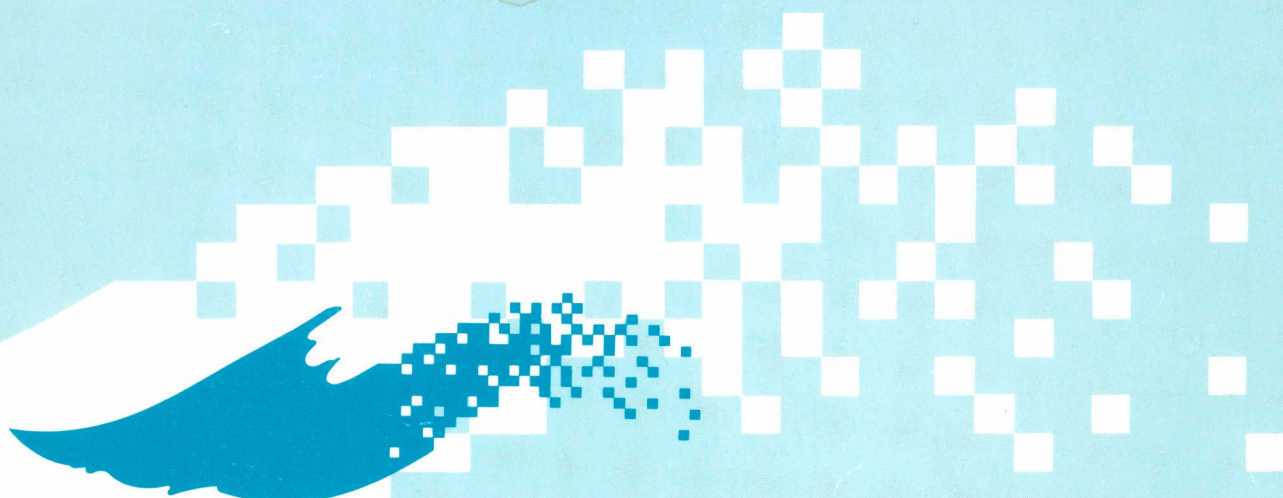


Centre Saint-Laurent

St. Lawrence Center



PLAN D'ACTION SAINT-LAURENT
ST. LAWRENCE ACTION PLAN



SC350203
P43é



Environnement
Canada

Conservation
et Protection

Environment
Canada

Conservation
and Protection

CE-1431

SC350203

P43e

Évaluation de l'apport
potentiel de certains radio-
éléments provenant de l'usine
Albright & Wilson Amérique
sur le fleuve Saint-Laurent

par

Thanh-Thao Pham

Environnement Canada
Centre Saint-Laurent
Longueuil

et

Direction de la qualité des eaux
(Administration centrale)
Hull

avec la collaboration de:

Direction de la protection de l'environnement
Montréal

Avril 1992

Table des matières

	Page
Liste des figures	iv
Liste des tableaux	iv
1 Introduction	1
2 Matériel et méthode	4
2.1 Fréquences d'échantillonnage	4
2.2 Sites d'échantillonnage	4
2.3 Types d'échantillons et types d'analyses	4
2.4 Conservation et préservation des échantillons	6
2.5 Paramètres mesurés sur le terrain	6
2.6 Laboratoires d'analyses	6
3 Résultats	8
3.1 Radioéléments dans l'eau	8
3.2 Radioéléments dans les sédiments	8
3.3 Paramètres physico-chimiques	8
3.4 Métaux lourds	12
3.5 Grosseurs et types de particules	12
4 Conclusion	15
Références	16
Annexe	17
Tableau A-1.Paramètres physico-chimiques mesurés dans les effluents d'Albright & Wilson et dans le fleuve (1990)	18
Tableau A-2.Paramètres physico-chimiques mesurés dans les effluents d'Albright & Wilson et dans le fleuve (1991)	19
Tableau A-3.Métaux lourds mesurés dans les effluents d'Albright & Wilson et dans le fleuve	20

Liste des figures

Figure 1. Schéma du procédé de fabrication	2
Figure 2. Localisation des sites d'échantillonnage	5

Liste des tableaux

Tableau 1. Caractéristiques de l'échantillonnage	7
Tableau 2. Concentrations des radioéléments dans l'eau.....	9
Tableau 3. Concentrations des radioéléments dans les sédiments	10
Tableau 4a. Concentrations moyennes des paramètres physico-chimiques dans les effluents d'Albright & Wilson et dans le fleuve (1990) . .	11
Tableau 5. Concentrations moyennes des métaux lourds dans les effluents d'Albright & Wilson et dans le fleuve	13
Tableau 6a. Taille des particules	15
Tableau 6b. Type de particules	15

1 INTRODUCTION

Il existe au Québec trois producteurs de déchets faiblement radioactifs. Les deux premiers sont des mines situées à Oka et à Saint-Honoré dans la région du Saguenay-Lac Saint-Jean. Le troisième est la compagnie Albright & Wilson (Erco) à Varennes qui fabrique du phosphore élémentaire.

Le phosphore élémentaire est produit à partir du minerai de phosphate, du coke et de la silice. La réaction se fait dans un four électrique. Outre le phosphore élémentaire, le procédé de fabrication génère du silicate de calcium dans la proportion suivante: 10 tonnes de silicate de calcium pour une tonne de phosphore.

Le procédé de fabrication du phosphore est illustré à la figure 1. Le phosphore est extrait sous forme de gaz, alors que les silicates proviennent de la matière en fusion qui se solidifie à la sortie des fours. Les deux gaz produits, le phosphore et le monoxyde de carbone, sont lavés et condensés via les condenseurs. Le monoxyde de carbone est en partie récupéré pour le séchage des matières premières. Les eaux phosphoreuses sont décantées, et le phosphore condensé est récupéré dans des réservoirs de stockage. Enfin, le phosphore est purifié de façon à produire le phosphore élémentaire.

Les effluents du procédé de fabrication proviennent principalement des trois sources suivantes :

a) Eaux de refroidissement des scories en fusion qui sont soutirées des fours. Le refroidissement des scories s'effectue par contact direct de l'eau. Ces eaux sont déversées à l'égout sans traitement.

b) Eaux phosphoreuses provenant du lavage et de la condensation du phosphore à l'état gazeux. Une partie de ces eaux est recirculée, tandis que l'excès est déversé au fleuve.

c) Eaux de lavage du monoxyde de carbone (CO) provenant des séchoirs.

En plus des eaux de procédé, les eaux de refroidissement indirect font également partie des effluents déversés dans le fleuve. Ces eaux sont utilisées pour refroidir les eaux phosphoreuses, les parois des fours et les chutes à matières premières.

Le choix de la compagnie Albright & Wilson pour la présente étude est basé sur les raisons suivantes :

a) Albright & Wilson utilise la roche phosphatée comme matériel brut. Ce minerai provient, en grande partie, de la Floride et contient plusieurs radioisotopes, dont l'uranium-238.

ALBRIGHT & WILSON AMERIQUE

SCHEMA DU PROCÉDÉ

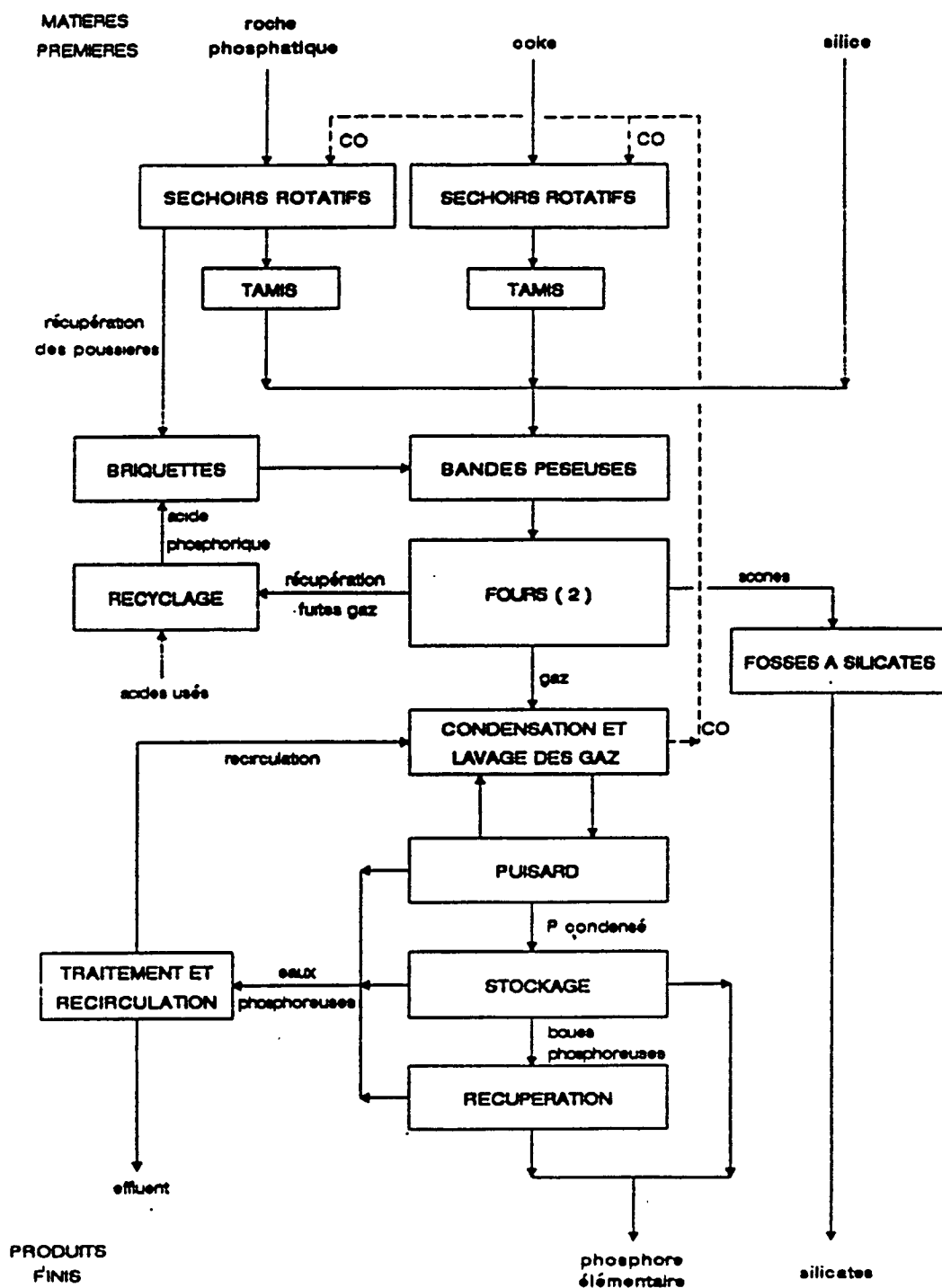


Figure 1. Schéma du procédé de fabrication

b) En 1985, le ministère de l'Environnement du Québec (MENVIQ) a reclassifié le silicate de calcium (scorie), un sous-produit du procédé de fabrication d'Albright & Wilson, dans le groupe des déchets dangereux. Depuis ce temps, cette entreprise a commencé à accumuler du silicate de calcium sur ses terrains. En 1989, le MENVIQ a évalué à 800000 tonnes la quantité de silicate de calcium entreposé.

c) Albright & Wilson a été identifié, dans le cadre du Plan d'action Saint-Laurent, comme une des 50 usines les plus polluantes au Québec. Également, la Commission Charbonneau a considéré Albright & Wilson comme un des sites qui présentent un faible niveau de radioactivité.

d) Selon le quotidien Le Devoir (13 octobre 1989), les rayons émis par les scories radioactives dépassent de 5,7 fois les normes du Règlement sur les déchets dangereux du Québec.

Des études menées aux États-Unis ont démontré que les effluents de quelques usines de phosphore augmentaient le niveau de radioactivité des eaux du Mississippi (Kraemer, 1989). La présente étude vise à déterminer si la même situation existe dans le fleuve Saint-Laurent.

Ce projet-pilote a donc pour objectifs de :

a) Déterminer si l'uranium-238, le radium-226 et le plomb-210 sont présents dans l'eau et les sédiments de la conduite et du ruisseau qui se jettent dans le fleuve Saint-Laurent.

b) Mesurer la concentration de ces radioéléments et étudier leur migration dans le milieu aquatique.

c) Estimer l'apport de ces radioéléments au fleuve Saint-Laurent.

2 MATÉRIEL ET MÉTHODE

2.1 Fréquence d'échantillonnage

La campagne d'échantillonnage s'est échelonnée de la fin avril à la fin août 1990 et comportait quatre échantillonnages représentant les conditions hydrologiques suivantes: printemps lors de la fonte des neiges (fin avril-début mai), débit élevé (mi-juin), débit faible (mi-juillet) et autre (août).

2.2 Sites d'échantillonnage

Les sites d'échantillonnage (figure 2) ont été choisis en fonction de la possibilité d'y détecter des radioéléments. Les cinq sites sont :

- a) les fosses à silicates (PIT)
 - ce site est situé près de la source potentielle de radioéléments. L'effluent est composé de l'eau de refroidissement des fosses à silicates et de l'eau de ruissellement;
- b) le collecteur principal (PIPE)
 - le collecteur principal reçoit les eaux usées de tous les égouts et se jette directement dans le fleuve Saint-Laurent ;
- c) la sortie du fossé transversal (RUIS)
 - les eaux de ruissellement et de refroidissement indirect coulent vers le fossé transversal. Ces eaux rejoignent le fleuve via le fossé de drainage situé sur le terrain de la compagnie Pétrumont ;
- d) le site contrôle (CONT)
 - ce site est situé sur le fleuve, en amont du poste de pompage d'eau de l'usine ;
- e) sortie du ruisseau au fleuve (EMBOU)
 - ce site se trouve également sur le fleuve, en aval de l'égout principal de l'usine.

2.3 Typés d'échantillons et types d'analyses

Pour chaque station, cinq (5) différents récipients, préalablement lavés pour des analyses spécifiques, ont été utilisés pour conserver les échantillons. Les types de bouteilles et d'analyses sont présentés au tableau 1.

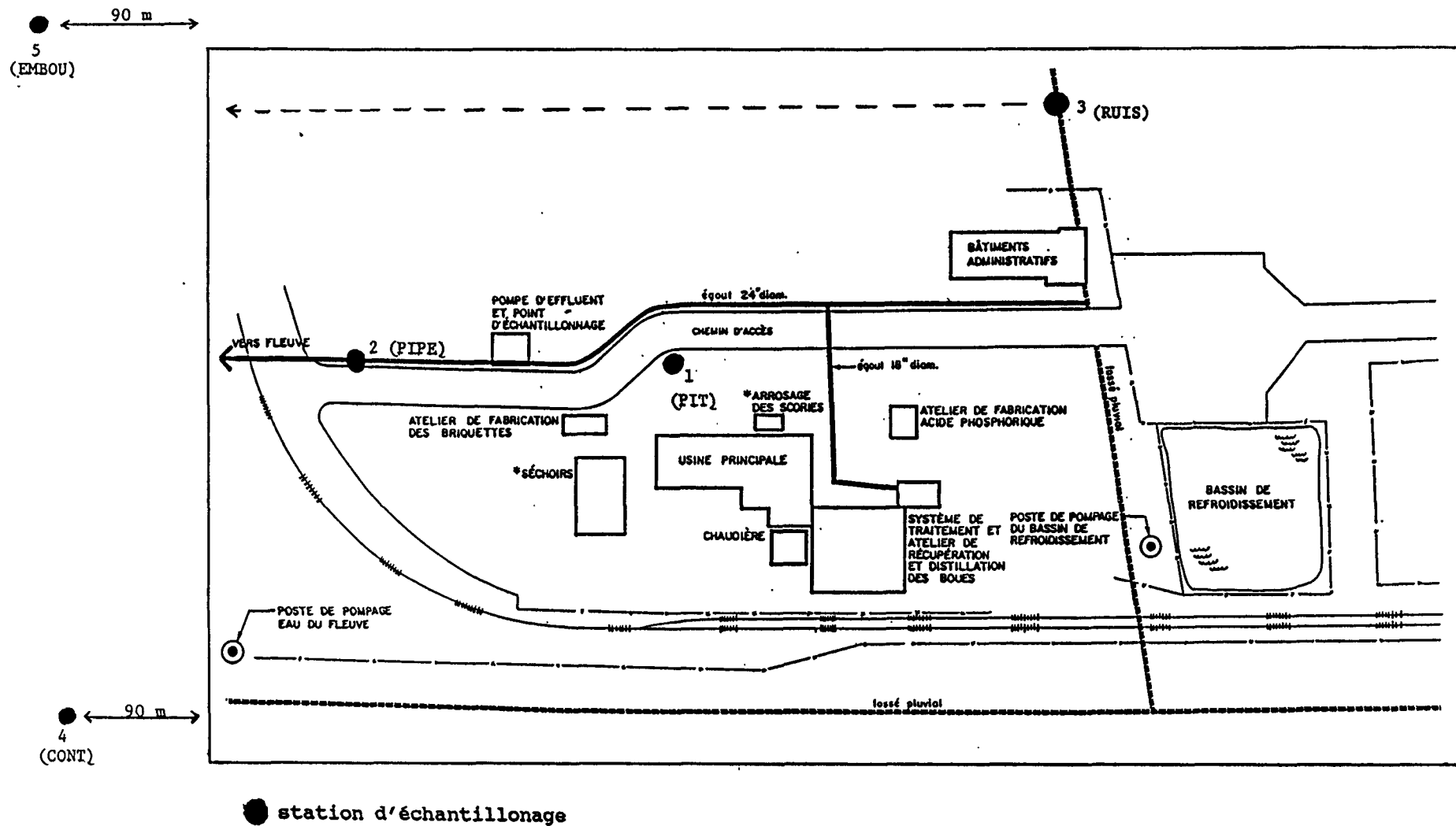


Figure 2. Location des stations d'échantillonnage

Le contrôle de la qualité a été effectué à l'aide d'échantillons prélevés en triplicata à une station choisie. Ceci a permis de vérifier les sources potentielles de variabilité des résultats obtenus tant sur le terrain qu'en laboratoire.

Des échantillons de sédiments ont été prélevés une seule fois aux stations RUIS, CONT et EMBOU durant la campagne d'échantillonnage.

2.4 Conservation et préservation des échantillons

Les échantillons d'eau ont été conservés dans des glacières à 4 °C durant le transport. Au laboratoire, ils ont été préservés en y ajoutant des acides.

2.5 Paramètres mesurés sur le terrain

Le pH, la conductivité et la température ont été mesurés à chaque site d'échantillonnage. Le niveau d'eau a été enregistré une fois par semaine, tandis que le débit a été mesuré une fois toutes les deux semaines par le personnel du groupe Qualité des eaux de la Direction des eaux intérieures.

2.6 Laboratoires d'analyses

Les paramètres physico-chimiques ont été analysés par le laboratoire du Centre Saint-Laurent (Longueuil). Le laboratoire d'Énergie Atomique Canada (Pinawa, Manitoba) a assumé les travaux d'analyse des radioéléments dans l'eau et dans les sédiments. Enfin, les analyses de granulométrie ont été effectuées par le laboratoire du département des Sciences de la terre de l'UQAM.

Tableau 1. Caractéristiques de l'échantillonnage

Station	Paramètres analytiques	Type contenant	Volume requis	Préservation
PIT, PIPE, RUIS, CONT, EMBOU	Terrain: température, pH, conductivité	---	---	---
	Physico-chimiques: pH, conductivité, couleur, turbidité, alcal. totale, Ca, Mg, Na, K, sulfates diss., chlorures diss., NO ₂ NO ₃ , solides sus- pension totaux	plastique	1 L	---
	Phosphore total	verre	125ml	1,25ml H ₂ SO ₄ (30%)
	Carbone organique dissous	verre	123ml	0,25ml H ₂ SO ₄ (30%)
	Métaux lourds: Al, Ba, Be, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Li, Mn, Mo, Ni, Pb, St, V, Zn	plastique	500ml	2ml HNO ₃ (50%)
	Radioéléments (eau): Radium-226, Plomb-210, Uranium total	plastique	20 L	40ml HCl
RUIS, EMBOU	Radioéléments (sédi- ment): Radium-226, Plomb-210, Uranium total	verre	500ml	---

3 RÉSULTATS

Les mesures de radioactivité sont effectuées dans l'eau brute, incluant la radioactivité adsorbée sur la matière en suspension. Comme ce rapport vise à évaluer la contribution totale en radioéléments des effluents d'Albright & Wilson au fleuve Saint-Laurent, la ségrégation de la radioactivité des fractions solides et dissoutes n'a pas été nécessaire.

3.1 Radioéléments dans l'eau

Les résultats sur les radioéléments dans l'eau sont présentés au tableau 2.

Les concentrations de radium-226, de plomb-210 et d'uranium total mesurées aux stations situées sur le terrain de la Compagnie (RUIS, PIT, PIPE) dépassaient toutes la limite de détection. Par contre, les concentrations mesurées aux deux stations sur le fleuve (EMB, CONT) présentaient dans certains cas des niveaux inférieurs aux limites de détection du Ra-226, du Pb-210 et de l'U total.

Les niveaux de radioactivité aux stations RUIS, PIT, PIPE variaient d'une tournée d'échantillonnage à une autre. La plus grande variation se trouvait à la station PIPE où les valeurs du Ra-226 atteignaient de 54,0 à 200,0 mBq/L, et celles du Pb-210, de 0,73 à 3,11 mBq/L.

Les concentrations moyennes de Ra-226 et de l'U total étaient les plus élevées à la station PIT, tandis que celle du Pb-210 était la plus élevée à PIPE.

Il est à remarquer qu'il n'a pas été possible de calculer les concentrations moyennes du Ra-226 et du Pb-210 aux stations EMBOU et CONT, car elles étaient pour la plupart inférieures à la limite de détection.

3.2 Radioéléments dans les sédiments

Les résultats obtenus pour les radioéléments dans les sédiments sont présentés au tableau 3. Pour les trois radioéléments, les niveaux de radioactivité mesurés à la station RUIS étaient plus élevés que ceux de la station EMBOU.

À noter que des problèmes techniques ont empêché le prélèvement d'échantillons à la station CONT.

Tableau 2. Concentration des radioéléments dans l'eau

Station*	Date	Concentration de radioélément		
		Ra-226 (mBq/L)	Pb-210 (mBq/L)	U total (ug/L)
PIT (1)	02-05-90	311,0+17,0	40,7+11,7	3,37+0,27
	12-06-90	205,0+11,0	119,0+15,0	3,43+0,35
	17-07-90	355,0+ 9,0	14,4+13,8	1,25+0,26
	moyenne	290,3	58,0	2,7
PIPE (2)	02-05-90	200,0+18,0	11 550,0+860,0	1,47+0,00
	12-06-90	85,4+ 6,9	4 370,0+280,0	0,73+0,08
	17-07-90	54,0+ 7,9	840,0+200,0	3,11+0,45
	21-08-90	150,0+ 7,0	3 840,0+250,0	0,90+0,11
	moyenne	122,4	5150,0	1,6
RUIS (3)	02-05-90	9,8+6,0	640,0+40,0	0,67+0,00
	12-06-90	38,7+9,9	40,6+19,5	0,65+0,19
	17-07-90	24,5+5,4	33,7+ 7,6	0,40+0,03
	21-08-90	10,4+5,6	9,7+ 5,5	0,73+0,06
	moyenne	20,9	181,0	0,6
CONT (4)	02-05-90	≤4,8	±6,8	0,38+0,03
	12-06-90	≤4,9	≤8,2	0,31+0,02
	17-07-90	≤4,7	≤6,7	0,27+0,03
	21-08-90	≤4,8	≤5,5	0,33+0,01
	moyenne	---	---	0,32
EMBOU (5)	02-05-90	≤4,7	14,1+5,3	0,52+0,04
	12-06-90	≤4,8	27,6+6,0	0,29+0,01
	17-07-90	≤4,9	10,8+5,8	0,34+0,05
	21-08-90	≤4,9	≤9,9	0,27+0,05
	moyenne	---	---	0,36

*Les stations d'échantillonnage sont indiquées à la figure 2.

Note: Limite de détection du Radium-226: 0,005 Bq/L
 Limite de détection du Plomb-210 : 4,85 mBq/L
 Limite de détection de l'uranium total: 0,05 ug/L

Tableau 3. Concentration des radioéléments dans les sédiments

Station	Concentration de radioélément		
	Ra-226 (Bq/g)	Pb-210 (Bq/g)	U total (mBq/g)
RUIS (3)	$\leq 0,65 \pm 0,07$	$0,51 \pm 0,05$	$\leq 0,148$
EMBOU (5)	$\leq 0,05 \pm 0,04$	$0,09 \pm 0,02$	$\leq 0,040$

Note: Les échantillons de sédiment n'ont été pris qu'une seule fois pendant la campagne d'échantillonnage

Tableau 4. Concentrations moyennes des paramètres physico-chimiques mesurés dans les effluents d'Albright & Wilson et dans le fleuve

station	Paramètre				
	pH	Cond.spéc. (uS/cm)	Turbidité	Couleur	Mat.susp. (mg/L)
PIT	9.4	676.33	2.93	20.67	14.03
PIPE	3.75	2783.5	15.75	34.25	47.25
RUIS	8.15	454	3.98	20.5	7.1
CONT	8.2	311.5	2.66	15.5	3.8
EMBOU	7.9	316	3.8	20	6.2

station	Paramètre				
	Alcal.tot. (mg/L CaCO ₃)	P total (mg/L)	Ca diss. (mg/L)	Mg diss. (mg/L)	Na diss. (mg/L)
PIT	74.27	1.35	90.63	--	35.67
PIPE	--	1201.25	14.38	8.98	79.13
RUIS	92.5	1.12	52.35	8.78	23.08
CONT	91.1	0.047	35.23	8.28	12.5
EMBOU	89.7	0.66	35.3	8.3	12.6

station	Paramètre			
	K diss. (mg/L)	SO ₄ diss. (mg/L)	Cl diss. (mg/L)	C org.tot. (mg/L)
PIT	13.9	35.67	13.9	134.57
PIPE	63.34	79.13	63.34	247.53
RUIS	4.27	23.08	4.27	77
CONT	1.61	12.5	1.61	28.2
EMBOU	1.74	12.6	1.74	29.75

3.3 Paramètres physico-chimiques

Les valeurs moyennes des paramètres physico-chimiques mesurés lors des quatre tournées d'échantillonnage sont résumées au tableau 4. Les données analytiques détaillées se trouvent au tableau A-1 dans l'annexe.

Le pH présentait des valeurs exceptionnellement basses à la station PIPE (moyenne de 3,75). Par contre, les valeurs de conductivité spécifique étaient les plus élevées à cette dernière (moyenne de 2783,5 $\mu\text{S}/\text{cm}$). Également, les concentrations de phosphore total dans l'égout principal sont très élevées, ce qui pourrait expliquer les concentrations de phosphore plus forte à l'embouchure qu'à la station de contrôle.

3.4 Métaux lourds

Les données sur les métaux lourds recueillies au cours de la campagne d'échantillonnage sont résumées au tableau 5. Les concentrations les plus élevées ont été enregistrées à la station PIPE, à l'exception du Strontium.

Toutes les données sur les métaux lourds se trouvent au tableau A-2 en annexe.

3.5 Grosseurs et types de particule

Les résultats de granulométrie sont présentés au tableau 6.

Tableau 5. Concentrations moyennes des métaux lourds dans les effluents d'Albright & Wilson et dans le fleuve.

Station	Concentration des métaux lourds (mg/L)							
	Al	Ba	Be	Cd	Co	Cr	Cu	Fe
PIT	0.419	0.04	0.083	0.0002	0.00047	0.0008	--	0.163
PIPE	6.505	0.057	4.198	0.0763	0.00388	0.0943	0.0269	5.783
RUIS	0.264	0.024	--	0.0002	0.00043	0.0013	0.0097	0.264
CONT	0.206	0.024	--	--	0.00023	0.0007	0.0012	0.187
EMBOU	0.272	0.024	--	--	0.0003	0.0011	0.0014	0.257

Station	Concentration des métaux lourds (mg/L)							
	Li	Mn	Mo	Ni	Pb	Sr	V	Zn
PIT	0.0261	0.0032	0.0085	0.0018	0.0018	0.929	0.016	0.0077
PIPE	0.0838	0.2953	0.0065	0.033	0.1112	0.302	0.035	12.7
RUIS	0.0084	0.019	0.0018	0.0015	0.001	0.321	0.002	0.0144
CONT	0.0031	0.011	0.001	0.0009	--	0.19	0.0007	0.0052
EMBOU	0.0033	0.0123	0.0011	0.001	--	0.192	0.0009	0.0199

Note: Dans certains cas, les concentrations étaient sous le seuil de détection donc les moyennes n'ont pas été calculées.

Tableau 6a. Taille des particules

Station	Pourcentage des différentes fractions		
	< 2um(%)	2-10um(%)	> 10um(%)
RUIS	5,7	7,4	86,9
EMBOU	1,3	5,6	93,1

Tableau 6b. Type de particules

Station	Fractions		
	< 2um	2-10um	> 10um
RUIS	illite chlorite vermiculite quartz plagioclase feldspath K trace de: interstratifiés illite-vermiculite smectite-illite	quartz plagioclase mica chlorite feldspath K trace de: interstratifiés (vermiculite- mica)	quartz plagioclase feldspath K mica chlorite trace de: amphibole
EMBOU	illite chlorite trace de: vermiculite smectite	quartz plagioclase feldspath K chlorite amphibole mica trace de: interstratifiés (vermiculite-mica)	quartz plagioclase feldspath K trace de: mica chlorite amphibole

4 CONCLUSION

Les résultats révèlent la présence de radioéléments dans les effluents d'Albright & Wilson, et ce, à des concentrations plus élevées que celles trouvées dans le fleuve. Les niveaux de radioactivité mesurés dans les sédiments de la compagnie étaient également supérieurs à ceux du fleuve. Cependant, aucune concentration de radioélément ne dépassait les normes d'eau potable au Canada.

L'entreposage des scories radioactives sur le terrain de l'entreprise pourrait contaminer les eaux souterraines. Il est par conséquent important d'évaluer la contamination potentielle du terrain.

Références

Baweja,A.S., S.R. Joshi et A. Demayo,1987. Concentration des radionucléides dans certaines eaux de surface au Canada : rapport sur le programme de contrôle des radionucléides, 1981-1984. Direction des eaux intérieures et des terres,Environnement Canada, Ottawa: 27 p.

Kraemer,T.F.,1989. Radium in the lower Mississippi. Présenté à "US Geologic Survey Second National Symposium on Water Quality" Orlando (Floride) 12-17 novembre,1989.

ANNEXE

Tableau A-1. Résultats des paramètres physico-chimiques mesurés
dans les effluents d'Albright & Wilson et dans le fleuve

station	date	pH	Cond.spéc. (uS/cm)	Turbid..	Couleur	Mat.susp. (mg/L)	Na_diss. (mg/L)	K_diss. (mg/L)
PIT	02-05-90	9.1	763	1.3	14	20.8	36.3	13.9
	12-06-90	9.4	598	6	25	20	29.6	10.4
	17-07-90	9.7	668	1.5	23	1.3	41.1	17.4
PIPE	02-05-90	3.7	3754	4.5	50	7.4	110.7	95.4
	12-06-90	3.8	2058	46	25	161	68	48.3
	17-07-90	3.9	2472	4.2	23	6.6	62	49.8
	21-08-90	3.6	2850	8.3	39	14	75.8	59.85
RUIS	02-05-90	8.1	527	4	28	6.5	28.9	5.4
	12-06-90	8.1	428	5.8	17	13	20.8	3.75
	17-07-90	8.2	467	2	20	3	24.6	4.49
	21-08-90	8.2	394	4.1	17	6	18	3.44
CONT	02-05-90	8	325	3.7	28	6	13	1.7
	12-06-90	8.1	312	2.75	14	4	12.9	1.61
	17-07-90	8.3	311	2.3	13	3.2	12.3	1.53
	21-08-90	8.4	298	1.9	7	2	11.8	1.59
EMBOU	02-05-90	7.8	330	4.7	35	10.5	13	1.78
	12-06-90	7.5	324	4.6	21	7	13.4	1.89
	17-07-90	8	315	3.5	16	4.4	12.3	1.65
	21-08-90	8.2	296	2.4	9	3	11.6	1.62

station	date	Alcal.tot. (mg/L CaCO3)	P_tot. (mg/L)	Ca_diss. (mg/L)	Mg_diss. (mg/L)	SO4diss. (mg/L)	Cl_diss. (mg/L)	C_org.tot. (mg/L)
PIT	02-05-90	72.8	1.745	101.6	0.3	166.1	57.1	2.7
	12-06-90	63.7	1.728	86	0.2	110	29.8	2.5
	17-07-90	86.3	0.568	84.3	<0.1	127.6	80.6	4.7
PIPE	02-05-90	<0.1	2600	10.5	8	225.6	93	27.6
	12-06-90	<0.1	1493	23.8	11.3	230	55.4	13.3
	17-07-90	<0.1	264	11.8	10.3	222.5	56.4	0.7
	21-08-90	<0.1	448	11.4	6.3	312	87.4	--
RUIS	02-05-90	95.3	1.658	61	9.4	77	36.6	2.5
	12-06-90	93.7	1.49	50.8	8.3	73	27.1	0.4
	17-07-90	91.1	0.43	53.2	8.7	94.6	27.5	13.6
	21-08-90	89.9	0.888	44.4	8.7	63.4	25.5	--
CONT	02-05-90	94.2	0.05	37.2	8.6	30.4	23.8	2.4
	12-06-90	92.9	0.049	36.3	8.1	28.5	22.8	2.5
	17-07-90	91.6	0.052	35	8.2	28	21.9	2.3
	21-08-90	85.7	0.036	32.4	8.2	26	22.9	--
EMBOU	02-05-90	93.4	0.328	37.3	8.6	31.1	24	2.5
	12-06-90	90.2	1.633	36.2	8.1	31.2	23.4	2.3
	17-07-90	89.7	0.528	35.1	8.2	28	21.8	2.2
	21-08-90	85.4	0.16	32.7	8.1	28.7	22.1	--

Tableau A-2. Paramètres physico-chimiques mesurés dans les effluents d'Albright & Wilson et dans le fleuve (1991)

Station	Date	pH	Conduct. (uS/cm)	Turbid.	Couleur	MES (mg/L)	Na_diss. (mg/L)	K_diss. (mg/L)
PIT	26-06-91	9.73	1852	3.4	16	5.8	118.8	60.6
	10-07-91	9.61	1717	1.7	14	3.2	111.9	49.49
	30-07-91	10.15	1877.3	2.5	19	23.7	117.1	62.5
	13-08-91	9.69	1787	1.7	23	5.6	119.7	75.7
PIPE	26-06-91	3.43	2945	3.2	12	71.4	96.36	71.4
	10-07-91	3.37	3204	6.4	36	10.8	134.7	157.9
	30-07-91	3.9	7617.6	2.4	26	10.6	176.7	187.6
	13-08-91	3.86	5532	6.2	61	11.5	138.9	169.9
RUIS	26-06-91	7.64	1774	42	41	122.2	134.7	33.8
	10-07-91	7.79	1820	3.6	32	16.3	152.3	37.8
	30-07-91	8.17	788	20	40	32.4	47.17	11.1
	13-08-91	7.86	1121	5.7	114	11.4	107.5	21.6
CONT	26-06-91	8.34	293.5	3.2	8	4.5	12.38	0.37
	10-07-91	8.34	301	1.8	11	3	12.9	1.58
	30-07-91	8.44	289.7	1.6	8	2.2	10.97	1.42
	13-08-91	8.37	296.1	1.3	9	2.1	12.1	2.19
EMBOU	26-06-91	8.34	297.2	2.6	8	4.5	12.59	1.55
	10-07-91	8.26	294	2.3	11	3.8	12.28	1.55
	30-07-91	8.44	291.4	2	8	2.9	10.98	1.41
	13-08-91	8.29	292	3.2	12	4.8	12.23	2.26

Station	Date	Alcal.tot. (mg/L CaCO3)	P_tot	Ca_diss.	Mg_diss.	SO4_diss.	Cl_diss.	C org.tot.
PIT	26-06-91	72.3	1.198	282.1	0.05	700	205	5.9
	10-07-91	47.5	0.445	259.7	0.09	710	156	5
	30-07-91	92.9	0.475	277.4	0.2	585	218	5.2
	13-08-91	57.1	0.393	280.6	0.06	715	147.5	6.3
PIPE	26-06-91	—	302	65.74	13.7	207.7	69.5	18.3
	10-07-91	—	810	66.27	15.06	386	99	38.3
	30-07-91	—	0.88	74.01	13.78	466	94.8	49.1
	13-08-91	—	0.624	66.55	15.22	324	105	45.4
RUIS	26-06-91	106.6	4.63	236.5	15.69	735	80.8	7.8
	10-07-91	93.2	4.56	244.9	11.8	755	98.5	5.4
	30-07-91	96.4	2.093	89	9.31	245	33.8	3.5
	13-08-91	131.1	4.668	102.5	16.82	235	110	11.8
CONT	26-06-91	91.9	0.032	36.27	8.33	25.9	22.1	3
	10-07-91	89.9	0.037	35.84	8.39	28.2	21.6	2.5
	30-07-91	85.9	0.051	32.51	8.09	29.4	22.43	2.2
	13-08-91	84.2	0.065	33.58	8.05	28.8	23.2	2.6
EMBOU	26-06-91	91.3	0.057	37.29	8.38	26	22.4	2.9
	10-07-91	89.2	0.081	36.16	8.25	28.2	22.2	2.9
	30-07-91	85	0.038	32.85	8.08	29.6	22.88	2.7
	13-08-91	81.1	0.306	34.23	8.06	29.2	22.9	2.7

Tableau A-3 Résultats des métaux lourds mesurés dans les effluents
d'Albright & Wilson et dans le fleuve (1990)

Station	Date	Concentration de métaux lourds (mg/L)							
		Al	Ba	Be	Cd	Co	Cr	Pb	Sr
PIT	02-05-90	0.331	0.0383	0.11	0.0001	0.0003	0.0008	0.0012	1.03
	12-06-90	0.364	0.0288	0.08	0.0003	0.0007	0.0012	0.0036	0.737
	17-07-90	0.562	0.0523	0.06	0.0002	0.0004	0.0004	0.0006	1.02
PIPE	02-05-90	5.47	0.0309	7.02	0.0347	0.0043	0.101	0.114	0.345
	12-06-90	13	0.106	2.76	0.226	0.0038	0.104	0.27	0.39
	17-07-90	3.16	0.0202	3.41	0.0079	0.0027	0.0611	0.0137	0.212
	21-08-90	4.39	0.072	3.6	0.0367	0.0047	0.111	0.047	0.261
RUIS	02-05-90	0.28	0.0239	<0.05	0.0002	0.0002	0.0013	0.0007	0.36
	12-06-90	0.41	0.0257	<0.05	0.0003	0.0007	0.0018	0.0016	0.294
	17-07-90	0.143	0.0239	<0.05	0.0001	0.0004	0.001	0.0006	0.342
	21-08-90	0.221	0.0238	<0.05	0.0001	0.0004	0.0009	0.0011	0.287
CONT	02-05-90	0.366	0.0256	<0.05	<0.0001	0.0002	0.0012	0.0002	0.193
	12-06-90	0.159	0.0234	<0.05	<0.0001	0.0003	0.0005	<0.0002	0.186
	17-07-90	0.135	0.0226	<0.05	<0.0001	0.0002	0.0005	<0.0002	0.184
	21-08-90	0.165	0.0237	<0.05	<0.0001	0.0002	0.0007	<0.0002	0.198
EMBOU	02-05-90	0.43	0.0261	<0.05	<0.0001	0.0004	0.0014	0.0009	0.197
	12-06-90	0.282	0.0239	<0.05	0.0001	0.0003	0.0016	<0.0002	0.191
	17-07-90	0.238	0.0235	<0.05	<0.0001	0.0003	0.0008	0.0003	0.187
	21-08-90	0.139	0.0235	<0.05	<0.0001	0.0002	0.0006	<0.0002	0.194

Station	Date	Concentration de métaux lourds (mg/L)							
		Cu	Fe	Li	Mn	Mo	Ni	V	Zn
PIT	02-05-90	0.0002	0.169	0.0301	0.0039	0.0122	0.0008	0.0195	0.0035
	12-06-90	0.0116	0.251	0.0236	0.005	0.0068	0.0037	0.017	0.0058
	17-07-90	<0.0002	0.0698	0.0247	0.0007	0.0066	0.001	0.0116	0.0137
PIPE	02-05-90	0.016	5.43	0.161	0.395	0.0054	0.0348	0.0425	21.1
	12-06-90	0.0781	9.36	0.0534	0.283	0.0093	0.0293	0.0457	9.89
	17-07-90	0.0048	2.62	0.0577	0.188	0.0036	0.021	0.0269	9.09
	21-08-90	0.0086	5.72	0.0631	0.315	0.0078	0.0468	0.0247	10.7
RUIS	02-05-90	0.0113	0.284	0.0097	0.0204	0.0019	0.0013	0.0015	0.0442
	12-06-90	0.0119	0.404	0.0072	0.021	0.0016	0.0019	0.002	0.0089
	17-07-90	0.0078	0.119	0.0094	0.0189	0.0019	0.0012	0.0015	0.0018
	21-08-90	0.0077	0.247	0.0074	0.0157	0.0017	0.0016	0.0014	0.0025
CONT	02-05-90	0.0016	0.383	0.0031	0.016	0.001	0.0014	0.0009	0.0032
	12-06-90	0.0011	0.138	0.0029	0.0116	0.0009	0.0009	0.0006	0.002
	17-07-90	0.0008	0.122	0.0029	0.0094	0.0011	0.0006	0.0006	0.0009
	21-08-90	0.0012	0.106	0.0033	0.0051	0.0011	0.0008	0.0006	0.0146
EMBOU	02-05-90	0.0017	0.45	0.0034	0.0169	0.001	0.0012	0.0011	0.0188
	12-06-90	0.0014	0.25	0.0032	0.0148	0.001	0.001	0.001	0.0412
	17-07-90	0.0011	0.195	0.0033	0.0118	0.001	0.0009	0.0009	0.0176
	21-08-90	0.0012	0.134	0.0032	0.0058	0.0012	0.0009	0.0006	0.0019

