec, 1989. Directive no 019, Industries minières s.p.
- Ministère de l'Environnement du Québec, GERLED, 1989. Rapport-synthèse sur la caractérisation et la recherche au parc à résidus miniers East-Sullivan, 45 p.
- Ministère de l'Environnement du Québec. Projet de directive no 002 sur l'eau potable s.p.
- Ministry Environment of Ontario, 1989. Développement of Provincial Sediment Quality Guideline. DRAFT.
- Planigram (Le groupe-conseil), 1987. Étude de caractérisation du parc à résidus miniers East Sullivan. 82 p.
- Règlement sur l'eau potable, Loi sur la qualité de l'environnement L.R.Q., Q-2, r.4.1
- Règlement sur les eaux embouteillées. Loi sur la qualité de l'environnement L.R.Q., Q-2. r.5
- CCMRE (Conseil canadien des ministres des ressources et de l'environnement) 1987, Recommandations pour la qualité des eaux au Canada, s.p.