Rapport technique canadien sur
l'hydrographie et les sciences de la mer
No 17

Mars 1983

Distribution des concentrations en mercure dans les eaux de l'estuaire moyen du Saint-Laurent

C. Gobeil[1], D. Cossa et J. Piuze

Centre Champlain des Sciences de la Mer
Sciences et Levés océaniques
Ministère des Pêches et des Océans
B.P. 15500, 901 Cap Diamant
Québec (Québec) G1K 7Y7

[1] 108, boul. Pascal Comeau, Godbout (Québec) G0H 1G0

TABLE DES MATIERES

Page

LISTE DES FIGURES ii

RESUME iii

ABSTRACT iii

INTRODUCTION 1

METHODES 1

RESULTATS 2
Mercure dissous 2
Mercure total 2

DISCUSSION 2

CONCLUSION 4

REMERCIEMENTS 4

REFERENCES 4

APPENDICE: Concentrations en mercure dissous et en mercure total dans les eaux de l'estuaire moyen du Saint-Laurent 10

LISTE DES FIGURES

Figure — Page

1 Emplacement des stations de prélèvement 6

2 Distribution spatiale de la salinité et des concentrations en mercure total 7

3 Variations temporelles de la salinité et des concentrations en mercure total à la station 8 8

4 Variations temporelles de la salinité et des concentrations en mercure total à la station 4 9

RESUME

Gobeil, C., D. Cossa et J. Pluze. 1983. Distribution des concentrations en mercure dans les eaux de l'estuaire moyen du Saint-Laurent. Rapp. tech. can. hydrogr. sci. ocean. 17: iii + 14 p.

Les variations spatiales et tidales des concentrations en mercure dissous et total dans les eaux du chenal nord de l'estuaire moyen du Saint-Laurent ont été étudiées pendant la période du 12 au 16 juin 1980. Les teneurs en mercure total mesurées varient entre 4 et 74 $ng.L^{-1}$. Les teneurs en mercure dissous ne dépassent jamais 6 $ng.L^{-1}$ et plus de 50% d'entre elles sont inférieures ou égales à la limite de détection de la méthode analytique (3 $ng.L^{-1}$). Dû à l'abondance des particules en suspension dans la zone de turbidité maximale de l'Estuaire, les concentrations en mercure total y sont plus élevées que celles mesurées tant plus en amont, dans les eaux fluviales, que plus en aval, dans les eaux marines qui proviennent de l'Estuaire maritime. Dans ces parties extrêmes de notre région d'étude, les teneurs totales en mercure sont généralement inférieures à 8 $ng.L^{-1}$.

ABSTRACT

Gobeil, C., D. Cossa et J. Pluze. 1983. Distribution des concentrations en mercure dans les eaux de l'estuaire moyen du Saint-Laurent. Can. Tech. Rep. Hydrogr. Ocean Sci. 17: iii + 14 p.

Spatial and tidal variations of dissolved and total mercury concentrations in the waters of the northern channel in the upper St.Lawrence estuary were studied during a cruise from 12 to 16 June 1980. Total mercury concentrations measured vary between 4 to 74 $ng.L^{-1}$. Dissolved mercury concentrations are never higher than 6 $ng.L^{-1}$, and more than 50% are at or below the detection limit for the analytical method (3 $ng.L^{-1}$). Due to the high content of suspended particulate matter in the maximum turbidity zone, total mercury concentrations are found to be higher in this zone than upstream, in the River, or downstream, in the marine-waters originating from the Lower Estuary. In those extreme parts of our study area, total mercury concentrations are generally lower than 8 $ng.L^{-1}$.

INTRODUCTION

Dans une étude antérieure (Piuze et Tremblay, 1979), nous avons déjà montré sur la base de données préliminaires que les niveaux de concentration totale en mercure dans les eaux de l'estuaire maritime du Saint-Laurent sont semblables à ceux que l'on retrouve dans les océans, alors que ceux dans l'Estuaire moyen sont un peu plus élevés. Depuis, notre participation à l'exercice d'intercalibration organisé par le Conseil international pour l'Exploration de la Mer en 1979 nous a permis d'éprouver la qualité des analyses de mercure que notre laboratoire est en mesure de produire (Olafsson, 1982). Dans la présente note, nous rapportons des résultats nouveaux qui décrivent la distribution des concentrations en mercure dissous (échantillons filtrés) et total (échantillons non filtrés) dans les eaux de l'estuaire moyen du Saint-Laurent, par lequel transitent plus de 1% de toutes les eaux douces apportées à l'Océan mondial. L'étude du comportement géochimique de nombreux métaux dans cette partie de l'Estuaire a déjà fait l'objet de plusieurs travaux (Bewers et Yeats, 1978; Cossa et Poulet, 1978; Gobeil et al. 1981). Les présentes données, bien qu'insuffisantes pour décrire le comportement géochimique du mercure dans ce milieu, méritent d'être communiquées en raison de la rareté des valeurs publiées de concentrations en mercure dans les eaux des zones côtières et du grand intérêt que leur portent les diverses agences responsables de la qualité des eaux.

METHODES

Les prélèvements d'eau furent effectués entre le 12 et le 16 juin 1980 au cours d'une campagne d'échantillonnage à bord du M/V Gulf Star. L'emplacement des 8 stations occupées entre Québec et l'embouchure du fjord du Saguenay est indiqué sur la figure 1. Aux stations 4, 8 et 11, des prélèvements à toutes les 2½ à 3 heures furent effectués sur une période couvrant 2 cycles complets de marée. Les palanquées ont été faites sur un câble hydrographique en acier inoxydable au moyen de bouteilles Go-Flo (General Oceanics) dont la surface interne est enduite d'un revêtement en téflon.

Les sous-échantillons devant servir à l'analyse du mercure total étaient soutirés immédiatement après la palanquée afin d'éviter toute sédimentation des particules dans les bouteilles de prélèvement et conservés dans des flacons de verre Pyrex. D'autres sous-échantillons étaient par la suite recueillis pour la mesure de la salinité. Les filtrations nécessaires à l'obtention d'échantillons destinés à la mesure du mercure dissous ont été effectuées sous pression d'azote selon la méthode décrite par Sundby (1974). Les filtres en fibre de verre (Gelman, type AE) utilisés avaient été préalablement chauffés pendant 24 heures à 450°C. Les supports de filtre étaient en plexiglas et les tuyaux de raccordement en silicone. Tout le matériel entrant en contact avec les échantillons avait été lavé à l'acide chlorhydrique (1M) et rincé à l'eau déminéralisée. En raison de la vidange partielle des bouteilles de prélèvement, il n'a pas été procédé au calcul de la concentration des suspensoïdes dans l'eau à partir de la masse de matière recueillie sur les filtres. En effet, la sédimentation sélective des particules de grande taille dans les bouteilles peut provoquer une mauvaise évaluation des concentrations.

Les analyses de mercure ont été faites selon la méthode décrite par Piuze et Tremblay (1979), méthode qui permet de mesurer par absorption atomique de vapeurs froides le mercure libéré par $SnCl_2$ après oxydation des échantillons par un mélange $KMnO_4/K_2S_2O_8$ en milieu sulfurique. La reproductibilité des analyses est caractérisée par des coefficients de variation de 27% à 6 ng.L-1, 19% à 9 $ng.L^{-1}$ et 14% à 14 $ng.L^{-1}$. La limite de détection est de 3 $ng.L^{-1}$.

RESULTATS

Mercure dissous

Les valeurs de concentrations en mercure dissous sont présentées en appendice. Il ressort de l'ensemble de ces données que 55 des valeurs obtenues sont égales ou inférieures à la limite de détection de la méthode analytique, alors que les 48 valeurs restantes se situent entre 4 et 6 $ng.L^{-1}$. Aucun gradient de concentration en mercure dissous n'a pu être décelé sur toute la gamme des salinités mesurées, c'est-à-dire entre 0 et $30^0/_{00}$.

Mercure total

Les valeurs de salinité et de concentrations en mercure total sont présentées en appendice et leurs variations spatiales illustrées sur la figure 2. Les valeurs utilisées dans cette représentation, à chacune des profondeurs aux stations 4, 8 et 11, sont les moyennes des mesures faites sur les échantillons prélevés régulièrement pendant 2 cycles de marée. Contrairement aux observations faites dans le cas du mercure dissous, pour lequel aucun patron de distribution n'a pu être mis en évidence, la distribution spatiale des teneurs en mercure total présente des caractéristiques évidentes. En effet, dans la partie supérieure de l'Estuaire, se distingue une zone où les teneurs en mercure total sont nettement plus élevées que celles mesurées plus en amont et plus en aval. Dans cette zone, dont les limites semblent correspondre à celles de la zone de turbidité maximale de l'Estuaire telles que définies par d'Anglejan et Smith (1973) et Silverberg et Sundby (1979), les concentrations en mercure total atteignent 74 $ng.L^{-1}$. Dans les eaux du Fleuve et dans celles de la partie inférieure de l'Estuaire moyen, les concentrations sont plus faibles et se situent entre 4 et 8 $ng.L^{-1}$.

En plus de permettre le calcul de valeurs moyennes, les mesures ponctuelles faites sur les échantillons prélevés aux stations 8 et 4 montrent l'existence de variations périodiques des teneurs en mercure total au cours des cycles de marée (Fig. 3 et 4). A la station 8, à la tête de l'Estuaire, les concentrations en mercure total varient pendant toute la période d'échantillonnage entre 9 et 74 $ng.L^{-1}$ (Fig. 3). Les concentrations les plus élevées apparaissent entre le mi-jusant et l'étale de marée basse. Plus en aval, à la station 4, les concentrations en mercure total se situent entre 6 et 15 $ng.L^{-1}$. Bien que l'amplitutde de leurs variations soit plus faible qu'à la station 8 (Fig. 4), les teneurs tendent également à varier en fonction des phases de la marée et à être maximales à la fin du jusant. En revanche, en amont de la limite de l'intrusion des eaux salées à la station 11, aucune variation périodique au cours des cycles de marée n'a été remarquée. Les concentrations en mercure total varient généralement entre 4 et 8 $ng.L^{-1}$, bien que trois valeurs significativement plus élevées aient été enregistrées à un moment donné de l'échantillonnage.

DISCUSSION

Contrairement aux observations faites pour d'autres métaux (Bewers et Yeats, 1978), les teneurs en mercure dissous dans les eaux de l'estuaire moyen du Saint-Laurent sont relativement uniformes sur toute la gamme des salinités mesurées. Les variations des concentrations en mercure total reflètent donc les seules variations des teneurs de mercure particulaire.

D'Anglejan et Smith (1973) et Silverberg et Sundby (1979) ont montré qu'il existe dans l'estuaire moyen du Saint-Laurent une zone de turbidité maximale qui s'étend des environs de la pointe est de l'Île d'Orléans jusqu'aux alentours de La Malbaie. En raison de la présence de concentrations élevées en particules en suspension dans cette zone, il est naturel d'y rencontrer les teneurs en mercure

total les plus fortes. Aux stations 8 et 4, situées respectivement à la tête de la zone de turbidité et près de sa limite inférieure, les variations périodiques des concentrations en mercure total qui sont caractérisées par des maxima à la fin du jusant, s'expliquent aussi par les variations temporelles des teneurs en matière en suspension. En effet, dans la partie supérieure de la zone de turbidité, il est connu que les concentrations en particules en suspension augmentent considérablement durant le jusant et atteignent des valeurs maximales de plusieurs centaines de $mg.L^{-1}$ à l'étale de marée basse (Silverberg et Sundby, 1979). De même, près de la limite inférieure de la zone de turbidité, bien que les concentrations des particules en suspension y soient moins élevées qu'à la tête, une vingtaine de $mg.L^{-1}$ environ, la tendance à voir apparaître les teneurs maximales de matière en suspension à la fin du jusant a aussi été observée (d'Anglejan et Ingram, 1976). Ainsi, la concordance des variations cycliques des teneurs en mercure et de la turbidité contribue également à montrer que les concentrations totales en mercure dans les eaux de l'estuaire moyen du Saint-Laurent dépendent de la richesse de celles-ci en matière en suspension comme cela a déjà été mis en évidence dans d'autres milieux côtiers (Lindberg et al., 1975; Davies, 1980; Nelson, 1981).

Dans les eaux fluviales, immédiatement en amont de la zone de turbidité, d'après Silverberg et Sundby (1979), les concentrations de la matière en suspension sont généralement d'une dizaine de $mg.L^{-1}$. Ces mêmes auteurs montrent par ailleurs, que les variations de la teneur en matière en suspension y sont de faible amplitude comparativement à celles mesurées dans la zone de turbidité. Cette faible variabilité des concentrations en particules en suspension peut être à l'origine de la relative uniformité des teneurs en mercure total observée au cours du cycle de marée à la station 11. Notons toutefois que les quelques valeurs d'une quinzaine de $ng.L^{-1}$, obtenues à une seule occasion au cours de l'échantillonnage à cette station, peuvent résulter d'une resuspension momentanée des sédiments du fond susceptible de se produire dans cette partie du Fleuve (Gobeil et al., 1981).

En aval de la zone de turbidité maximale, dans la région des stations 1, 2 et 3, les teneurs mesurées en matière en suspension sont inférieures à 5 $mg.L^{-1}$ (d'Anglejan et Ingram, 1976; Silverberg et Sundby, 1979). Bien que les teneurs en matière en suspension soient à cet endroit plus faibles que dans les eaux du Fleuve, les concentrations en mercure total n'y sont pas significativement inférieures ($p < 0,01$). En effet, la concentration moyenne en mercure total calculée à partir des 18 mesures faites sur les échantillons prélevés aux stations 1, 2 et 3 est de 5,5 avec un écart type de 1,0 $ng.L^{-1}$, tandis que la moyenne des concentrations mesurées sur les 35 échantillons prélevés aux stations 10 et 11 est de 6,8 avec un écart type de 3,5 $ng.L^{-1}$. Cette observation nous porte à penser que, même si les variations des teneurs en mercure total dans l'Estuaire moyen suivent généralement bien celles des particules en suspension lorsque le gradient de turbidité est très fort, il n'en reste pas moins, qu'en l'absence de ces forts gradients, les concentrations en mercure total peuvent également être influencées par le contenu en mercure des particules elles-mêmes. De fait, il a déjà été démontré que le contenu en différents métaux de la matière en suspension dans la zone de turbidité diffère de celui de la matière en suspension des eaux douces du Fleuve, en amont de la zone de turbidité (Bewers et Yeats, 1978; Cossa et Poulet, 1978; Gobeil et al., 1981). N'ayant pas mesuré les concentrations en particules en suspension dans nos échantillons, ce qui nous empêche de connaître la teneur en mercure dans les particules, il serait cependant hasardeux d'avancer ici quelque hypothèse que ce soit quant aux variations de la richesse en mercure des particules en suspension du Fleuve, de la zone de turbidité et des eaux marines de la partie inférieure de l'Estuaire.

CONCLUSION

Les résultats de cette étude ont donc montré que les teneurs en mercure dissous dans les eaux de l'estuaire moyen du Saint-Laurent se situent autour de notre limite de détection (3 $ng.L^{-1}$). Dans la zone de turbidité, les concentrations en mercure total atteignent jusqu'à 74 $ng.L^{-1}$ et leurs variations suivent celles des concentrations en particules en suspension. Dans les eaux du Fleuve et dans celles de la partie inférieure de l'Estuaire, les teneurs en mercure total sont par contre généralement inférieures à 8 $ng.L^{-1}$.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient le capitaine P. Pelland, l'équipage du M/V Gulf Star ainsi que les scientifiques qui ont collaboré au prélèvement des échantillons. Ils adressent aussi des remerciements particuliers à Mlle J. Langis qui a effectué les analyses. Ce travail a été financé par le ministère des Pêches et des Océans du Canada.

REFERENCES

Bewers, J.M. et Yeats, P.A. 1978. Trace metals in the waters of a partially mixed estuary. Estuarine and Coastal Marine Sciences, 7, pp. 147-162.

Cossa, D. et Poulet, S.A. 1978. Survey of trace metal contents of suspended matter in the St.Lawrence Estuary and Saguenay Fjord. Journal of the Fisheries Research Board of Canada, 35, pp. 338-345.

d'Anglejan, B.F. et Ingram, R.G. 1976. Time-depth variations in tidal flux of suspended matter in the St.Lawrence estuary. Estuarine and Coastal Marine Sciences, 4, pp. 401-416.

d'Anglejan, B.F. et Smith, E.C. 1973. Distribution, transport, and composition of suspended matter in the St.Lawrence Estuary. Canadian Journal of Earth Sciences, 10, pp. 1380-1396.

Davies, I.M. 1980. The role of suspended solids in the distribution of speciation of mercury in the Forth estuary. International Council for the Exploration of the Sea, C.M. 1980/E: 43, 4 p.

Gobeil, C., Sundby, B. et Silverberg, N. 1981. Factors influencing particulate matter geochemistry in the St.Lawrence estuary turdibity maximum. Marine Chemistry, 10, pp. 123-140.

Lindberg, S.E., Andren, A.W. et Harriss, R.C. 1975. Geochemistry of mercury in the estuarine environment. In Estuarine Research. Edited by L.E. Cronin, Academic Press, New York, Vol. 1, pp. 64-107.

Nelson, L.A. 1981. Mercury in the Thames estuary. Environmental Technology Letters, 2, pp. 225-232.

Olafsson, J. 1982. An international intercalibration for mercury in seawater. Marine Chemistry, 11, pp. 129-142.

Piuze, J. et Tremblay, M. 1979. Mercury in the waters of the St.Lawrence Estuary, Quebec, Canada. International Council for the Exploration of the Sea, C.M. 1979/E: 49, 13 p.

Silverberg, N. et Sundby, B. 1979. Observations in the turdibity maximum of the St.Lawrence Estuary. Canadian Journal of Earth Sciences, 16, pp. 939-950.

Sundby, B. 1974. Distribution and transport of suspended particulate matter in the Gulf of St.Lawrence. Canadian Journal of Earth Sciences, 11, pp. 1517-1533.

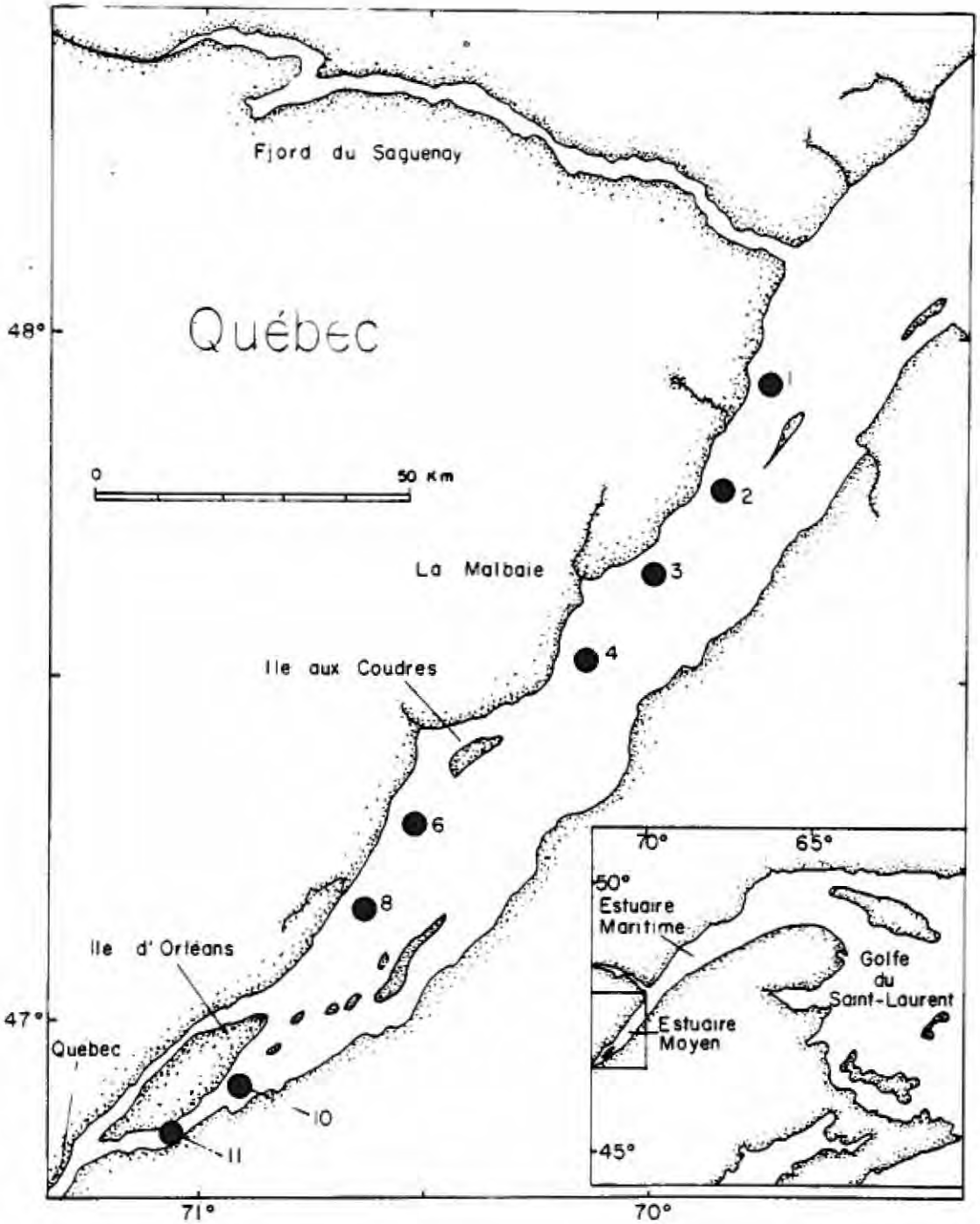

Figure 1. Emplacement des stations de prélèvement

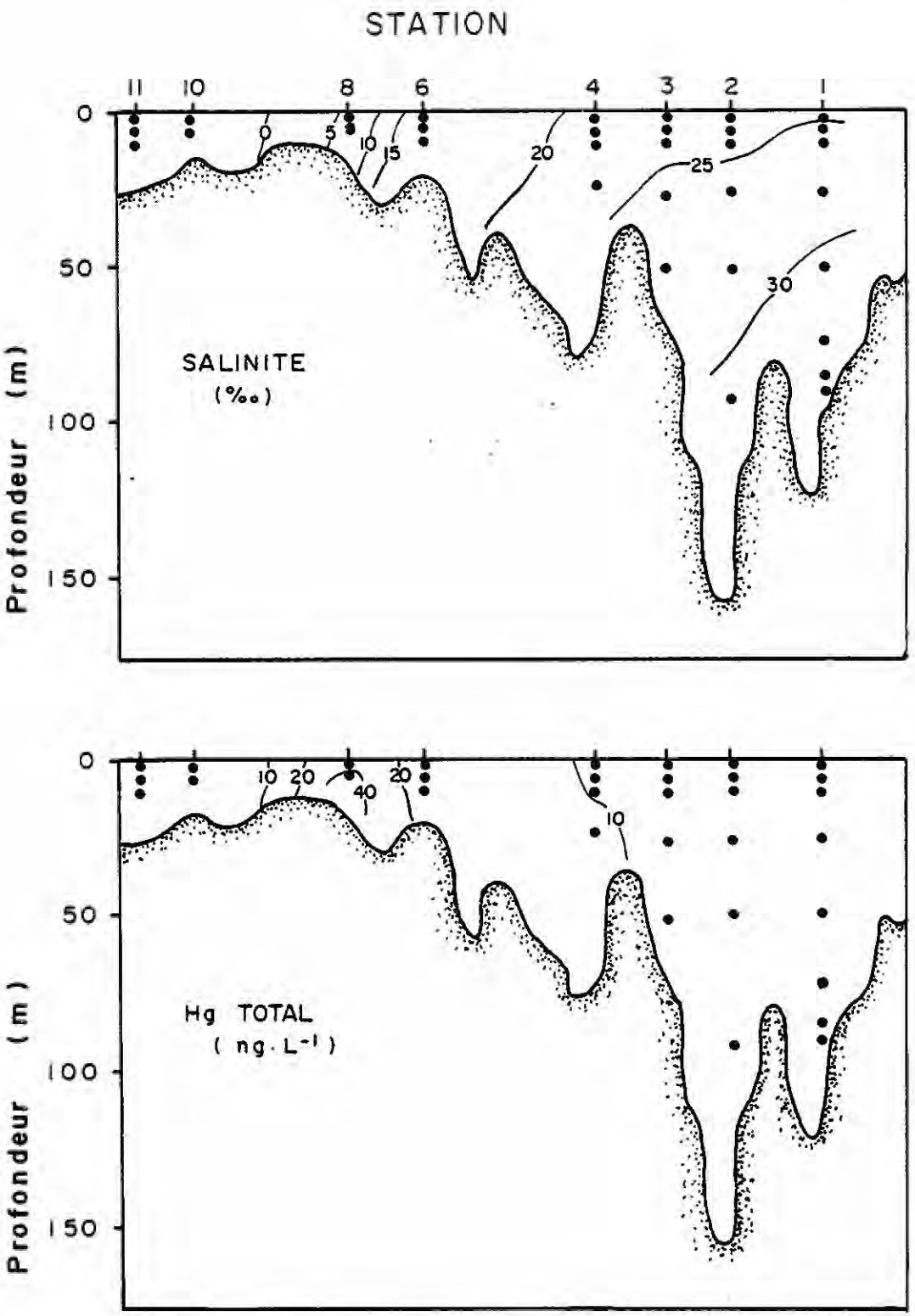

Figure 2. Distribution spatiale de la salinité et des concentrations en mercure total

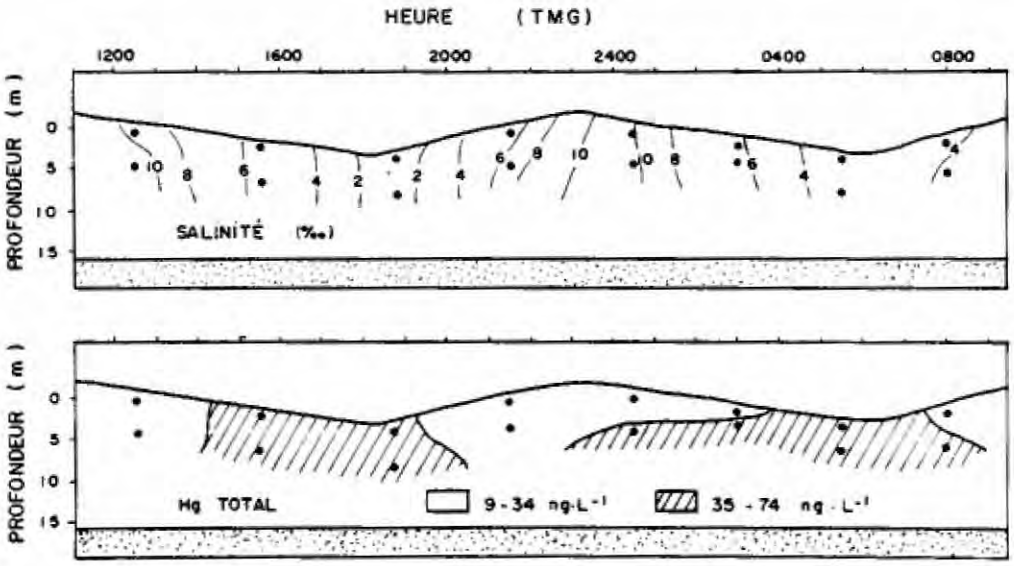

Figure 3. Variations temporelles de la salinité et des concentrations en mercure total à la station 8

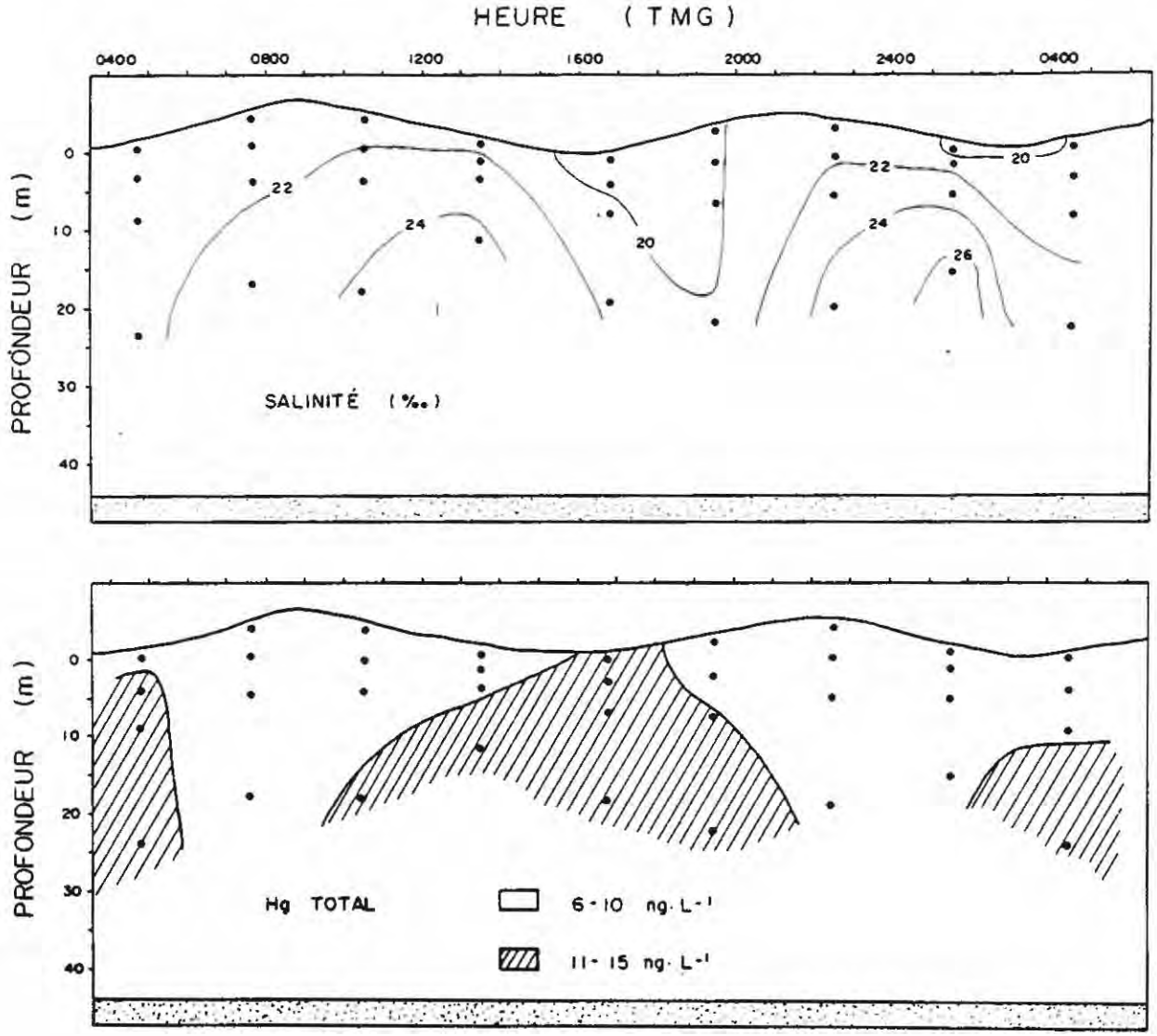

Figure 4. Variations temporelles de la salinité et des concentrations en mercure total à la station 4

APPENDICE

Concentrations en mercure dissous et en mercure total dans les eaux de l'estuaire moyen du Saint-Laurent

Station et coordonnées	Date et heure	Profondeur (m)	Salinité ($^0/_{00}$)	Filtré: Hg dissous ($ng.L^{-1}$)	Non-filtré: Hg total ($ng.L^{-1}$)
1	12/06/80	1	24,81	<3	7
47°55,8'N	13 h 30 (TMG)	5	26,88	6	6
69°46,0'W		10	26,94	<3	5
		25	29,95	<3	5
		50	30,01	-	5
		85	-	4	6
		90	30,08	<3	5
		(fond: 110)			
2	12/06/80	1	22,64	5	6
47°46,8'N	19 h 00 (TMG)	5	22,88	-	6
69°52,5'W		10	24,00	4	6
		25	26,83	4	4
		50	28,68	4	4
		90	30,21	4	6
		(fond: 136)			
3	13/06/80	1	23,01	6	8
47°40,0'N	00 h 15 (TMG)	5	23,84	4	6
70°00,0'W		9	24,74	5	5
		23	27,74	4	4
		50	28,89	5	5
		(fond: 77)			
4	13/06/80	1	20,18	<3	9
47°32,2'N	04 h 45 (TMG)	5	20,77	<3	12
70°08,5'W		10	21,17	4	11
		25	21,45	5	11
		(fond: 44)			
"	13/06/80	1	20,99	4	7
	07 h 35 (TMG)	4	21,19	<3	8
		9	21,26	5	7
		22	23,02	<3	8

APPENDICE (suite)

Station et coordonnées	Date et heure	Profondeur (m)	Salinité ($^0/_{00}$)	Filtré: Hg dissous ($ng.L^{-1}$)	Non-filtré: Hg total ($ng.L^{-1}$)
4	13/06/80	1	21,76	4	6
47°32,2'N	10 h 30 (TMG)	5	21,97	4	8
70°08,5'W		9	23,17	4	8
		23	24,17	4	11
"	13/06/80	1	20,99	<3	6
	13 h 30 (TMG)	3	22,37	4	7
		5	23,46	<3	10
		13	24,20	<3	12
"	13/06/80	1	19,36	4	11
	16 h 45 (TMG)	4	19,90	4	13
		8	20,60	4	11
		19	21,82	4	14
"	13/06/80	1	19,80	<3	10
	19 h 25 (TMG)	5	19,88	<3	10
		10	19,91	4	11
		25	20,14	4	12
"	13/06/80	1	21,30	<3	6
	22 h 30 (TMG)	5	21,62	<3	7
		10	23,04	4	9
		24	24,47	4	10
"	14/06/80	1	19,95	<3	8
	01 h 30 (TMG)	3	21,78	<3	8
		7	23,81	4	6
		17	26,65	<3	8
"	14/06/80	1	20,09	<3	6
	04 h 30 (TMG)	5	20,68	<3	7
		10	21,70	<3	10
		24	22,79	<3	15

APPENDICE (suite)

Station et coordonnées	Date et heure	Profondeur (m)	Salinité ($^0/_{00}$)	Filtré: Hg dissous ($ng.L^{-1}$)	Non-filtré: Hg total ($ng.L^{-1}$)
5	14/06/80	1	18,79	4	15
47°17,4'N	09 h 30 (TMG)	4	18,75	-	12
70°31,4'W		8	18,79	4	15
		(fond: 18)			
8	14/06/80	1	9,72	4	9
47°10,0'N	12 h 30 (TMG)	5	10,93	5	13
70°38,3'W		(fond: 15)			
"	14/06/80	1	5,62	4	48
	15 h 30 (TMG)	5	5,89	4	51
"	14/06/80	1	1,47	<3	36
	18 h 45 (TMG)	5	1,49	-	42
"	14/06/80	1	5,41	<3	17
	21 h 30 (TMG)	4	7,37	<3	31
"	15/06/80	1	10,03	4	21
	00 h 30 (TMG)	5	10,28	<3	41
"	15/06/80	1	6,29	<3	22
	03 h 00 (TMG)	2	7,39	<3	35
"	15/06/80	1	3,05	6	65
	05 h 30 (TMG)	5	3,11	4	74
"	15/06/80	1	3,50	<3	16
	08 h 00 (TMG)	4	5,13	<3	41

APPENDICE (suite)

Station et coordonnées	Date et heure	Profondeur (m)	Salinité ($^0/_{00}$)	Filtré: Hg dissous ($ng.L^{-1}$)	Non-filtré: Hg total ($ng.L^{-1}$)
10	15/06/80	1	0,04	<3	5
46°54,4'N	13 h 25 (TMG)	5	0,04	<3	4
70°53,5'W		(fond: 18)			
11	15/06/80	1	0,04	<3	6
46°50,5'N	16 h 10 (TMG)	4	0,04	<3	7
71°03,2'W		16	0,05	<3	7
		(fond: 26)			
"	15/06/80	1	0,05	<3	5
	18 h 30 (TMG)	3	0,05	<3	5
		6	0,05	<3	4
"	15/06/80	1	0,05	6	7
	21 h 10 (TMG)	5	0,05	4	6
		10	0,05	4	6
"	15/06/80	1	0,05	<3	7
	23 h 30 (TMG)	4	0,05	4	7
		9	0,05	<3	7
"	16/06/80	1	0,05	4	7
	02 h 00 (TMG)	5	0,05	4	6
		10	0,05	<3	7
"	16/06/80	1	0,05	5	6
	04 h 30 (TMG)	4	0,05	<3	6
		9	0,05	<3	4
"	16/06/80	1	0,05	<3	17
	07 h 00 (TMG)	3	0,05	<3	16
		6	0,05	<3	19

APPENDICE (suite)

Station et coordonnées	Date et heure	Profondeur (m)	Salinité ($^0/_{00}$)	Filtré: Hg dissous ($ng.L^{-1}$)	Non-filtré: Hg total ($ng.L^{-1}$)
11	16/06/80	1	0,05	<3	4
46°50,5'N	09 h 30 (TMG)	5	0,05	<3	4
71°03,2'W		10	0,05	<3	4
11	16/06/80	1	0,05	<3	4
46°50,5'N	12 h 05 (TMG)	4	0,05	<3	4
71°03,2'W		8	0,05	<3	5
"	16/06/80	1	0,05	<3	6
	14 h 30 (TMG)	5	0,05	<3	7
		10	0,05	<3	7
"	16/06/80	1	0,05	6	8
	17 h 00 (TMG)	4	0,05	-	7
		8	0,05	5	7